

Российская академия наук
Уральское отделение
Коми научный центр
Институт биологии

**XVIII Всероссийская молодежная
научная конференция**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ**

Материалы докладов

4-8 апреля 2011 г.

Сыктывкар, Республика Коми, Россия

Сыктывкар 2011

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ: Материалы докладов XVIII Всероссийской молодежной научной конференции (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 4-8 апреля 2011 г.). Сыктывкар, 2011. 288 с. (Коми научный центр УрО РАН).

Представлены материалы докладов XVIII Всероссийской молодежной научной конференции, проводимой Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН. Рассмотрены актуальные вопросы изучения и восстановления биоразнообразия животного и растительного мира, структурно-функциональной организации и экологии биологических систем, охраны и рационального использования биологических ресурсов. Обсуждены лесобиологические проблемы, проблемы почвоведения, физиологии, биохимии и биотехнологии растений, радиобиологии и генетики.

Редколлегия

Директор Института биологии д.б.н. С.В. Дёгтева (отв. редактор),
к.б.н. О.Е. Валуйских (зам. отв. редактора), к.б.н. И.В. Новаковская (отв. секретарь)

При поддержке Президиума Уральского отделения РАН

ISBN 978-5-89606-453-4

© Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2011
© Коми научный центр УрО РАН, 2011

ПРЕДИСЛОВИЕ

Восемнадцатая Всероссийская молодежная научная конференция «Актуальные проблемы биологии и экологии» проходила с 4 по 8 апреля 2011 г. В стенах Института биологии Коми НЦ УрО РАН собрались аспиранты, кандидаты и доктора наук, сотрудники различных организаций и студенты вузов, интересующиеся вопросами биологии и экологии и участвующие в научно-исследовательской работе. Основная цель конференции заключалась в создании условий для общения молодых исследователей друг с другом, поиска новых идей и возможности представить и обсудить в кругу квалифицированных специалистов результаты своих научных исследований. Организаторами конференции выступил Совет молодых ученых Института биологии при поддержке администрации Института и Президиума Уральского отделения РАН.

В работе конференции приняли участие 140 человек, из них 52 – из других городов России, представляющие более 28 организаций, среди которых научные и природоохранные учреждения, высшие учебные заведения. Среди участников – один доктор наук, более 40 кандидатов наук разных специальностей, 42 аспиранта и 26 студентов.

Традиционно основная часть докладов посвящена проблемам изучения, охраны и рационального использования животного и растительного мира. Это фаунистические и экоморфологические исследования позвоночных животных, фауна и экология беспозвоночных животных, исследования бентоса и паразитофауны, криптогамных организмов, флоры и растительности, исследования высших растений на разных уровнях организации. Существенное внимание уделено вопросам, связанным с последствиями загрязнения окружающей среды поллютантами различной природы, изменением структурно-функциональной организации экосистем при антропогенном воздействии, исследованию почв. Рассмотрены биотехнологические, молекулярно-генетические и физиолого-биохимические механизмы устойчивости и продуктивности организмов.

Представленные в сборнике материалы свидетельствуют о современном уровне методологической базы и приборного оснащения научных исследований, что позволяет молодым ученым получать высокие результаты и представлять свои работы на общероссийском и мировом уровне.

Данный сборник выпущен по итогам работы конференции, в него вошли доклады, сделанные участниками. При издании материалов конференции проведено техническое редактирование приложенных материалов. Сущность научных текстов не изменена. Ответственность за научное содержание материалов несут авторы.

Прошедшая конференция способствовала плодотворной работе научной молодежи, реализации ее творческого потенциала и зарождению новых идей, расширила кругозор молодых исследователей, познакомила их с последними достижениями в различных областях биологии и экологии, способствовала установлению новых связей и возможностей для сотрудничества.

Совет молодых ученых благодарит администрацию Института биологии Коми научного центра и Президиум Уральского отделения РАН за помощь и поддержку при проведении конференции. Оргкомитет выражает признательность всем участникам конференции за интересные доклады, активное участие и положительную оценку его работы.

Оргкомитет

Секция 1. ИЗУЧЕНИЕ, ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

ЛИТОРАЛЬНЫЕ ФИТОЦЕНОЗЫ ЗЕЛЕННЫХ МАКРОВОДОРОСЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ БЕЛОГО МОРЯ

М.О. Березина

Полярный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии им. Книповича,
Северный филиал ФГУП ПИНРО
E-mail: marina@sevpinro.ru

Водоросли-макрофиты являются одними из наиболее чувствительных организмов к изменению степени загрязнения прибрежных морских вод. Исследования показывают, что на участках морских побережий, подверженных антропогенной нагрузке, подводная растительность формируется преимущественно сообществами зеленых макроводорослей. По мере возрастания загрязненности зеленые макроводоросли имеют тенденцию к увеличению видов (Калугина-Гутник, 1970). В данной работе мы попытались выявить влияние загрязнения и его уровня на видовой состав беломорских литоральных альгоценозов зеленых макроводорослей.

Для исследования было выбрано два участка. Первый находится на о-ве Большой Соловецкий в кутовой части бухты Благополучия, в месте выходов неочищенных коммунально-бытовых сточных вод. Второй расположен на территории болотного массива, который на протяжении многих лет является коллектором сточных вод, образующихся в результате деятельности коммунально-бытового хозяйства г. Онега и гидролизного производства. Загрязненные воды здесь поступают в Белое море через систему ручьев, которые функционируют поочередно в течение непродолжительного времени.

Изучение водорослей в бухте Благополучия проводили в конце июня–начале июля 2008 г. Водоросли отбирали в случайном порядке рамкой размерами 0.09 м². Всего собрано 24 пробы. Биологический материал со второго участка отбирали в июле 2002, 2003 и 2007 гг. Станции отбора проб располагались около устья и с обеих сторон ручья, несущего сточные воды, на удалении 0.5 и 1 км. Водоросли отбирали в одно-трехкратной повторности без рамки, так как площадь скоплений не превышала 0.05 см². Всего было собрано 45 проб водорослей. Видовую принадлежность водорослей определяли с помощью определителей зеленых и бурых водорослей (Виноградова, 1974; Зинова, 1974).

Обследование донной растительности бухты Благополучия показало, что водоросли сформировали почти сплошной «зеленый покров» с проективным покрытием дна 70-90%, занимающий верхний и средний горизонт литорали. По обилию и встречаемости преобладали два вида ульвовых водорослей – *Enteromorpha prolifera* и *Enteromorpha flexuosa*, которые составили (по визуальной оценке) около 60-90% от общей биомассы водорослей в пробах. Среди сопутствующих энтероморфам видов наибольшим обилием и встречаемостью в пробах также отличались *Rhizoclonium riparium* и *Percursaria percursora* (табл. 1). Общая биомасса водорослей сообщества составила в среднем 1.03±0.118 кг/м² при минимальном значении 0.111 кг/м². Всего в сообществе выявлено 13 видов макроводорослей, принадлежащих к четырем порядкам: *Siphonocladales*, *Ulothrichales*, *Acrosiphoniales* и *Ulvales*. Среди них наибольшей видовой представленностью выделялись порядки сифонокладовые и ульвовые. Доля видов, принадлежащих этим таксонам, составила 31 и 38% соответственно от всех видов сообщества.

Анализ сапробности видов (по литературным данным), слагающих сообщество, выявил, что он сформирован полисапробными и мезосапробными формами макрофитов, представленных в равном соотношении (см. табл. 1). Учитывая, что доминанты (виды с высокими показателями биомассы и встречаемости) относятся к мезосапробам, данное сообщество, по нашему мнению, также является мезосапробным.

Стоит отметить, что влияние загрязнения кутовой части бухты Благополучия на донную растительность было отмечено уже в 50-х гг. прошлого столетия. По данным А.А. Калугиной, литоральная растительность в бухте была также представлена в основном зелеными водорослями (Калугина, 1958). В I и II горизонте осушки отмечались следующие виды: *Enteromorpha intestinalis*, *E. prolifera*, *E. compressa*,

Таблица 1

Видовой состав, встречаемость и сапробность видов фитocenоза кустовой части бухты Благополучия (о-в Большой Соловецкий), 2008 г.

Вид водорослей	Встречаемость, % (n = 24)	Сапробность
<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kutz.	33	Мезосапробный
<i>Rhizoclonium implexum</i> (Dillw.) Kutz.	4	Полисапробный
<i>R. riparium</i> (Roth) Harv.	63	Мезосапробный
<i>Chaetomorpha tortuosa</i> (Dillw.) Kleen	21	Полисапробный
<i>Acrosiphonia centralis</i> (Lyngb.) Kjellman	4	—
<i>Ulothrix implexa</i> (Kutz.)	38	Полисапробный
<i>U. flacca</i> (Dillw.) Thur.	4	Мезосапробный
<i>Blidingia minima</i> (Nag. Ex Kutz.) Kylin.	25	« «
<i>Capsosiphon fulvescens</i> (Ag.) S. et G.	8	Полисапробный
<i>Percursaria percursea</i> (Ag.) Bory	79	« «
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Link	8	« «
<i>E. prolifera</i> (O.F.Mull.) J.Ag.	54	Мезосапробный
<i>E. flexuosa</i> (Wulf.ex Roth) J. Ag.	63	« «
Итого видов		13

E. clathrata, *E. crinita*, *Percursaria percursea*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Rh. tortuosum* и *Cladophora fracta*. С учетом ревизии родов *Enteromorpha*, *Rhizoclonium* и *Cladophora*, проведенной в более позднее время К.Л. Виноградовой (Виноградова, 1966, 1986, 1988), видовой состав фитocenоза кустовой части бухты, по результатам исследования А.А. Калугиной, достоверно был представлен следующими видами: *Enteromorpha prolifera*, *E. intestinalis*, *Percursaria percursea*, *Cladophora sericea* (= *Cladophora fracta*), *Chaetomorpha tortuosa* (= *Rhizoclonium tortuosum*) и *Rhizoclonium riparium* (= *Rhizoclonium tortuosum*).

Сравнивая флористические списки нашего исследования и предыдущего, выполненного А.А. Калугиной, можно отметить, что в составе изученного сообщества на протяжении 50 лет константными видами фитocenоза являлись *E. prolifera*, *E. intestinalis*, *P. percursea*, *C. sericea*, *C. tortuosa* и *R. riparium*. Вместе с тем, список видов дополнился еще семью представителями зеленых макроводорослей.

На втором участке водорослевая растительность под влиянием специфических естественных условий, таких как опреснение, мягкий грунт, сильные приливные течения, не образуют плотный покров, а представлена мелкими скоплениями (с проективным покрытием дна менее 5%), сформированных небольшим числом видов, преимущественно *Chlorophyta*. В 2001 г. на данном участке произошел аварийный выброс неочищенных сточных вод гидролизного завода. Гидролого-химические наблюдения, проведенные лабораторией океанологии на следующий год (2002 г.), зафиксировали повышенный уровень загрязнения сточных вод в период малой воды (концентрация фенолов достигала 15 ПДК, а лигнина сульфатного до 20 ПДК). На полной воде концентрации поллютантов находились в пределах допустимых норм. В 2003 г. по данным гидрохимического анализа уровень загрязнения вод в устье ручья на малой воде снизился, концентрация фенолов не превышала ПДК, концентрация лигнина сульфатного также снизилась и превышала ПДК в два раза. В 2007 г. гидрохимический анализ сточных вод не проводился, однако, известно, что с 2005 г. работа гидролизного завода была приостановлена.

На данном участке, как и на предыдущем, обнаружен альгоценоз *E. prolifera*, видовой состав которого изменялся следующим образом: в 2002 г. здесь было выявлено всего четыре вида водорослей (табл. 2), на следующий год в фитocenозе появились еще два вида энтероморф (*En-*

teromorpha sp. и *E. ahlneriana*) и представители порядка *Siphonocladales* (*C. sericea*, *R. implexum*, *R. riparium*), а также бурые макроводоросли (*Pilayella littoralis*). При этом число видов зеленых водорослей увеличилось в 2,5 раза. В 2007 г. число и состав видов в фитocenозе энтероморф изменились незначительно (см. табл. 2). Таким образом, независимо от уровня загрязнения константными формами альгоценоза являлись три вида – *E. prolifera*, *E. flexuosa* и *U. flacca*. На протяжении всего времени наблюдения в альгоценозе по числу видов преобладали ульвовые водоросли (они составили 50-75% от всех обнаруженных видов).

Анализ сапробности видов, слагающих фитocenозы макрофитов, показал, что за все время наблюдений на участке доминировали мезосапробные формы макроводорослей (доля их составляла от 67 до 75% от всех обнаруженных видов). Всего на участке было встречено 12 видов зеленых и один вид бурых водорослей (см. табл. 2).

Итак, в ходе изучения альгоценозов на двух участках было выявлено, что положительное действие на произрастание зеленых макроводорослей наблюдается при загрязнении воды канализационными стоками в бухте Благополучия, где развивается значительное число видов и благодаря защищенности участка от волнового воздействия формируются густые заросли водорослей. По сравнению с результатами предыдущего исследования, проведенного 50 лет назад, здесь было обнаружено больше видов зеленых водорослей. Однако достоверно утверждать, что увеличение числа видов в сообществе вызвано именно изменением уровня загрязнения вод, мы пока не можем. Дальнейший мониторинг качества морских вод и состояния донной водорослевой растительности бухты позволит установить причины этих изменений. В районе устьевого взморья р. Онега отчетливо наблюдалось

Видовой состав и встречаемость макрофитов на загрязненном участке устьевого взморья р. Онега в 2002-2003 и 2007 гг.

Вид водорослей	Встречаемость, %			Сапробность
	2002 г. (n = 20)	2003 г. (n = 11)	2007 г. (n = 14)	
Chlorophyta				
<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kutz.	–	36	43	Мезосапробный
<i>Rhizoclonium implexum</i> (Dillw.) Kutz.	–	18	7	Полисапробный
<i>R. riparum</i> (Roth) Harv.	–	55	36	Мезосапробный
<i>Ulothrix implexa</i> (Kutz.)	–	9	–	Полисапробный
<i>U. flacca</i> (Dillw.) Thur.	75	82	60	Мезосапробный
<i>Blidingia minima</i> (Nag. ex Kutz.) Kylin.	–	–	21	« «
<i>Capsosiphon fulvescens</i> (Ag.) S. et G.	–	–	7	Полисапробный
<i>Percursaria percurta</i> (Ag.) Bory	5	64	7	« «
<i>Enteromorpha prolifera</i> (O.F.Mull.) J.Ag.	95	82	64	Мезосапробный
<i>E. ahneriana</i> Blid.	–	9	7	« «
<i>E. flexuosa</i> (Wulf. ex Roth) J.Ag.	50	82	43	« «
<i>Enteromorpha</i> sp.	–	27	14	–
Phaeophyceae				
<i>Pilayella littoralis</i> (L.) Kjellm.	–	55	21	–
Итого видов	4	11	12	

отрицательное влияние промышленного загрязнения на водорослевую растительность. Резкое увеличение антропогенной нагрузки на участке инициировало «выпадение» некоторых видов зеленых водорослей из сообщества, более чувствительных к повышенной концентрации поллютантов. Снижение уровня загрязнения привело в течение короткого периода времени к увеличению видоразнообразия зеленых макроводорослей и в последующем к стабилизации видового состава.

ЛИТЕРАТУРА

Виноградова К.Л. Представители рода *Enteromorpha* из Новороссийской бухты и окрестностей // Новости систематики низших растений. Л.: Наука, 1966. С. 68-82.

Виноградова К.Л. Роды *Chaetomorpha* Kutz. и *Rhizoclonium* Kutz. (*Siphonocladales*) в северных морях СССР // Новости систематики низших растений. Л.: Наука, 1986. С. 13-25.

Виноградова К.Л. Род *Cladophora* Kutz. в северных морях СССР // Новости систематики низших растений. Л.: Наука, 1988. С. 31-42.

Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М.-Л.: Наука, 1967. 398 с.

Виноградова К.Л. Ульвовые водоросли (*Chlorophyta*) морей СССР. Л.: Наука, 1974. 163 с.

Калугина А.А. Состав и распределение водорослей у берегов Соловецкого архипелага // Бот. журн., 1958. Т. 43. Вып. 2. С. 270-277.

Калугина - Гутник А.А. Значение водорослей-макрофитов в оценке загрязненности воды прибрежной части Черного моря // Океанографические аспекты самоочищения моря от загрязнения: Матер. науч. конф. Киев: Наукова думка, 1970. С. 203-217.

ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЕЛЬНИКОВ ЮГО-ВОСТОКА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Б. Бушуева, Н.В. Бурова

Поморский государственный университет им. М.В. Ломоносова

E-mail: fc.botanik@pomorsu.ru

Еловым лесам европейской части России посвящено огромное количество работ (Чертовской, 1978; Исаченко, 1980; Дыренок, 1984; Гусев, 1987 и др.). Однако большинство исследований затрагивают вопросы лесоводства и таксации. На территории Архангельской области научные работы по изучению флористического состава и разнообразия еловых сообществ осуществлялись только для отдельных административных районов (Кекишева, 2010). При этом флора большей части Архангельской области слабо изучена, к таким территориям относятся

Вилегодский р-н, расположенный на юго-востоке Архангельской области.

В ходе изучения флоры еловых сообществ на территории Вилегодского р-на Архангельской области (средняя подзона тайги) выполнено 88 геоботанических описаний в ельниках различных типов (черничных, брусничных, кисличных, долгомошных, травяно-болотных). При проведении полевых работ использовался метод временных пробных площадей. Подбор и закладка пробных площадей выполнялись с учетом требований и подробно описанных методик (Сукачев, Зонн, 1961 и др.).

Таблица 1

Систематическая структура и основные пропорции флоры ельников юго-востока Архангельской области

Флора исследованных ельников юго-востока Архангельской области насчитывает 86 видов сосудистых растений, относящихся к 69 родам и 36 семействам (табл. 1). Наиболее широко представлен отдел Magnoliophyta (71 вид, или 82.5% от общего состава флоры). Самыми малочисленными являются отделы Lycopodiophyta и Equisetophyta, на долю которых приходится по три вида, или 3.5% выявленной флоры. В целом для исследованной флоры характерно невысокое систематическое разнообразие, о чем свидетельствуют низкие показатели пропорции флоры.

Анализ систематической структуры флоры ельников показал, что ведущими по числу видов семействами являются 14 таксонов, которые включают 57 видов, или 66.3% видового состава флоры анализируемого района (табл. 2). Наибольшее количество видов насчитывают семейства *Rosaceae* и *Cyperaceae* (по семь видов, или 8.1% выявленной флоры), далее следуют *Ranunculaceae*, *Orchidaceae*, *Asteraceae* (по пять видов, или по 5.8%) и *Fabaceae* (четыре вида, или 4.7%). По сравнению с флорой Вилегодского р-на в целом, стоит отметить отсутствие в составе ведущих семейств *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Polygonaceae* и *Lamiaceae*, что объясняется слабой антропогенной освоенностью исследованных лесных экосистем и в связи с этим малым участием представителей указанных семейств, часто формирующих адвентивную флору. Более 40% семейств являются одновидовыми: *Athyriaceae*, *Thelypteridaceae*, *Cupressaceae*, *Juncaceae*, *Salicaceae*, *Urticaceae*, *Aristolochiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Geraniaceae*, *Oxalidaceae*, *Onagraceae*, *Ericaceae*, *Menyanthaceae*, *Boraginaceae*, *Valerianaceae*.

При характеристике географической структуры флоры использовалась двумерная система элементов по принципу биогеографических координат, принятая при анализе флоры Архангельской области В.М. Шмидтом (2005). Географический анализ, выполненный для флоры ельников Вилегодского р-на, показал, что в ее составе преобладают виды, относящиеся к бореальной широтной группе (67 видов, или 78% флоры). Виды арктической фракции в составе анализируемой флоры представлены слабо (три вида, или 3.5%), что вполне согласуется с широтным положением района. Следует обратить внимание на относительно высокую долю неморальных и бореально-неморальных видов (*Carex digitata*, *Asarum europaeum*, *Actaea spicata*, *Lonicera xylosteum*) – 11 видов, или 12.7% состава анализируемой флоры.

Среди долготных групп во флоре района наиболее широко представлена евразийская группа (40 видов, или 46.5%). В палеомеридиональ-

ной группе отмечен только один вид, что соответствует 1.1% видового состава флоры.

Во флоре ельников юго-востока Архангельской области основная часть видов (35 видов, или 40.8%) относится к бореальному евразийскому элементу флоры, который и определяет ее общий географический характер (табл. 3). Второе место (15 видов, или 17.4%) занимает бореальный циркумбореальный, а третье место (12 видов, или 14.0%) – бореальный евразийско-американский элемент флоры. Перечисленным трем элементам принадлежит главенствующая роль в сложении флоры ельников (72.2%).

Биоморфологическую принадлежность установили в соответствии с классификациями К. Раункиера и И.Г. Серебрякова. Биологический спектр ельников Вилегодского р-на по системе К. Раункиера может быть представлен в виде формулы: 11.6 F + 5.8 CH + 53.5 НК + 25.6KR + 3.0T (где F – фанерофиты, CH – хамефиты, НК – гемикриптофиты, KR – криптофиты, T – терофиты). Такой спектр биоморф характерен для лесной умеренно холодной зоны. В нем преобладают гемикриптофиты (46 видов,

Таблица 2

Спектр ведущих семейств флоры ельников юго-востока Архангельской области

Семейство	Число видов	Доля от общего числа видов, %	Ранг
<i>Rosaceae</i>	7	8.1	1-2
<i>Cyperaceae</i>	7	8.1	1-2
<i>Ranunculaceae</i>	5	5.8	3-5
<i>Orchidaceae</i>	5	5.8	3-5
<i>Asteraceae</i>	5	5.8	3-5
<i>Fabaceae</i>	4	4.7	6-14
<i>Aspidiaceae</i>	3	3.5	6-14
<i>Equisetaceae</i>	3	3.5	6-14
<i>Lycopodiaceae</i>	3	3.5	6-14
<i>Pinaceae</i>	3	3.5	6-14
<i>Poaceae</i>	3	3.5	6-14
<i>Liliaceae</i>	3	3.5	6-14
<i>Vacciniaceae</i>	3	3.5	6-14
<i>Scrophulariaceae</i>	3	3.5	6-14
Всего в 14 ведущих семействах	57	66.3	–

Географическая структура флоры ельников юго-востока Архангельской области

Таблица 3

Широтные элементы*	Долготные элементы**							Всего	%
	ЦП	ЦБ	ЕААМ	ЕА	Е	ПМ			
	Число видов								
ГА	3	0	0	0	0	0	3	3.5	
Б	0	15	12	35	5	0	67	78.0	
БН	0	2	1	4	0	0	7	8.1	
Н	0	0	0	0	4	0	4	4.6	
ПЛ	0	0	3	1	0	1	5	5.8	
Всего	3	17	16	40	9	1	86	100.0	
%	3.5	19.8	18.6	46.5	10.5	1.1	100.0	–	

* ГА – гипоарктическая, Б – бореальная, БН – бореально-неморальная, Н – неморальная, ПЛ – пльоризональная.

** ЦП – циркумполярная, ЦБ – циркумбореальная, ЕААМ – евразийско-американская, ЕА – евразийская, Е – европейская, ПМ – пльумеридиональная.

Жизненные формы состава флоры ельников юго-востока Архангельской области

Таблица 4

Жизненная форма	Абсолютное число видов	% от общего числа видов
Деревья	6	7.0
Кустарники	5	5.8
Кустарнички	4	4.7
Полукустарнички	1	1.1
Травянистые многолетники	67	77.9
длиннокорневищные	24	27.9
короткорневищные	19	22.0
стержнекорневые	5	5.8
стержневой корнеотпрысковый	1	1.1
кистекокорневые	1	1.1
корнеклубневые	3	3.5
наземноползучие	5	5.8
плотнoderновинные	4	4.7
рыхлoderновинные	4	4.7
столонобразующие	1	1.1
Однолетники	3	3.5

или 53.5%), наименее представлены терофиты (3 вида, или 3.5%).

Изучение жизненных форм по классификации И.Г.Серебрякова (табл. 4) показало, что основу флоры ельников составляют многолетние

травы (67 видов, или 77.9%), среди них выделяются группы длинно- и короткорневищных растений (24 вида, или 27.9% и 19 видов, или 22.0% соответственно). В целом биоморфологическая структура сосудистой флоры еловых лесов близка к структуре флоры Архангельской области и представляется типично таежной.

По отношению к фактору увлажнения в составе исследованных ельников наибольшую долю (62 вида, или 72.1%) составляют мезофиты, предпочитающие нормально увлажненные хорошо дренированные почвы. 24.4% видов относятся к экологической группе гигрофитов. Гидрофиты представлены во флоре еловых лесов тремя видами (3.5%).

Таким образом, флора ельников Вилегодского р-на, находящегося на юго-востоке Архангельской области, по систематической, географической и биоморфологической структуре является типично бореальной.

ЛИТЕРАТУРА

- Гусев И.И. Продуктивность ельников Севера. Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. 232 с.
- Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. Л.: Наука, 1984. 174 с.
- Исаченко Т.И. Североевропейские еловые леса // Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 82-98.
- Кекишева Ю.Е. Разнообразие сообществ еловых лесов западной части подзоны средней тайги Архангельской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2010. 23 с.
- Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М.: АН СССР, 1961. 144 с.
- Чертовской В.Г. Еловые леса европейской части СССР. М.: Лесная пром-ть, 1978. 176 с.
- Шмидт В.М. Флора Архангельской области. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005. 346 с.

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ *RUBUS CHAMAEMORUS* L.

О.Е. Валуйских, О.А. Рогозина*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

* Сыктывкарский государственный университет

E-mail: valuyskikh@ib.komisc.ru

Морошка (*Rubus chamaemorus* L.) – многолетний травянистый длиннокорневищный симподиально нарастающий поликарпик с прямыми ассимилирующими побегами и ксилоподием в их базальной части. Размножается

преимущественно вегетативно. В Республике Коми этот вид находится в основной части своего ареала и является ценным пищевым лекарственным растением.

Цель работы заключалась в выявлении закономерностей горизонтального распределения корневой системы *R. chamaemorus* в разных эколого-ценологических условиях произрастания.

В 2010 г. на территории Республики Коми исследовано три ценопопуляции *R. chamaemorus*. Первая ценопопуляция (ЦП 1) располагалась в подзоне средней тайги в типичном для этого вида местообитании на пушицево-кустарничково-сфагновом олиготрофном болоте (Сыктывдинский р-н, Республика Коми). Древесный ярус образован *Pinus sylvestris* L. сомкнутостью крон <0.1, высотой до 4 м. В травяно-кустарничковом ярусе сообщества с высоким обилием встречается *Rubus chamaemorus* (15-30%, на кочках – до 50%), представлены *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Vaccinium uliginosum* L., *Ledum palustre* L., *Andromeda polifolia* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Eriophorum vaginatum* L. и др. Для всех участков характерен мощный, хорошо развитый мохово-лишайниковый покров, образованный *Sphagnum fuscum* (Schimp.) H.R. Klinggr., *S. magellanicum* Brid. и др. Микрорельеф кочковатый. Торфяной слой слаборазложившийся, сырой, мощностью более 2 м.

Вторая ценопопуляция (ЦП 2) была исследована на Приполярном Урале (Интинский р-н, Республика Коми) на заболоченном замоховелом грядово-бугристом участке в бассейне р. Лемва. Ценопопуляция приурочена к торфяным буграм высотой до 0.7 м с кочковатым микрорельефом и обнаженными (выгоревшими) участками мохово-лишайникового покрова вследствие пожара десятилетней давности. В травяно-кустарничковом ярусе, помимо *Rubus chamaemorus* (30-40%), с высоким обилием присутствуют *Vaccinium uliginosum* и *Empetrum hermaphroditum* (Lange) Hagerup (по 30-40%), характерны *Vaccinium vitis-idaea* L., *Betula nana* L., *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr., *Carex* sp. Мохово-лишайниковый покров представлен *Sphagnum fuscum*, встречаются *Polytrichum strictum*, *Pleurozium schreberi*, виды рода *Cladonia*. Мощность торфяного слоя более метра, торф по всей толще однородный, слаборазложившийся, сырой, рыжевато-бурый, с глубины 35-45 см идет подстиление мерзлотной торфяной толщи.

В тундровой зоне была исследована ценопопуляция морошки (ЦП 3) на плоских торфяных буграх высотой 0.7-1.0 м с неровным кочковатым микрорельефом. В травяно-кустарничковом ярусе содоминируют *R. chamaemorus* (30-50%) и *Ledum decumbens* (Ait.) Lodd. ex Steud. (20-50%), характерны *Vaccinium uliginosum*, *Andromeda polifolia* L., *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Eriophorum vaginatum*. Мохово-лишайниковый покров мощный, с высоким обилием *Polytrichum strictum*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. in B.S.G., *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwagr., *Dicranum spadiceum* Zett., *D. flexicaule* Brid., в незначительных количествах присутст-

вуют сфагновые мхи. Почвы – тундровые мерзлотные остаточнo-торфяные (Атлас почв..., 2010). Профиль дифференцирован на маломощную (5-7 см) слаборазложившуюся оторфованную подстилку, которая переходит в минерализованный горизонт неоднородной окраски (цвет горизонта варьирует от коричневатого-темно-бурого до интенсивно темной окраски). С глубины 30-40 см идет подстиление многолетнемерзлых пород.

При проведении исследований применяли подходы и методы популяционной биологии растений (Ценопопуляции..., 1976). Сухую биомассу подземных частей морошки определяли в каждом 10-сантиметровом слое почвы на площадках 0.5 м² до глубины 60 см в ЦП 1, 40 см в ЦП 2 и 30 см в ЦП 3 в двух-трехкратной повторности. Отмечали наличие подземных побегов в каждом почвенном горизонте (функционирующие, поврежденные, отмершие), ксилоподиев, придаточных корней.

Результаты исследований

Взрослая особь *R. chamaemorus* имеет 10-15 парциальных образований, представленных надземным ассимилирующим побегом, ксилоподием и соединенных подземными побегами (корневищами). Надземные побеги (вегетативные и генеративные) высотой 1.5-25 см несут 1-4(5) длинночерешковых листа с прилистниками, в базальной части в узлах укороченных метамеров расположены почки возобновления. Ксилоподий (совокупность оснований ортотропных побегов прошлых лет) с 2-10 порядками ветвления. По данным Л.С. Белоусовой (1986), старовозрастный ксилоподий может иметь 16 порядков ветвления. Корневище морошки представляет собой сложную симподиальную систему, состоящую из удлиненных 2-12 см метамеров до 4 мм в диаметре со спящими почками в узлах. Нередко можно встретить молодые плагиотропные побеги длиной 10-15 см, которые развиваются из спящих почек на корневище. Такого рода годичный прирост корневища обеспечивает не только вегетативное размножение и освоение территории *R. chamaemorus*, но и накопление питательных веществ с последующим образованием участков перехода от плагиотропного к ортотропному росту и формированием надземных побегов. По данным литературы, корневища морошки располагаются в зависимости от условий обитания на глубине 10-25 (30) см, а длина их может достигать 6 м (Солоневич, 1956; Белоусова, 1980). Корневая система *R. chamaemorus* образована придаточными корнями желтого цвета длиной до 30 см, попарно отходящими от узлов корневища.

При анализе распределения подземных частей особей *R. chamaemorus* установлено, что на олиготрофном болоте в ЦП 1 глубина проникновения корневой системы морошки достигала 60 см и более, тогда как в ЦП 2 и 3 – от 40 до 30 см соответственно, что связано с глубиной

залегания мерзлотных пород. Основная масса подземных частей особей (включая корневища, ксилоподии, придаточные корни) в почве распределена по-разному. В ЦП 1 на верховом болоте в каждом 10-сантиметровом слое биомасса подземных органов *R. chamaetorus* варьирует от 21.5 до 33.8 г/м², а в верхнем 30-сантиметровом слое составляет в среднем 30 г/м². Ксилоподии, почки возобновления и годовые приросты корневищ сосредоточены преимущественно в первом 10-сантиметровом слое торфа. В нижележащих слоях до глубины 60 см равномерно распределены функционирующие подземные побеги разной толщины, придаточные корни и остатки ксилоподиев.

В ЦП 2 и ЦП 3 биомасса подземных органов в верхнем 30-сантиметровом почвенном слое увеличивается от 45.6 до 90 г/м² соответственно. В этих ценопопуляциях отмечена большая часть придаточных корней особей, которая в основном сосредоточена в нижнем слое почвы, достигающая мерзлотных пород. В ЦП 3 в тундровой зоне глубина проникновения корневой системы *R. chamaetorus* минимальна в районе исследований и составляет 30 см. Здесь отмечена наиболее четкая дезинтеграция и сгруппированность подземных органов по почвенным горизонтам: 63% (базальные части побегов, почки возобновления, ксилоподии, корневища, придаточные корни) – в 10-сантиметровом слое; 24% (корневища, придаточные корни) – в слое 10-20 см и 13% (придаточные корни, остатки корневищ) – в слое 20-30 см. Максимальные для района исследований количественные показатели биомассы выражаются высокой плотностью сосредоточения подземных структур особей морошки в верхних слоях почвы в тундровой зоне. Неглубокое залегание большого числа подземных побегов со спящими почками может обуславливать высокую плотность надземных побегов *R. chamaetorus* в этих местообитаниях, выявленную нами ранее (Валуйских, Тетерюк, 2010).

Проведенные исследования горизонтального распределения корневой системы *R. chamaetorus* в почве показали следующее: в средней тайге, где ценопопуляции этого вида приурочены в

основном к олиготрофным болотам, корненошенность торфяного слоя невелика, функционирующие корневища и придаточные корни распределены равномерно до глубины более 60 см. При переходе в тундровую зону отмечено более компактное расположение подземных частей *R. chamaetorus*, увеличение доли придаточных корней и отсутствие функционирующих корневищ в нижних слоях почвы близ мерзлотных пород, а также накопление в верхнем 20-сантиметровом почвенном горизонте остатков полуразложившихся подземных побегов.

Авторы признательны Е.В. Жангурову (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН) за консультацию при описании почв.

Работа проведена в рамках проекта «Состояние ресурсов полезных растений европейского северо-востока России, мониторинг и разработка биотехнологических подходов по рациональному использованию и воспроизводству» (Рег. № 09-Т-4-1002) Программы Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».

ЛИТЕРАТУРА

Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г.В. Добровольского, А.И. Таскаева, И.В. Забоевой. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2010. 356 с.

Белоусова Л.С. Морфогенез побегов морошки приземистой // Охрана редких растений и фитоценозов: Сб. науч. трудов. М., 1980. С. 81-91.

Белоусова Л.С. Морошка приземистая (*Rubus chamaetorus* L.) в зонах средней тайги и подтайги европейской части СССР и ее продуктивность: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1986. 25 с.

Валуйских О.Е., Тетерюк Л.В. Особенности структуры ценопопуляций *Rubus chamaetorus* L. в зонах тайги и тундры европейского северо-востока России // Известия Самарского НЦ РАН. 2010. Т. 12. № 1(3). С. 652-657.

Солоневич Н.Г. Материалы к эколого-биологической характеристике болотных трав и кустарничков // Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Вып. 2. С. 307-498.

Ценопопуляции растений: основные понятия и структура. М.: Наука, 1976. 217 с.

ЛИСТВЕННИЧНЫЕ ЛЕСА И РЕДКОЛЕСЬЯ СЕВЕРНОГО И ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

Ю.А. Дубровский

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: dubrovsky@ib.komisc.ru

Формация лиственничников занимает значительные площади на территории Российской Федерации. Лиственница известна как хозяйственно ценная лесная порода, древесина которой активно используется в строительстве. При этом основная часть ареала распространения данной формации располагается к востоку от Ураль-

ского хребта. На территории Республики Коми леса, сложенные лиственницей сибирской (*Larix sibirica*), по литературным данным, занимают не более 1% лесопокрытых площадей. Встречаются данные сообщества в основном в полугорных (Тиман) и горных (Урал) областях. В силу небольших площадей и труднодоступности рай-

онов распространения сообщества лиственничников к настоящему времени являются малоизученными с геоботанической точки зрения.

С 2006 по 2010 г. в ходе комплексных исследований экосистем предгорной и горной ландшафтной зоны Северного и Приполярного Урала были получены данные о разнообразии и структуре горных лиственничных лесов и редколесий. В базе данных к настоящему моменту находится 49 геоботанических описаний сообществ исследуемой формации, выполненных по стандартным геоботаническим методикам (Ипатов, 1998).

На западном макросклоне Урала лиственничники формируются на пологих склонах горно-лесного и подгольцового поясов. В силу экологических особенностей ценофлора сосудистых растений формации лиственничников не отличается высоким уровнем разнообразия. Общий флористический список насчитывает 122 вида из 90 родов и 37 семейств. Преобладающими по числу видов семействами являются *Poaceae*, *Asteraceae*, *Ericaceae*, *Rosaceae* и др. Ведущая десятка семейств объединяет 70 видов, или 57 % от общего списка. 16 семейств содержит по одному виду. Положения первых семейств закономерны, поскольку они лидируют во всех бореальных флорах Евразии. Многочисленность семейства *Ericaceae* объясняется относительно высоким видовым разнообразием кустарничков, которые хорошо приспособлены к суровым условиям горных экосистем. Значительное разнообразие семейства *Rosaceae* характерно для всех лесных сообществ европейской России.

С фитогеографической точки зрения в составе ценофлоры доминируют бореальные виды с циркумполярными и евразийскими типами ареалов. Характерной чертой горных флор является заметное участие видов из северных широтных групп (арктические, гипоарктические и аркто-альпийские), которые также характеризуются циркумполярными и евразийскими типами ареала. Анализ отношения видов, произрастающих в лиственничных лесах и редколесьях, к фактору общего богатства почв показывает, что наибольшее их число не требовательно к содержанию минеральных веществ в почве. По отношению к фактору увлажнения наибольшую долю в списке составляют мезофиты, предпочитающие нормально увлажненные хорошо дренированные почвы.

При анализе ценофлоры приуроченности видов была использована система эколого-ценотических групп (ЭЦГ), разработанная для бассейна верхнего и среднего течения р. Печора (Дегтева, Новаковский, 2009). Ценофлорное ядро сообществ исследуемой формации составляют таежно-лесные виды. Характерным фактом для лесных формаций горных ландшафтов является заметное участие видов, принадлежащих горным ЭЦГ (виды горных тундр и редколесий, горно-луговые виды). Стоит отметить, что

четыре вида являются охраняемыми на территории Республики Коми (*Anemonastrum biarmense*, *Pinus sibirica*, *Rhodiola rosea*, *Silene paucifolia*).

Синтаксономическое разнообразие формации лиственничников оценивалось с применением эколого-фитоценотического метода классификации растительности. При классификации в составе формации *Sibirici Lariceta* было выделено две субформации: лиственничные леса (*Lariceta*) и лиственничные редколесья (*Montano Lariceta*).

Массивы лиственничных лесов описаны в составе горно-лесного растительного пояса на хребтах Печоро-Ильчского заповедника (Щукаель-из) и национального парка «Югыд ва» (бассейн р. Кожим). Насаждения сомкнутые, сложные по составу, с доминированием *Larix sibirica*. В вертикальной структуре древостоя выражены два-три полога. В зависимости от экологических условий экотопа и возраста древостоя высота деревьев и диаметр стволов первого (основного) полога снижаются с 18-22 м и 28-32 см на высотах 300-400 м. над ур. м. до 12-16 м и 20-26 см на высотах 400-500 м. В составе подроста наиболее активно возобновляется ель, также регулярно отмечается подрост лиственницы, березы, пихты. Подлесок есть всегда и представлен восемью видами деревьев и кустарников. Часто его сомкнутость достигает 60-70%. Для сообществ Приполярного Урала характерно доминирование *Betula nana*. На Северном Урале в составе кустарникового яруса преобладает *Sorbus sibirica*.

С учетом состава и структуры нижних ярусов исследуемых сообществ в составе субформации *Lariceta* выделены четыре ассоциации, которые отнесены к зеленомошной группе ассоциаций. Центральной ассоциацией зеленомошной группы ассоциаций является ассоциация *Laricetum myrtilloso-hylocomiosum*. Характерной чертой травяно-кустарничкового яруса сообществ этой ассоциации является доминирование *Vaccinium myrtillus* на фоне постоянного присутствия видов таежно-лесной ЭЦГ: *Trientalis europaea*, *Linnaea borealis*, *Melampyrum pratense*, *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Gymnocarpium dryopteris* и др. Помимо этого в сообществах данного синтаксона отмечен сравнительно высокий уровень альфа-разнообразия сосудистых растений (в среднем 17 на 400 м²). Ранее аналогичные сообщества лиственничников были описаны в ранге лиственничников чернично-зеленомошных на Тимане (Леса..., 1999).

Леса, принадлежащие ассоциации *Laricetum empetroso-myrtilloso-hylocomiosum*, отличаются содоминированием в составе нижних ярусов кустарничков *Vaccinium myrtillus* и *Empetrum hermaphroditum*. Для данных фитоценозов специфичным является заметное обилие таких горно-тундровых видов, как *Arctous alpina* и *Salix reticulata*. Аналогичные сообщества ранее описывались в составе сборной ассоциации листвен-

ничник кустарничково-зеленомошный, указываемой для верхней части лесного пояса Приполярного Урала (Леса..., 1999).

Ассоциация *Laricetum vaccinioso-hylocomiosum* выделена нами на основании согосподства кустарничков (*Vaccinium vitis-idaea* и *Vaccinium uliginosum*) в травяно-кустарничковом ярусе таких сообществ. В зависимости от пропорций распределения проективного покрытия содоминантов в составе данной ассоциации выделены три субассоциации: *typicum*, *uliginoso-hylocomiosum* и *vitis-idaea-hylocomiosum*.

На Приполярном Урале в нижней части горно-лесного пояса нами было выполнено описание лиственничника, предварительно отнесенного к ассоциации *Laricetum ruboso-hylocomiosum* с доминированием *Rubus arcticus* в травяно-кустарничковом ярусе. Однако на данный момент в литературных источниках обнаружить аналогов этого синтаксона не удалось, а выделять новую ассоциацию по одному описанию нецелесообразно. В дальнейшем исследования этого синтаксона будут продолжены.

Редколесья, сложенные *Larix sibirica* являются обычным компонентом подгольцового пояса восточных склонов Северной и Приполярной части Уральского хребта. В заповеднике исследования данной субформации проведены на хребтах Щука-ель-из и Кычил-из. На территории национального парка обследованы сообщества в верхнем течении р. Кожим. Структура древесного яруса сообществ по сравнению с лесными фитоценозами упрощена. Древостой разреженные, обычно двухъярусные. Высота верхнего полога не превышает 12-14 м, диаметр стволов в зависимости от условий произрастания и возраста деревьев варьирует от 10 до 40 см. Доминирует *Larix sibirica*, заметную роль играет *Betula pubescens*. Присутствует примесь *Abies sibirica* и *Picea obovata*. В составе подроста отмечены все древесные породы. Наиболее активно возобновляется береза, лиственница и ель. Подлесок есть всегда и представлен 11 видами деревьев и кустарников. Для сообществ Приполярного Урала характерно доминирование *Betula nana* на фоне высоких показателей сомкнутости этого яруса. На Северном Урале в составе разреженного кустарничкового яруса преобладают *Juniperus sibirica* и *Sorbus sibirica*.

На основании особенностей состава и структуры нижних ярусов в составе субформации выделено четыре группы ассоциаций лиственничных редколесий – лишайниковая, зеленомошная, травяная и сфагновая.

Сообщества лишайниковой группы ассоциаций встречаются единично на территории национального парка и отнесены к ассоциации *Montano-Laricetum dryado-cladinosum* – с доминированием в травяно-кустарничковом ярусе *Dryas octopetala*. Ранее такие сообщества включались в состав лишайниковой ассоциации (Леса..., 1999). Очевидно, что изучение данной группы

лиственничных редколесий необходимо продолжить.

Наиболее распространенными на исследованной территории являются лиственничные редколесья зеленомошной группы ассоциаций. В ее состав включены две крупные ассоциации. Ассоциация *Montano-Laricetum empetroso-myrtilloso-hylocomiosum* объединяет сообщества с доминированием *Vaccinium myrtillus* (субасс. *myrtilloso-hylocomiosum*) в травяно-кустарничковом ярусе. Обычным спутником черники является *Empetrum hermaphroditum*, которая часто выступает в роли содоминанта (субасс. *typicum*). Такие виды, как *Avenella flexuosa*, *Trientalis europaea*, *Solidago virgaurea* не обладают заметным обилием, однако постоянно присутствуют в составе. В травяно-кустарничковом ярусе сообществ, принадлежащих ассоциации *Montano-Laricetum vaccinioso-hylocomiosum* содоминируют кустарнички – *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum* и *Ledum decumbens*. Характерными менее обильными видами являются *Vaccinium vitis-idaea*, *Arctous alpina*, *Rubus chamaemorus*.

Травяные лиственничные редколесья объединяют сообщества с угнетенным мохово-лишайниковым покровом. На склонах хребтов северной части заповедника описаны сообщества, принадлежащие ассоциации *Montano-Laricetum avenellosum*. Для нижних ярусов таких фитоценозов характерно доминирование *Avenella flexuosa* (субасс. *typicum*). В некоторых случаях ранга согосподствующего вида может достигать *Empetrum hermaphroditum* (субасс. *empetroso-avenellosum*). Типичными спутниками луговика и вороники являются представители разнотравья (*Bistorta major*, *Solidago virgaurea* и др.). В пределах национального парка Югыд-ва описаны сообщества редколесий, отнесенные к ассоциации *Montano-Laricetum mixtoherbosum*. К наиболее значимым видам данного синтаксона относятся *Geranium albiflorum*, *Bistorta major*, *Deschampsia glauca* и др. По всей видимости, это сборная ассоциация, которая в процессе получения дополнительных данных будет разделена.

В подгольцовом поясе Северного и Приполярного Урала переувлажненные экотопы часто заняты лиственничными редколесьями сфагновой группы ассоциаций, принадлежащими асс. *Montano-Laricetum vaccinioso-sphagnosum*. Облик травяно-кустарничкового яруса таких сообществ определяется кустарничками (*Vaccinium uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Ledum decumbens*). В мохово-лишайниковом ярусе доминируют сфагновые мхи.

В целом, на данный момент продромус формирования лиственничных лесов и редколесий для малоизученного Уральского региона Республики Коми включает в свой состав 10 ассоциаций.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики» (№ 09-П-4-1032), а также междисциплинарного проекта «Разработка концепции создания Атласа природного наследия Урала» (№ 09-М-45-2002).

ЛИТЕРАТУРА

- Дегтева С.В., Новаковский А.Б. Система эколого-ценотических групп в растительном покрове бассейна верхнего течения реки Печоры // Бот. журн., 2009. Т. 94. № 6. С. 805-824.
- Ипатов В.С. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. СПб., 1998. 93 с.
- Леса Республики Коми / Под ред. Г.М. Козубова, А.И. Таскаева. М., 1999. 332 с.

ПЕЧЁНОЧНИКИ ОЗЕРА БОЛЬШАЯ ЛАГОРТА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

М.В. Дулин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: dulin@ib.komisc.ru

Введение

Озеро Большая Лагорта находится в Воркутинском р-не в 50 км к юго-востоку от пос. Сивомаскинский. Территория расположена в южной части Полярного Урала (Войкарсыннинский горный массив, отроги горы Хардъюс). Уровень высот в районе озера варьирует в пределах 350-950 м над ур. м. В соответствии с геоботаническим районированием Республики Коми (Юдин, 1954) территория исследования относится к подзоне южной лесотундры, Тимано-Печорской подпровинции, Уральскому южно-полярному округу. Высотные пояса растительности представлены горно-тундровым и гольцовым. В растительном покрове преобладают различные типы тундр.

Материалы и методы

Полевые исследования в районе оз. Большая Лагорта проводили с 9 по 13 августа 2010 г. Было выполнено 23 бриофлористических описания. Обследовались основные типы местообитаний: различные типы тундр, прибрежные участки (берега оз. Большая Лагорта, р. Левая Лагорта и ручьев), каменистые осыпи, останцы, нивальные местообитания (снежники), пионерные местообитания (кострища). Коллекция хранится в Гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (СУКО), часть образцов в виде дублетов передана в Гербарий ПАБСИ (КРАВГ).

Результаты работы

Составлен список печеночников оз. Большая Лагорта. Следует отметить, что коллекция в настоящее время обработана еще не полностью и представленные ниже данные имеют предварительный характер. Номенклатура таксонов в основном соответствует «Списку печеночников России» (Konstantinova et al., 2009). Поскольку статус семейства *Lophoziales* Cavars. в настоящее время окончательно не определен, то при проведении анализа мы рассматривали его в прежнем объеме согласно работе В.А. Бакалина (2005). Новые для Республики Коми таксоны отмечены символом (*).

Список таксонов печеночников

оз. Большая Лагорта

- Aneura pinguis* (L.) Dumort.
Anthelia juratzkana (Limpr.) Trevis.
Barbilophozia hatcheri (A.Evans) Loeske
Barbilophozia lycopodioides (Wallr.) Loeske
Blepharostoma trichophyllum (L.) Dumort.
Cephalozia bicuspidata (L.) Dumort.
Diplophyllum taxifolium (Wahlenb.) Dumort.
Gymnomitrium concinnatum (Lightf.) Corda
Gymnomitrium corallioides Nees
Harpanthus flotovianus (Nees) Nees
Isopaches bicrenatus (Schmidel ex Hoffm.) H.Buch
Lophozia ventricosa (Dicks.) Dumort.
Lophozia wenzelii (Nees) Steph.
Marchantia polymorpha L. subsp. *montivagans* Bischl. & Boissel.-Dub.
Marsupella apiculata Schiffn.
 **Marsupella emarginata* (Ehrh.) Dumort. var. *tubulosa*
Nardia geoscyphus (De Not.) Lindb.
Pellia neesiana (Gottsche) Limpr.
Pleurocladula albescens (Hook.) Grolle
Preissia quadrata (Scop.) Nees
Pseudolophozia sudetica (Nees ex Huebener) Konstant. & Vilnet
Ptilidium ciliare (L.) Hampe
 **Scapania crassiretis* Bryhn
Scapania paludicola Loeske & Mull.Frib.
Scapania paludosa (Mull.Frib.) Mull.Frib.
Schistochilopsis opacifolia (Culm. ex Meyl.) Konstant.
Schljakovia kunzeana (Huebener) Konstant. & Vilnet
Sphenolobus minutus (Schreb.) Berggr.
Sphenolobus saxicola (Schrad.) Steph.
Tetralophozia setiformis (Ehrh.) Schljakov
Tritomaria quinqueidentata (Huds.) H.Buch

Обсуждение результатов

В окрестностях оз. Большая Лагорта выявлен 31 вид печеночников, принадлежащий 12 семействам и 24 родам. Таксоны относятся к отряду Marchantiophyta и двум классам Marchantiopsida (одно семейство, два рода, два вида) и Jungermanniopsida (11 семейств, 22 рода, 29 видов). Исследованная флора включает преимущественно широко распространённые и обычные для горных территорий таксоны. Редких и включённых в Красную книгу Республики Коми

(2009) видов печеночников не выявлено. Интерес вызывают находки нескольких таксонов. Так, арктомонтанный вид *Scapania crassiretis* и разновидность горного печеночника *Marsupella emarginata* var. *tubulosa* впервые выявлены во флоре Республики Коми. Кроме того, для недавно обнаруженного нами на Приполярном Урале арктомонтанного печеночника *Schistochloopsis opacifolia*, чье распространение и экология в республике требуют пристального изучения, приводится новое местонахождение.

Таксономический анализ показал, что к числу ведущих семейств (с числом видов выше среднего – 2.6) относятся три семейства – *Lophoziaceae* Cavers. (12 видов, или 38.7% всех видов), *Scapaniaceae* Migula (четыре вида, или 12.9%) и *Gymnomitriaceae* Н. Klinggr. (четыре вида, или 12.9%). Одновидовых семейств семь – это *Aneuraceae* Н. Klinggr., *Antheliaceae* R.M. Schust., *Geocalycaceae* Н. Klinggr., *Pelliaceae* Н. Klinggr., *Pseudolepicoleaceae* Fulford & J. Taylor, *Ptilidiaceae* Н. Klinggr., *Solenostomataceae* Stotler & Crand.-Stotl., а двувидовых два – *Cephalozia* Mig. и *Marchantiaceae* Lindl. Вместе они включают 35.5% всего видового состава флоры. Ведущими родами (с числом видов выше среднего – 1.3) являются *Scapania* (Dumort.) Dumort. (три вида, или 9.7%), *Barbilophozia* Loeske, *Gymnomitrium* Corda, *Lophozia* (Dumort.) Dumort., *Marsupella* Dumort., *Sphenolobus* (Lindb.) Berggr. (по два вида, или 6.5%). Одновидовых родов 18, двувидовых – пять. Их доля составляет 90.3% всей флоры. Присутствие семейств *Antheliaceae* R.M. Schust., *Gymnomitriaceae* Н. Klinggr. и родов *Anthelia* (Dumort.) Dumort., *Diplophyllum* (Dumort.) Dumort., *Gymnomitrium* Corda, *Marsupella* Dumort., *Pleurocladula* Grolle, *Tetralophozia* (R.M. Schust.) Schljakov, *Sphenolobus* (Lindb.) Berggr. указывает на горный характер исследованной флоры печеночников.

В результате географического анализа (по: Константинова, 2000) установлено, что основу (87.1% всех видов) флоры оз. Большая Лагорта формируют арктобореально-монтанные (15 видов, или 48.4% всех видов) и арктомонтанные (12, или 38.7%) виды. Это характерно для горных флор печеночников Голарктики. В качестве примера первых можно привести такие обычные виды, как *Barbilophozia hatcheri*, *Diplophyllum taxifolium*, *Pellia neesiana*, а вторых – *Anthelia juratzkana*, *Gymnomitrium corallioides*, *Tetralophozia setiformis* и др. Кроме того, отмечены космополитные (*Aneura pinguis*, *Cephalozia bicuspidata*) и монтанные (*Marsupella emarginata*, *Scapania paludosa*) виды. Высокая доля арктомонтанных и присутствие монтанных печеночников при отсутствии бореальных таксонов является ярким выражением горно-тундрового характера исследованной флоры.

Большинство выявленных печеночников имеют циркумполярный (28 видов, или 90.3% всех видов) и почти циркумполярный (*Scapania cras-*

siretis, *Scapania paludosa*) типы ареала, что хорошо согласуется с общей тенденцией, отмечающейся для флор печеночников Севера Голарктики (Константинова, 1998). Отмечен также один амфиокеанический вид – *Harpanthus flotovianus*.

По отношению к влажности субстрата (по: Шляков, 1976, 1979-1982) в исследованной флоре преобладают виды, тяготеющие к местообитаниям с умеренными условиями увлажнения, это мезофиты (15 видов, или 48.4% всех видов) и гигро-мезофиты (пять видов, или 16.1%). К мезофитам, например, относятся такие печеночники, как *Diplophyllum taxifolium*, *Ptilidium ciliare*, *Tritomaria quinquedentata* и др., а к гигро-мезофитам – *Blepharostoma trichophyllum*, *Cephalozia bicuspidata*, *Preissia quadrata* и др. Следует отметить, что преобладание мезофитов является характерной чертой флор печеночников европейского севера России. Значительна доля гигрофитов (шесть видов, или 19.4%), что, вероятно, обусловлено наличием большого числа переувлажненных экотопов и климатическими особенностями территории. К гигрофитам относятся, например, такие таксоны, как *Anthelia juratzkana*, *Pleurocladula albescens* и др. Кроме того, во флоре отмечены также гигро-гидрофиты (*Aneura pinguis*, *Harpanthus flotovianus*), мезо-гигрофит (*Scapania paludicola*), ксеро-мезофит (*Sphenolobus saxicola*) и гидрофит (*Scapania paludosa*).

Сравнение видового состава флоры печеночников оз. Большая Лагорта с другими локальными флорами Урала, Печорской низменности и Мезенско-Вычегодской равнины при помощи коэффициента общности видового состава Сьеренсена-Чекановского (K_{sc}) позволило выявить следующие закономерности. Как видно из дендрограммы (см. рисунок), исследованная флора по своему видовому составу наиболее близка другой горной флоре Полярного Урала (Ка), что вполне закономерно. Вместе они образуют хорошо отграниченную группу, имеющую низкий уровень сходства с другими сравниваемыми флорами печеночников. Бореальные равнинные флоры (Со, По, Си, Як, До) формируют обладающую высоким сходством группу. Последняя сравнительно близка горно-лесным флорам Приполярного (Во) и Полярного Урала (Ен). Несколько обособлена от них равнинная лесотундровая флора (Ро).

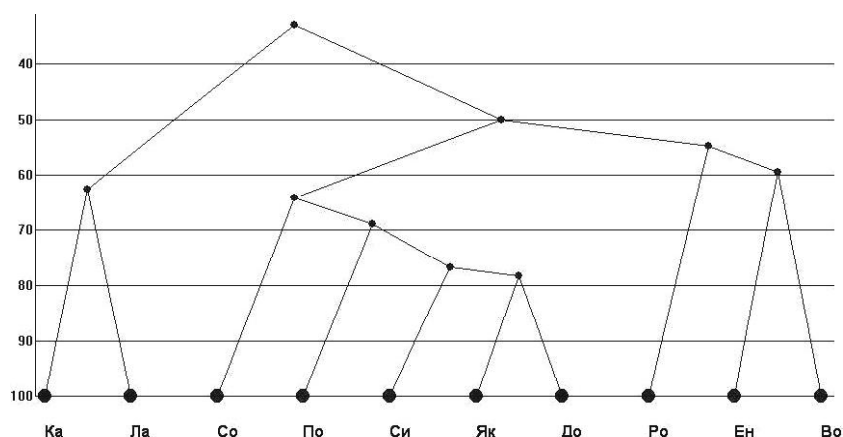
Эколого-ценотический анализ флоры печеночников оз. Большая Лагорта показал, что наиболее богатыми (по количеству отмеченных видов) являются прибрежно-водные местообитания (19 видов). На камнях и слабозащитной почве по берегам реки и озера произрастали *Anthelia juratzkana*, *Marchantia polymorpha* subsp. *montivagans*, *Pellia neesiana* и др. На заболоченных участках, расположенных по берегу озера, отмечены *Aneura pinguis* и *Scapania paludosa*. На прибрежных луговинах выявлены

Barbilophozia hatcheri, *Barbilophozia lycopodioides*, *Ptilidium ciliare*. В тундрах найдено примерно столько же печеночников (18 видов). Здесь среди мхов и лишайников в напочвенном покрове обычно встречаются *Barbilophozia hatcheri*, *Ptilidium ciliare*, *Tritomaria quinquedentata* и др. На камнях произрастают *Diplophyllum taxifolium*, *Lophozia ventricosa*, *Tetralophozia setiformis*. На мерзлотных медальонах можно найти *Anthelia juratzkana* и *Gymnomitrium concinatum*. В скально-каменистых местообитаниях (останцы, курумники) отмечено шесть обычных для каменистых субстратов печеночников – *Diplophyllum taxifolium*, виды родов *Gymnomitrium* и *Sphenolobus*, *Tetralophozia setiformis*. В нивальных местообитаниях найдены *Anthelia juratzkana* и *Pleurocladula albescens*. На нарушенных участках (кострище оленеводов) отмечен пионерный вид *Isopaches bicrenatus*.

Таким образом, флора печеночников оз. Большая Лагорта (учитывая характер таксономической, географической и эколого-ценотической структуры) обладает характерными для Уральской горной системы горно-тундровыми чертами и соответствует зональным и высотно-поясным условиям, в которых формируется.

Автор признателен Н.А. Константиновой за помощь в определении новых для Республики Коми таксонов, а также А.Б. Новаковскому за возможность использования программного модуля «GRAPHIS» для Microsoft Excel.

Работа выполнена по теме «Инвентаризация биоразнообразия существующих ООПТ РК и Выявление перспективных для включения в систему ООПТ РК новых объектов и природных комплексов» в рамках проекта ПРООН/ГЭФ



Дендрограмма, отражающая сходство локальных флор печеночников: Ка – р. Большая Кара; Ла – оз. Большая Лагорта; Со – р. Сойва; По – дер. Поруб-Кеповская; Си – оз. Синдорское; Як – пос. Якша; До – оз. Дон-ты; Ро – р. Большая Роговая; Ен – заказник «Енганэпэ»; Во – р. Войвож-Сыня.

(2008-2013 гг.) при частичной финансовой поддержке программы Президиума РАН № 23 «Биологическое разнообразие» (Рег. № 09-П-4-1032) и РФФИ (проекты № 09-04-00281-а и 09-04-10078-к).

ЛИТЕРАТУРА

Бакалин В.А. Монографическая обработка рода *Lophozia* (Dumort.) Dumort. s. str. М.: Наука, 2005. 239 с.

Константинова Н.А. Основные черты флор печеночников севера Голарктики (на примере сравнительного анализа флоры печеночников Мурманской области): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1998. 35 с.

Константинова Н.А. Анализ ареалов печеночников севера Голарктики // *Arctoa*, 2000. № 9. С. 29-94.

Шляков Р.Н. Печеночные мхи Севера СССР. Л.: Наука. (Вып. 1, 1976. 91 с.; Вып. 2, 1979. 191 с.; Вып. 3, 1980. 188 с.; Вып. 4, 1981. 220 с.; Вып. 5, 1982. 195 с.).

Юдин Ю.П. Геоботаническое районирование // Производительные силы Коми АССР. М.-Л., 1954. Т. 3. Ч. 1. С. 323-359.

Konstantinova N.A., Bakalin V.A., Andrejeva E.N. et al. Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia // *Arctoa*, 2009. № 18. С. 1-64.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДИКИХ РОДИЧЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Жук

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова

E-mail: MikZhuk@gmail.com

Потребности человечества в обеспечении продовольствием возрастают с каждым годом. В связи с чем поиск новых источников генов для культивируемых видов в целях увеличения их продуктивности, скороспелости, устойчивости к патогенам и неблагоприятным условиям выращивания становится все более актуальным. Таким образом, возрастает ценность и роль гене-

тических ресурсов растений как исходного материала, составной частью которого являются дикие родичи культурных растений (ДРКР). Как неотъемлемая часть любой флоры родичи культурных растений испытывают давление от все более усиливающейся антропогенной нагрузки. Учитывая перечисленные проблемы, основной задачей нашей работы стало изучение распро-

транения ДРКР на территории Архангельской области в связи с разработкой рекомендаций по сохранению их генофонда.

Данный район неоднократно изучался ботаниками-флористами: А.Н. Бекетовым, И.А. Перфильевым, Ю.Д. Цинзерлингом, А.И. Толмачевым, В.М. Шмидтом и др. Начало флористическим исследованиям на территории современной Архангельской области было положено И.И. Лепехиным в 1772 г. В гербарных коллекциях России (LE, LECB, SYKO, WIR и др.) хранится огромный фактический материал, собранный в многочисленных экспедициях. В 2005 г. В.М. Шмидтом были опубликованы конспект флоры Архангельской области и результаты ее анализа, а также предложена оригинальная схема флористического районирования (Шмидт, 2005). В составе флоры Архангельской области (без Ненецкого автономного округа), по указаниям В.М. Шмидта, насчитывается 1098 видов сосудистых растений, относящихся к 430 родам и 97 семействам. Целенаправленное изучение разнообразия ДРКР на данной территории до настоящего времени не проводилось.

По результатам двухлетних самостоятельных исследований можно сказать, что на территории Архангельской области произрастает 592 вида ДРКР из 50 семейств, из которых аборигенных – 333 и адвентивных – 259. На данном этапе работы в изучение были включены только родичи культурных растений пищевого, кормового и технического назначения, так как для удовлетворения жизненных потребностей человека, а также для обеспечения продовольственной безопасности страны первоочередное значение имеют генетические ресурсы растений с данным характером использования. Таким образом, было исследовано распределение 229 аборигенных видов ДРКР из 22 семейств на исследуемой территории.

Наиболее полное представление о распространении видов дают карты ареалов. Для изучения локализации видов ДРКР на территории Архангельской области были построены оригинальные электронные карты их ареалов. Для построения карт были использованы данные гербарных коллекций, обобщена опубликованная информация, электронные источники (www.agroatlas.ru) (Афонин и др., 2008), а также результаты личных экспедиционных сборов. Таким образом, произведено уточнение данных о произрастании аборигенных видов ДРКР на данной территории, выявлены новые места произрастания адвентивных видов ДРКР (*Festuca arundinacea* Schreb., *Linum catharticum* L., *Melilotus albus* Medik., *Medicago sativa* L., *Pisum arvense* L.) на территории Архангельской области.

Для того, чтобы получить объективные показатели для выделения наиболее репрезентативных по составу ДРКР районов, был проведен анализ видового разнообразия родичей фло-

ристических районов Архангельской области с использованием матриц мер пересечения (табл. 1) и включения (табл. 2) (Семкин, Комарова, 1977; Семкин, 1987). В работе мы использовали флористическое районирование В.М. Шмидта (2005) (см. рисунок).

В целом анализ матрицы мер включения показывает, что видовое разнообразие ДРКР изучаемых районов достаточно близкое. Все коэффициенты мер включения высокие, не менее 0.56. Матрицу мер включения можно визуализировать с помощью ориентированного графа (орографа) (Семкин, 1987). Нами был построен орограф мер включения, в вершинах которого находятся флористические районы, расположенные в соответствии с их положением на карте-схеме (см. рисунок). В орографе отражены меры включения с коэффициентом более 0.9. Таким образом, из 12 флористических районов можно выявить три наиболее репрезентативных района: Беломорско-Кулойский, Емецкий, Онежский.

Беломорско-Кулойский район по флористическому составу ДРКР отражает состав других флористических районов на 90-99% в зависимости от района, т.е. в нем максимально представлено разнообразие ДРКР на территории Архангельской области. При этом специфических видов в данном районе тоже большинство – семь (табл. 3). Дифференциальные виды ДРКР на данной территории представлены, например, циркумполярным арктическим видом *Poa glauca*, евразийским гипоаркто-монтанным видом *Astragalus norvegicus*, евразийским лесостепным видом *Vicia tenuifolia* и др. Флористическое разнообразие можно объяснить тем фактом, что расположение данного флористического района совпадает с Беломорско-Кулойским плато, территория которого «сложена пермскими и каменноугольными породами (гипсами, известняками, доломитами), перекрытыми довольно тонким слоем четвертичных отложений и часто в виде обнажений выходящими на поверхность. Нередко встречаются и ледниковые образования: камы, озы, моренные холмы» (Шмидт, 2005). Таким образом, в этом районе представлено уникальное многообразие мест обитания для широкого спектра видов – от арктических до лесостепных.

Разнообразие ДРКР восьми флористических районов также включено в разнообразие ДРКР Онежского р-на с коэффициентами от 0.91 до 0.98. Скорее всего, это связано с тем, что данную территорию с северо-запада на юго-восток пересекает невысокий кряж Ветренный Пояс, что увеличивает количество экологических ниш в данном районе, а следовательно, и флористическое разнообразие. Для данного района характерен один специфический бореальный европейский вид – *Rumex hydrolapathum*, имеющий на данной территории восточную границу своего ареала.

Таблица 1

Матрица пересечения видового состава ДРКР флористических районов

	Нессенский	Беломорско-Кулойский	Мезенско-Косминский	Пинежско-Мезенский	Вожгородский	Онежский	Кожозерский	Емецкий	Северодвинский	Лачский	Няндомский	Вычегодский
Нессенский	82	81	74	74	74	77	69	73	76	68	69	70
Беломорско-Кулойский	144	144	94	98	96	119	88	114	107	92	99	105
Мезенско-Косминский		95	95	83	85	88	78	84	86	79	81	84
Пинежско-Мезенский			99	99	86	93	81	90	88	83	83	86
Вожгородский				99	99	86	77	89	87	80	83	83
Онежский					130	130	89	105	102	90	99	106
Кожозерский							91	85	83	84	84	84
Емецкий								116	101	91	99	101
Северодвинский									112	87	95	98
Лачский										97	90	91
Няндомский											109	96
Вычегодский												114

Таблица 2

Матрица мер включения и сходства видового состава ДРКР флористических районов

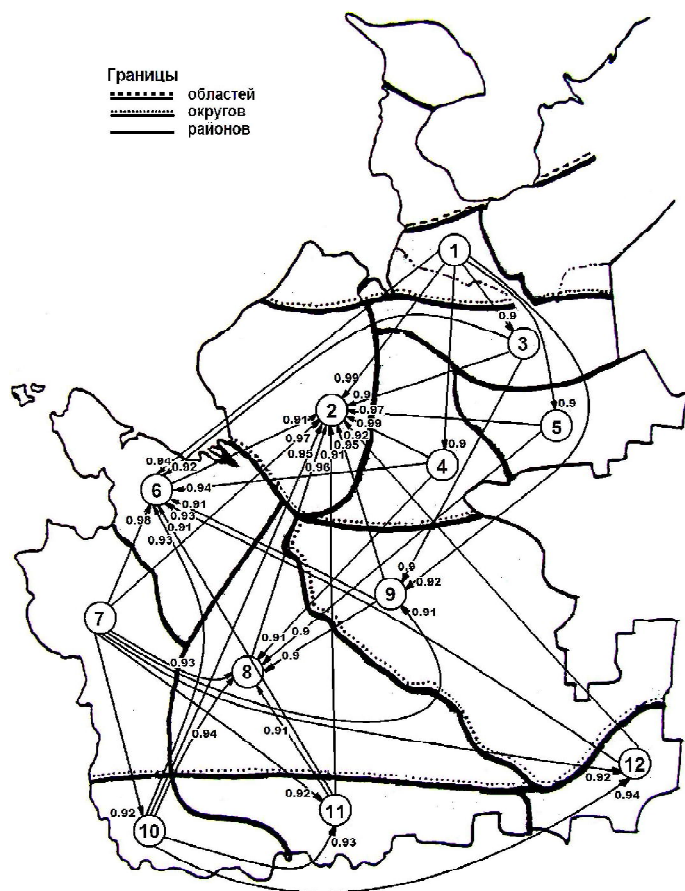
	Нессенский	Беломорско-Кулойский	Мезенско-Косминский	Пинежско-Мезенский	Вожгородский	Онежский	Кожозерский	Емецкий	Северодвинский	Лачский	Няндомский	Вычегодский
Нессенский	1	0.99	0.90	0.90	0.90	0.94	0.84	0.89	0.92	0.83	0.84	0.85
Беломорско-Кулойский	0.56	1	0.65	0.68	0.66	0.82	0.61	0.79	0.74	0.64	0.69	0.73
Мезенско-Косминский	0.78	0.99	1	0.87	0.89	0.92	0.82	0.88	0.90	0.83	0.85	0.88
Пинежско-Мезенский	0.75	0.99	0.84	1	0.87	0.94	0.82	0.91	0.89	0.84	0.84	0.87
Вожгородский	0.75	0.97	0.86	0.87	1	0.87	0.78	0.90	0.88	0.81	0.84	0.84
Онежский	0.59	0.91	0.67	0.71	0.66	1	0.68	0.81	0.78	0.69	0.76	0.81
Кожозерский	0.76	0.97	0.86	0.89	0.84	0.98	1	0.93	0.91	0.92	0.92	0.92
Емецкий	0.62	0.96	0.71	0.76	0.75	0.89	0.72	1	0.85	0.77	0.84	0.85
Северодвинский	0.68	0.95	0.77	0.78	0.77	0.91	0.74	0.90	1	0.77	0.85	0.87
Лачский	0.70	0.95	0.81	0.85	0.82	0.93	0.86	0.94	0.89	1	0.93	0.94
Няндомский	0.63	0.91	0.74	0.76	0.76	0.91	0.77	0.91	0.87	0.82	1	0.88
Вычегодский	0.61	0.92	0.73	0.75	0.73	0.93	0.73	0.88	0.86	0.80	0.84	1

Распределение видов ДРКР по флористическим районам

№	Название района	Общее количество видов	Количество специфических видов	Специфические (дифференциальные) виды
1	Нессенский	82	1	<i>Rumex graminifolius</i> Lamb.
2	Беломорско-Кулойский	144	7	<i>Bromopsis pumpelliana</i> (Scribn.) Holub ssp. <i>pumpelliana</i> (Scribn.) Holub; <i>Festuca brachyphylla</i> Schult. et Schult.fil.; <i>Poa glauca</i> Vahl; <i>Astragalus norvegicus</i> Grauer (<i>A. oroboides</i> Hornem.); <i>Hedysarum arcticum</i> B.Fedtsch.; <i>Trifolium lupinaster</i> L.; <i>Vicia tenuifolia</i> Roth
3	Мезенско-Косминский	94	0	
4	Пинежско-Мезенский	99	1	<i>Lotus borealis</i> Min.
5	Вожгордский	99	3	<i>Agrostis korczaginii</i> Senjan.-Korcz.; <i>Agrostis mertensii</i> Trin. ssp. <i>borealis</i> (Hartm.) Tzvel.; <i>Artemisia tilesii</i> Ledeb.
6	Онежский	128	1	<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.
7	Кожозерский	91	0	
8	Емецкий	118	0	
9	Северодвинский	111	0	
10	Лачский	97	0	
11	Няндомский	107	0	
12	Вычегодский	113	2	<i>Agrostis vinealis</i> Schreb. <i>Chenopodium acerifolium</i> Andrz.

Также выделился Емецкий флористический район, разнообразие ДРКР шести флористических районов включено в его состав с мерами включения не выше 0.94. Такая представлен-

ность различных видов ДРКР в данном районе, скорее всего, связана с тем, что на этой территории накладываются ареалы западных, восточных и южных видов.



Орограф мер включения ДРКР флористических районов ($n \geq 0.9$). Цифры соответствуют номерам флористических районов табл. 3

Кроме этого, следует отметить два флористических района: Вожгорский, видовое разнообразие ДРКР которого включено в состав разнообразия Беломорско-Кулойского района на 97 и Емецкого – на 90 %; Вычегодский, видовое разнообразие ДРКР которого включено в таковое Беломорско-Кулойского района на 92 и Онежского – на 93%. Специфические виды Вожгорского района: *Artemisia tilesii* (арктический азиатско-американский вид) и *Agrostis korczaginii* (эндемик Урала) имеют на данной территории западные границы своих ареалов, а *Agrostis mertensii* ssp. *borealis* (голарктический вид), основной ареал которого располагается северо-восточнее, имеет здесь единичные оторванные местонахождения. Дифференциальные виды Вычегодского района – европейский бореальный вид *Agrostis vinealis* и лесостепной евросибирский вид *Chenopodium acerifolium* – имеют здесь северные границы своих ареалов.

Самыми флористически неоригинальными по составу ДРКР районами оказались Нессенский и Кожозерский. Разнообразие ДРКР этих районов довольно полно представлено в Беломорско-Кулойском районе – на 99 и 97 % соответственно. В других прилегающих районах, разнообразие ДРКР этих районов также представлено, правда, с меньшими процентами. Самый северный район изучаемого региона (Нессенский) имеет свой специфический арктический евразийский вид *Rumex graminifolius*.

По результатам анализа карт ареалов и матриц мер включения, наиболее репрезентативным по составу ДРКР является Беломорско-Кулойский район. На его территории располагается Пинежский государственный заповедник, в составе флоры которого насчитывается 83 вида аборигенных родичей культурных растений. Сохранение генофонда ДРКР в составе существующей системы охраняемых природных территорий – один из наиболее рациональных приемов *in situ* сохранения генетических ресурсов растений. Таким образом, на территории этого заповедника уже надежно сохраняется 57.6% разнообразия ДРКР данного флористического района и 36% всего разнообразия ДРКР Архангельской области.

Для выявления отдельных дифференциальных видов в других флористических районах, видов, находящихся на границах своих ареалов, имеющих оторванные места обитания, на

изучаемой территории необходимы дополнительные специальные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И. Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения // <http://www.agroatlas.ru>.

Семкин Б.И. Теоретико-графовые методы в сравнительной флористике // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики: Матер. II рабочего совещ. по сравнительной флористике. Л.: Наука, 1987. С. 142-148.

Семкин Б.И., Комарова Т.А. Анализ фенологических описаний с использованием мер включения (на примере растительных сообществ долины р. Амгуэмы на Чукотке) // Бот. журн., 1977. Т. 61. № 1. С. 54-63.

Флора северо-востока европейской части СССР // Под ред. А.И. Толмачева. Л., 1974. Т. 1-4.

Шмидт В.М. Флора Архангельской области. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2005. 346 с.

ЗАМЕТКИ ОБ ОНТОМОРФОГЕНЕЗЕ *SOLANUM DULCAMARA* L. (*SOLANACEAE*)

И.А. Журавлева, Ю.А. Бобров*

Вятский государственный гуманитарный университет

E-mail: S-dulcamara@yandex.ru

* Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: orthilia@yandex.ru

Несмотря на то, что учение о жизненных формах растений имеет достаточно длительную историю, проблема изменения биоморф в онтогенезе отдельной особи по сей день является актуальной. Возрастные изменения организма отражаются на его внешнем облике (габитусе), следовательно, проявляются в смене одних жизненных форм (онтобиоморф) другими. Этот процесс, названный (Хохряков, 1978) онтоморфогенезом, мы понимаем как изменение габитуса растения в процессе его индивидуального развития.

К настоящему времени сформировалось два направления: одни исследователи (школа Т.А. Работнова – А.А. Уранова), говоря об изменениях растения в процессе развития на основе физиологических признаков (в первую очередь – способности к цветению), выделяют возрастные состояния; другие (школа И.Г. Серебрякова) – описывают фазы морфогенеза, основываясь на особенностях морфологии. Эти подходы часто противопоставляют, говоря, что «этапы онтогенеза (генеративного развития) – это одно, а этапы морфогенеза (изменения вегетативной сферы, т.е. самого тела растения) – другое», но «на практике при выделении этапов онтогенеза пользуются признаками изменения именно ЖФ [жизненной формы – *расшифровка наша*], т.е. выделяя онтобиоморфы» (Мазуренко, 1986).

Описывая процесс изменения жизненных форм растения в его онтогенезе, вслед за М.Т.

Мазуренко (1986 и др.) мы выделяем онтобиоморфы, отличающиеся между собой морфологически, в пределах фаз онтоморфогенеза. При этом фазы мы понимаем как процесс перестройки габитуса, а онтобиоморфы – как дискретные структуры, формирующиеся в ходе этого процесса.

Настоящее сообщение посвящено рассмотрению онтоморфогенеза паслена сладко-горького (*Solanum dulcamara*) – летнезеленого вегетативно-подвижного поликарпического явноплицентрического длиннокорневищного многолетнего растения с симподиально нарастающими в разной степени одревесневающими осями из серии монокарпических побегов, относящегося к сем. *Solanaceae* Juss., подроду *Solanum*. Естественный ареал охватывает всю Европу и часть Западной Сибири; как заносное паслен встречается в Предкавказье, Средней Азии и Северной Америке.

Исследование основано на собственных сборах на территории Кировской (2009-2010 гг.) и Ярославской (2010 г.) областей, а также на материалах фондов гербарной коллекции ВятГГУ и гербариев LE, MHA, SYKO, IBIW, TK, NS, NSK, MW, MOSP и SYKT. Всего просмотрено более трех тысяч побегов и побеговых систем.

Жизненная форма описана с использованием сравнительно-морфологического метода (Серебряков, 1952, 1954 и др.); характеристика биоморфы основана на классификации жизнен-

ных форм И.Г. Серебрякова (1962, 1964) с применением синтетического подхода.

В онтоморфогенезе *S. dulcamara* мы выделяем четыре фазы и шесть онтобиоморф.

Фаза I – фаза формирования семени начинается с момента образования зиготы и продолжается до прорастания семени; в результате образуется *онтобиоморфа 1* – семя. Оно от желтого до светло-коричневого цвета овальной формы размером 2×3 мм, сплюснутое с боков. Поверхность семени шероховатая. Семядоли молочного цвета, гладкие. Согнутый или спиральный зародыш располагается в центре или на периферии семени, занимая часть его объема (Поддубная-Арнольди, 1982). А.Л. Тахтаджян (1987) характеризует эндосперм как обильный; Г.Я. Жукова (1987) говорит об эндосперме как о нескольких слоях клеток. Семена созревают в плодах (ягодах) к концу вегетационного сезона (сентябрь-октябрь), затем опадают на поверхность земли и зимуют под снежным покровом. Весной семена всходят. Наши лабораторные опыты показали, что для прорастания семян необходимы комплексные условия: рыхлый субстрат, хорошо прогретая почва, влага, отсутствие света. Вероятно, поэтому семенные особи встречаются крайне редко.

Фаза II – фаза формирования одноосного растения продолжается от начала прорастания семени до конца первого вегетационного сезона; длительность – 1 вегетационный сезон. За это время сменяются две онтобиоморфы:

1) после прорастания семени развивается *онтобиоморфа 2* – вегетативно-неподвижное моноцентрическое стержнекорневое моноподиально нарастающее травянистое растение;

2) во время цветения трогается в рост верхняя почка первичного побега, что приводит к формированию *онтобиоморфы 3* – вегетативно-неподвижного моноцентрического стержнекорневого симподиально нарастающего многолетнего растения.

Основное отличие третьей онтобиоморфы от второй в том, что ее надземная часть – симподиальная ось из серии монокарпических побегов, базальный участок которой одревесневает и с почками регулярного возобновления сохраняется до следующего вегетационного сезона.

Фаза III – фаза куцения продолжается с момента формирования побегов замещения на резиде одноосного растения до распада каудекса. Фаза может длиться до 10 лет и включает две онтобиоморфы:

1) весной следующего года жизни особи на резиде разворачиваются почки регулярного возобновления, и начинается становление *онтобиоморфа 4* – вегетативно-неподвижный поликарпический моноцентрический каудексовый симподиально нарастающий прямостоячий полукустарник; отличие от *онтобиоморфы 3* состоит в образовании одноглавого, а затем многоглавого каудекса;

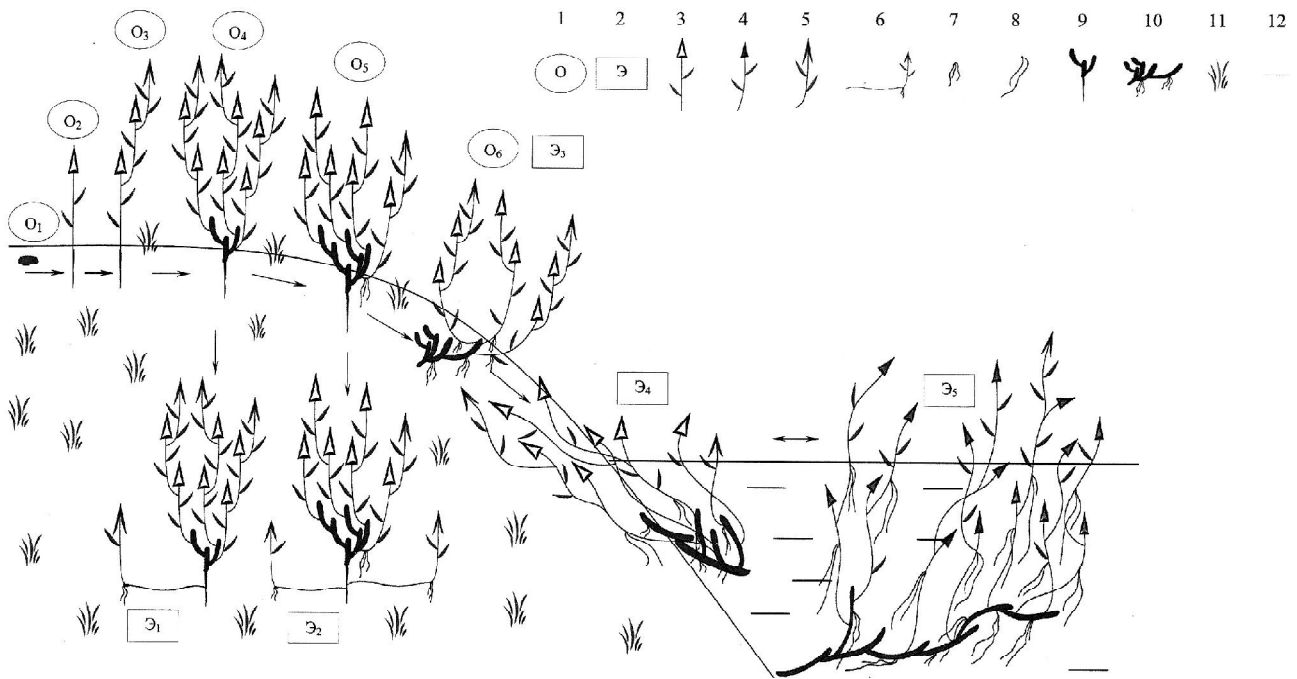
2) на четвертый-пятый год начинает формироваться *онтобиоморфа 5* – вегетативно-слабоподвижный поликарпический неявнополицентрический каудексово-длиннокорневищный симподиально нарастающий прямостоячий полукустарник; появление такой жизненной формы связано с развитием мощных удлиненных побегов условно первого порядка ветвления, которые лежат основанием и укореняются в год формирования; особь приобретает определенную вегетативную подвижность и новые центры закрепления в субстрате, которые, однако, внешне сложно выявить.

В третьей фазе при развитии растения на рыхлом субстрате могут образоваться корневые отпрыски на горизонтально растущих корнях первого порядка ветвления. В результате возникает *экобиоморфа 1* (или *экобиоморфа 2*) (термин «экобиоморфа» по: Быков, 1962) – вегетативно-подвижный поликарпический явнополицентрический каудексово-корнеотпрысковый (каудексово-длиннокорневищный корнеотпрысковый) симподиально нарастающий прямостоячий полукустарник. При морфологической дезинтеграции происходит потеря связи с первичным кустом, и корневой отпрыск существует автономно. Его жизненная форма: вегетативно-неподвижный поликарпический моноцентрический симподиально нарастающий прямостоячий полукустарник с системой придаточных корней (*онтобиоморфа 1* для раметы).

Фаза IV – фаза формирования корневищного растения начинается с момента партикуляции (термин по: Высоцкий, 1915) особи продолжается до ее гибели. Длительность ее неопределенная: от десятков лет до (в случае омоложения особи за счет развития побегов из спящих почек на более молодых участках побегов) бесконечности. После партикуляции возникает *онтобиоморфа 6* – вегетативно-подвижный поликарпический явнополицентрический длинокорневищный симподиально нарастающий прямостоячий полукустарник. В зависимости от условий среды растение существует в виде трех разных экобиоморф:

1) на суше это прямостоячий полукустарник (*экобиоморфа 3*);

2) в прибрежно-водных условиях формируется *экобиоморфа 4* – вегетативно-слабоподвижный поликарпический явнополицентрический длинокорневищный симподиально нарастающий стелющийся полукустарник; ее корневище находится в водоеме, а побеги текущего года выходят на берег и лежат; придаточные корни образуются только в воде и резко отличаются от таковых на суше – они длинные, сильно ветвящиеся, выполняют в большей степени функцию дыхания и поглощения минеральных веществ, а не закрепления в грунте; побеги на суше не укореняются, одревесневают в меньшей степени и отмирают в течение неблагоприятного периода;



Смена онтобиоморф и экибиоморф в онтоморфогенезе *Solanum dulcamara*.

Условные обозначения: 1 – онтобиоморфа; 2 – экибиоморфа; 3 – побег текущего года с развитым соцветием; 4 – побег текущего года с недоразвитым соцветием (бутоны); 5 – побег текущего года, продолжающий нарастание; 6 – корневой отпрыск; 7 – придаточные корни на суше; 8 – придаточные корни в воде; 9 – каудекс; 10 – корневище из совокупности резидов; 11 – береговая растительность; 12 – водная толща.

3) собственно в воде растение существует в виде *экибиоморфы 5* – вегетативно-подвижного явнополицентрического длиннокорневищного симподиально нарастающего стелющегося кустарника; побеги этих растений не выходят на сушу, во время неблагоприятного периода располагаются в толще воды и сохраняются целиком, поэтому вегетативная подвижность очень высокая; особи с такой жизненной формой не цветут и не плодоносят: соцветия закладываются, но дальше фазы бутонизации не развиваются; соответственно, семенное размножение полностью редуцировано.

Таким образом, в онтоморфогенезе *S. dulcamara* происходит последовательная смена шести онтобиоморф. На основе 4-6 могут формироваться разные экибиоморфы в различных условиях произрастания: на уровне 4 и 5 онтобиоморфы в зависимости от плотности субстрата возникают по две экибиоморфы, на уровне 6 – три в зависимости от влажности среды. При этом в первом случае сформировавшаяся ракета начинает собственный онтоморфогенез, по-видимому, идущий к онтобиоморфе 6 генеты, а во втором возможно только или неопределенно долгое существование в виде экибиоморфы 3, или однонаправленное развитие экибиоморфы 3 в экибиоморфу 4, а затем – экибиоморфу 5. Последние две жизненные формы могут погодиочно сменяться у особи в зависимости от направления отрастания побегов (к берегу или в сторону

открытой воды), но возврат к экибиоморфе 3 невозможен.

ЛИТЕРАТУРА

- Быков Б.А. Доминанты растительного покрова Советского Союза. Алма-Ата, 1962. Т. 2. 436 с.
- Высоцкий Г.Н. Ергеня // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 1915. Т. 7. № 2. С. 1113-1443.
- Жукова Г.Я. *Solanaceae* // Сравнительная эмбриология цветковых растений. Л., 1987. С. 241-248.
- Мазуренко М.Т. Биоморфологические адаптации растений к экстремальным условиям Крайнего Севера. М., 1986. 209 с.
- Поддубная-Арнольди В.А. Характеристика семейств покрытосеменных растений по цитозембриологическим признакам. М., 1982. 352 с.
- Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. М.-Л., 1964. Т. 3. С. 146-208.
- Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М., 1952. 392 с.
- Серебряков И.Г. О методах изучения ритмики сезонного развития растений в геоботанических стационарах // Доклады совещания по стационарным геоботаническим исследованиям. Л., 1954. С. 145-159.
- Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М., 1962. 378 с.
- Тахтаджян А.Л. Система Магнолиофитов. Л., 1987. 439 с.
- Хохряков А.П. Изменение образа жизни растений в онтогенезе // Журн. общей биологии, 1978. Т. XXXIX. № 3. С. 357-372.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ *HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN. В ВОТКИНСКОМ РАЙОНЕ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Е.Н. Зянкина

Удмуртский государственный университет

E-mail: zyankina_e@mail.ru

Адвентивная флора Воткинского р-на Удмуртской Республики (УР) является объектом нашего изучения с 2002 г. За это время выявлено более 360 адвентивных видов высших сосудистых растений. Из них наибольшую опасность как для местной флоры, так и для здоровья человека представляет *Heracleum sosnowskyi* Manden. Этот инвазионный вид быстро расселяется по Воткинскому р-ну. В местах своего произрастания он часто образует мощные заросли, подавляя рост остальных растений. Кроме того, его сок способен вызывать на поверхности кожи человека сильные ожоги. В связи с этим все более актуальной становится разработка мер, контролирующей дальнейшее расселение этого вида. Для этого необходимо проведение исследований, позволяющих оценить масштаб его распространения в Воткинском р-не.

Исходя из этого, нами была поставлена следующая цель – изучить распространение *Heracleum sosnowskyi* в Воткинском р-не УР.

Для достижения данной цели мы поставили перед собой следующие задачи:

1. Выявить местонахождения *Heracleum sosnowskyi*.
2. Охарактеризовать особенности его произрастания.
3. Установить время появления и способ заноса *Heracleum sosnowskyi* в изучаемый район.
4. Наметить меры борьбы с *Heracleum sosnowskyi*.

Воткинский р-н находится в восточной части средней Удмуртии. Он граничит с тремя другими районами УР, а также с Пермским краем. Площадь района составляет 1860 км² (Шумилов, 2008).

Heracleum sosnowskyi – двулетний или многолетний монокарпический вид из семейства *Apiaceae* Lindt. Естественный ареал вида занимает восточную часть Большого Кавказа, восточное и юго-восточное Закавказье, северо-восток Турции. На Кавказе *Heracleum sosnowskyi* растет в среднем и верхнем лесных поясах, на лесных опушках, полянах и т.д. В европейских условиях этот вид предпочитает освещенные места, встречается на опушках, но под полог леса практически не заходит. Чаще *Heracleum sosnowskyi* поселяется на пустошах, залежах, обочинах дорог, берегам водоемов и т.п., в то время как возделанные земли не являются привлекательными для данного вида. В целом, растение предпочитает солнечные места, мало используемые человеком, с влажной плодородной почвой (Майоров, 2010).

В Воткинском р-не УР *Heracleum sosnowskyi* был встречен нами на рудеральных, сеgetальных и естественных местообитаниях. Наиболее крупные заросли этого вида обнаружены в крупных населенных пунктах (села Июльское, Камское, деревни Забегаево, Степаново, у дер. Кварса), у биостанции УдГУ «Сива» и вдоль крупных и малых рек (Сива, Июль, Малая Вотка, Кузеновка). Небольшие локальные участки, занятые *Heracleum sosnowskyi*, найдены вдоль крупных междугородных автодорог, проходящих по территории Воткинского р-на (Воткинский–Ижевск, Воткинский–Пермь, Ижевский–Чайковский), и ряда дорог местного значения (Воткинский–Беркуты, Воткинский–Степаново, Воткинский–Светлое, Верхне-Позимь–Романово). Небольшие группы растений этого вида встречены в ряде других населенных пунктов (г. Воткинский, с. Перевозное, пос. Первомайский, деревни Болгуры, Ледухи, Максимово, Ольхово, Беркуты, Костоваты, Кукуй, Большие Кивары, Пихтовка), вдоль железной дороги Воткинский–Ижевск, на свалках мусора, на полях, в огородах.

Большинство цветущих особей *Heracleum sosnowskyi* достигает в высоту 3-4 м, а сложные зонтики развиваются до 0.5 м в диаметре. Особи данного вида в большинстве случаев имеют хорошее жизненное состояние и не имеют повреждений. Из листьев прикорневых розеток *Heracleum sosnowskyi* часто образуется сплошной покров с проективным покрытием до 95%. Часто вместе с этим видом произрастают *Artemisia vulgaris* L., *Chenopodium album* L., *Urtica dioica* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski. Но из-за создающихся в результате затенения *Heracleum sosnowskyi*. условий растения, растущие рядом с ним, сильно угнетены.

В с. Июльское семена *Heracleum sosnowskyi* были завезены в 1966 г. из г. Сыктывкар для выращивания на пришкольном опытном участке (Л.И. Смирнова, устное сообщение). В данном населенном пункте он был высеван на площади 0.5 га квадратно-гнездовым способом. В первые два года семена не проросли. Только на третий год, после того как поле было вспахано заново, появились первые проростки. Сейчас территория старой школы утопает в зарослях этого вида. В с. Июльское *Heracleum sosnowskyi* можно часто встретить и в других местах: на пустырях между улицами, у пруда, по берегам р. Июль.

В с. Камское семена *Heracleum sosnowskyi* были завезены на опытный участок местной школы в качестве культурного растения, сла-

вящегося отличной силосной культурой. Затем *Heracleum sosnowskyi* пробовали выращивать на полях, но эта попытка не увенчалась успехом. Растение не давало ожидаемого урожая, да и местное население плохо было знакомо с технологиями по правильной уборке силоса. Не войдя в сельское хозяйство в качестве силосной культуры, *Heracleum sosnowskyi* начал активно расселяться по рудеральным и естественным местообитаниям. На возделываемых территориях вид отмечается на огородных участках; отдельные его экземпляры обнаружены также в полях пшеницы у с. Камское.

В окрестностях дер. Кварса *Heracleum sosnowskyi* можно встретить на откосах насыпи шоссе Воткинск–Чайковский, на прилегающих к нему молодых залежах, по берегам р. Сива. В дер. Кварса этот вид не культивировался. Семена его могли попасть в данную местность по р. Сива или с автотранспортом.

Heracleum sosnowskyi отличается высокими темпами расселения. Так, в 2002 г. мы отмечали только единичные вегетирующие экземпляры вдоль дороги Воткинск–Степаново, а уже через пять лет, в 2007 г., здесь были обнаружены небольшие группы особей численностью от 10 и более экземпляров, а также единичные особи в новых местах.

Мощные растения *Heracleum sosnowskyi* своим необычным видом привлекают к себе внимание взрослых и детей. Сок растений, попадая на кожу, может вызывать сильные ожоги. Виной этому является слабая осведомленность местных жителей и дачников об опасных видах растений. Многие сельские хозяйства уже бьют тревогу, так как не знают, как избавиться от растения.

Единственной мерой борьбы с *Heracleum sosnowskyi*, широко применяемой на данный момент в Воткинском р-не, является скашивание, но так как оно проводится нерегулярно, эта мера борьбы неэффективна.

По данным агронома З. Мартыновой из Чувашской Республики (Мартынова, 2008), с *Heracleum sosnowskyi* можно бороться следующим образом: одиночно растущие экземпляры можно выкапывать вручную, главное при этом – срезать корневую шейку, так как почки возобновления на корнях не закладываются. В первый год *Heracleum sosnowskyi* можно уничтожить обычной перекопкой на глубину 5-10 см. На пустующих полях эффективна глубокая вспашка зарослей до созревания семян.

Кроме механических способов борьбы с *Heracleum sosnowskyi* З. Мартынова (2008) предлагает химические способы. Этот вид восприимчив к обработке системными гербицидами – глифосатом и триклопиром. В розничной продаже есть препараты Раундап и Ураган, изготовленные на основе глифосата. Обработку лучше про-

водить до цветения растений, когда можно добраться до центра зараженного участка. Чтобы уничтожить экземпляры, уцелевшие после первого опрыскивания, обработку лучше повторить.

Е. Погорелов (2008) советует такой способ борьбы с борщевиком: весной, как только он начинает отрастать, срезают его зеленые ростки на 2-3 см ниже уровня земли. Затем на место среза ставят жестяную банку и вдавливают ее в землю так, чтобы между ее дном и местом среза остался зазор 3-4 см. Если этого не сделать, то борщевик может выдавить банку и продолжит расти. В темноте сорняк прекращает свое развитие. Банки оставляют до осени, а потом убирают. Но этот способ действует только рано весной, пока борщевик не набрал силу.

Специалистами Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Методическое..., 2008) для борьбы с борщевиком предложено использовать черную полиэтиленовую пленку толщиной более 100 мкм или иглопробивные геотекстильные полотна типа «Геоком Д» или «Геоком ДТМ» с плотностью 100 г/м² и более. Растения *Heracleum sosnowskyi* под черной пленкой погибают через две-три недели, а иглопробивное геополотно позволяет поместить грунт поверх пленки и провести посевы луговых трав, т.е. провести качественную рекультивацию.

Таким образом, в Воткинском р-не УР *Heracleum sosnowskyi* встречается достаточно часто и имеет высокие темпы дальнейшего расселения. Он активно участвует в сложении как рудеральных, так и естественных фитоценозов. По нашим данным, *Heracleum sosnowskyi* в Воткинском р-не УР появился как силосная культура, возделываемая на полях и пришкольно-опытных участках. Единственной широко применяемой мерой борьбы с этим видом в Воткинском р-не является скашивание, но оно не является эффективным, так как проводится нерегулярно. Необходимо применять также и другие меры борьбы с этим растением: глубокую вспашку, химический контроль, механический покос с помощью сенокосилки, использование под пастбища.

ЛИТЕРАТУРА

- Майоров С.Р. *Heracleum sosnowskyi* Manden. // Черная книга флоры средней России: чужеродные виды растений в экосистемах средней России. М.: ГЕОС, 2010. С. 105-114.
- Мартынова З. Как победить борщевик // Приусадебное хозяйство, 2008. № 8. С. 22.
- Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением борщевика Сосновского. Сыктывкар, 2008. 28 с.
- Погорелов Е. Гербицид заменила консервная банка // Приусадебное хозяйство, 2008. № 11. С. 42.
- Шумилов Е.Ф. Воткинский район // Удмуртская Республика: Энциклопедия. Изд. 2-е, исправленное и дополненное. Ижевск: изд-во «Удмуртия», 2008.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛОБАРИИ ЛЕГОЧНОЙ В КОСТРОМСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

Н.В. Иванова

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С.М. Кирова

E-mail: Natalya.dryomys@gmail.com

Эпифитный лишайник *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. является одним из самых популярных объектов исследований лихенологов и специалистов в области охраны природы (Пыстина, 2004). Лобария, как правило, встречается в малонарушенных лесах и поселяется на стволах старых деревьев лиственных пород. В доиндустриальный период лишайник был широко распространен и обычен как в бореальной зоне, так и в тропических лесах.

Интенсивная лесозаготовительная деятельность, повлекшая за собой сокращение площадей старовозрастных лесов, а также загрязнение воздуха привели к сокращению ареала лобарии и полному исчезновению ее в некоторых регионах (Silke Werth, 2005). В связи с этим актуальными являются исследования по изучению распространения лишайника и динамики изменения его ареала под влиянием хозяйственной деятельности человека.

В ходе данного исследования изучены особенности распространения лобарии легочной в левобережной части Костромской области (Костромском Заволжье).

Исследуемая территория расположена в бассейнах трех крупных рек – Костромы, Унжи и Ветлуги и почти полностью относится к подзоне южной тайги (Еремин, 1947).

Для составления наиболее полной картины распространения лобарии на данной территории обобщены данные собственных полевых исследований и результаты природоохранных проектов, проводившихся на территории области, также просмотрены гербарные коллекции Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург), краеведческие материалы и литературные источники, проведен опрос среди биологов, работающих в Костромской области. В результате собраны сведения о 62 находках лобарии на территории Костромского Заволжья.

Вся полученная информация была организована в базу данных, разработанную в открытой СУБД PostgreSQL. Данное программное обеспечение позволяет хранить практически неограниченные объемы данных, работать с базой одновременно многим пользователям без опасения за целостность данных, а также интегрировать базу данных в геоинформационную систему. Для визуализации пространственной информации использовалась открытая ГИС QuantumGIS.

На основе собранных данных не удалось достоверно восстановить ареал лишайника в начале XX в. В гербарии БИНа имеются данные толь-

ко о четырех находках лобарии, сделанных на территории Костромской губернии в этот период. Лишайник был отмечен на территории Кологривского уезда, а также в долине р. Ветлуга (современная Нижегородская область). Кроме того, *l. pulmonaria* встречалась в соседних с Костромской губерниях – Вологодской, Вятской и Ярославской.

Согласно литературным данным, в начале прошлого века лобария была обычным лесным видом и имела широкое распространение по всей территории современной Костромской области (Костромское Заволжье, 2001). Эти данные подтверждает также анализ лесной карты, составленной Дюбюком в 1912 г. Согласно ей более 50% территории Костромской губернии было покрыто елово-пихтовыми лесами (Дюбюк, 1912). Следовательно, в начале XX в. лишайник, видимо, имел широкий ареал в пределах исследуемой территории.

В настоящее время *l. pulmonaria* встречается только в северо-восточной части Костромской области на территории восьми административных районов: Вохомского, Кологривского, Межевского, Павинского, Парфеньевского, Пыщугского, Чухломского и Шарьинского (см. рисунок).

Обнаруженные находки лобарии приурочены к четырем лесорастительным районам (ЛР) области, но большая часть находок относится к лесам в границах ЛР Пихто-ельники субнеоморальные подзоны южной тайги на моренных отложениях времени Московского оледенения и коренных карбонатных породах южных отрогов Северных Увалов (Немчинова, 2009). Находки редкого лишайника приурочены к долинам крупных рек, где сохранились участки малонарушенных лесов, а также к поймам малых рек и ручьев.

Лишайник встречается в репрезентативных для южной тайги сообществах и антропогенно трансформированных лесах. На территории заповедника «Кологривский лес им. М.Г. Синицына» отмечено 16% находок, 29% приурочены к старовозрастным малонарушенным осинникам. В лесах, образовавшихся на месте рубок, *L. pulmonaria* встречается единично. Известные находки приурочены к смешанным осиново-еловым лесам (26% встреч), смешанным лесам с участием широколиственных пород (13% встреч), один раз лишайник был встречен в смешанном осиново-сосновом лесу (2% встреч). Также в ходе полевых исследований лобария была отмечена

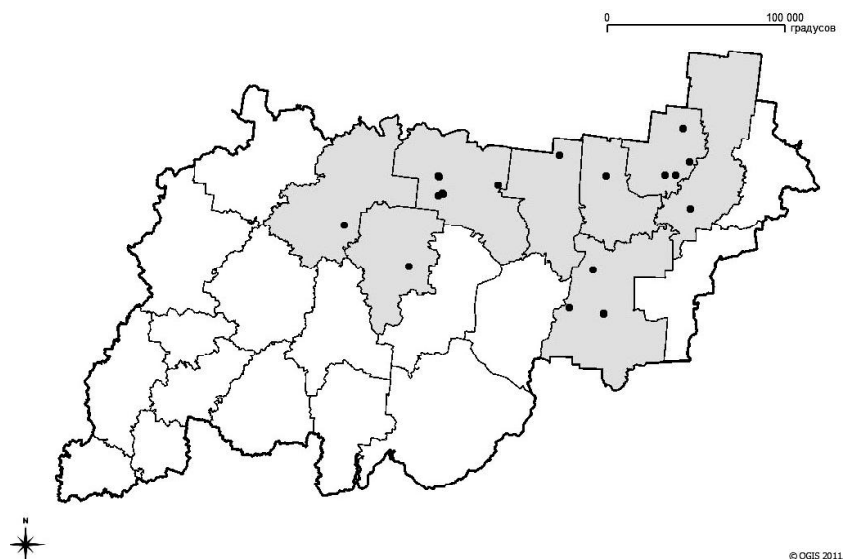
на единичных осинах, оставленных на месте сплошных вырубок (5% находок), однако все описанные талломы обладали низкой жизнеспособностью.

Согласно литературным данным, лобария тяготеет к кореным древесным породам. Однако результаты исследований показали, что самым распространенным форофитом для лишайника на территории Костромской области является осина (*Populus tremula* L.), на стволах которой зафиксировано 57% случаев встреч лишайника. 25% находок приурочены к мертвым стволам рябины (*Sorbus aucuparia* L.); на старых липах (*Tilia cordata* Mill.) вид отмечен в 8% случаев; 3% находок лишайника относятся к мертвым и старым ивам (*Salix caprea* L.). Также необходимо отметить, что в начале XX в. лобария встречалась на ветвях ели (*Picea abies* (L.) Karst.), хотя в настоящее время нет находок, приуроченных к данному форофиту.

В особенно освоенной части Костромской области – юго-западной, популяция лобарии, по видимому, необратимо потеряна. В ходе полевых работ не обнаружено мест обитания лобарии и нет литературных данных о находках лишайника на этой территории. Следовательно, в течение XX в. происходило сокращение ареала лобарии в Костромском Заволжье.

Эта тенденция, видимо, стала результатом лесозаготовительной деятельности. Повсеместное введение в практику лесного хозяйства в начале 50-х гг. прошлого века концентрированных рубок привело к уничтожению коренных пихто-еловых лесов. Большие площади территорий, указанные на карте 1912 г. как пихто-ельники, заняты в настоящий момент вторичными мелколиственными древостоями (Немчинова, 2009). Структура этих лесов далека от структуры коренных сообществ, а согласно исследованиям европейских ученых, устойчивое существование лобарии возможно только в естественно развивающихся экосистемах (Silke Werth, 2005).

Согласно литературным данным, леса вдоль р. Кострома в юго-западной части области были вырублены уже к началу XX в. (Костромское Заволжье, 2001). Видимо, популяция лишайника на этой территории уже тогда была фрагментирована. Дальнейшее увеличение объемов рубок привело к полному исчезновению лишай-



Карта-схема распространения *lobaria pulmonaria* в Костромской области. Серым цветом выделены административные районы, в которых обнаружен лишайник, точками показаны места находок.

ника на этой территории и сокращению его численности на северо-востоке области.

Таким образом, за последние сто лет под влиянием лесозаготовительной деятельности произошло сокращение ареала *Lobaria pulmonaria* на территории Костромского Заволжья, в настоящее время лишайник встречается только в северо-восточной части этой территории. Места обитания лобарии приурочены как к сохранившимся участкам старовозрастных малонарушенных лесов, так и к лесам, образовавшимся на месте сплошных рубок. На сегодняшний день основным форофитом для лишайника являются старовозрастные осины.

ЛИТЕРАТУРА

- Дюбюк Е. Леса Костромской губернии в естественно-историческом отношении / Материалы для оценки земель Костромской губернии. Кострома, 1912. Т. 13. Вып. 1. 215 с.
- Еремин Г. Географический очерк Костромской области. Кострома, 1947. 329 с.
- Костромское Заволжье: природа и человек. Эколого-социальный очерк / Под ред. В.Н. Солнцева и др.. М., 2001. 199 с.
- Немчинова А.В., Иванова Н.В. Тенденции распространения *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в лесах Костромской области / Изучение грибов в биогеоценозах: Матер. 5-й Междунар. конф. Пермь, 2009.
- Пыстина Т.Н., Семенова Н.А. Экологические особенности лишайника *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) в Республике Коми // Бот. журн., 2009. Т. 94. № 1. С. 48-58.
- Silke Werth. Dispersal and persistence of an epiphytic lichen in a dynamic pasture – woodland landscape. Bern, 2005. 121 p.

СОХРАНЕНИЯ ОСОБЕЙ *ALTHAEA OFFICINALIS* L. В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ УДМУРТСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Н.В. Караваева

Удмуртский государственный университет

E-mail: natulka86@inbox.ru

Althaea officinalis L. занесен в Красную книгу Удмуртской Республики (2001) и имеет I категорию редкости. Здесь он находится на северной границе своего ареала. На данный момент на территории республики известно несколько местонахождений этого вида только в одном районе УР – Каракулинском, где он отмечен на пойменных лугах и берегах стариц р. Кама. Угроза исчезновения *Althaea officinalis* L. связана с затоплением и подтоплением его местообитаний водами Нижнекамского водохранилища (Красная книга УР, 2001).

Исчезающие виды наиболее уязвимы и восприимчивы к изменению их местообитаний. Несомненно, что наиболее эффективным способом сохранения биологического разнообразия является сохранение редких и исчезающих видов в природных условиях (*in situ*), однако, это не всегда возможно в силу определенных обстоятельств. И тогда необходима интродукция или реинтродукция таких видов в ботанических садах и других подобных учреждениях (*ex situ*).

В данной статье делается попытка отразить особенности развития особей *Althaea officinalis* L. при интродукции в условиях Ботанического сада УдГУ.

Были изучены сезонные ритмы развития *Althaea officinalis*, возможности семенного размножения, всхожесть семян, особенности онтогенеза. Все исследования проводились на базе Ботанического сада УдГУ в течение 2007-2010 гг.

Поскольку вегетативное размножение *Althaea officinalis* (деление корневища взрослого растения) (Мишуоров и др., 2003) возможно, но малоэффективно, то наиболее приоритетным является семенной способ размножения. Для интродукции использовались семена, собранные в природной ценопопуляции недалеко от дер. Ныргында Каракулинского р-на в 2006 г. В 2007 г. были проведены опыты по семенному размножению *Althaea officinalis*. Было изучено влияние света и низких положительных температур на прорастание семян *Althaea officinalis*. Результаты отражены на рис. 1. Семена прорастают



Рис. 1. Всхожесть семян *Althaea officinalis* L., %.

на третий-пятый день; прорастание семян не зависит от света; всхожесть составляет 66%. Всхожесть после стратификации снизилась до 40%, *Althaea officinalis* является степным видом, и воздействие низких положительных температур нежелательно. При посеве в открытый грунт всхожесть составила 59%, что является достаточно высоким показателем. Кроме того, установлено что показатели всхожести семян алтея при наблюдении нами были выше таковых, полученных специалистами Ботанического сада Института биологии (ИБ) Коми НЦ УрО РАН (40-45%) (Мишуоров и др., 2003).

В табл. 1 приведены данные, характеризующие качество семян, взятых из природной популяции на территории Удмуртии и Ботанического сада ИБ. Семена с территории УР были значительно крупнее, но легче, чем семена из ИБ. Интересно отметить, что, несмотря на меньшую массу, семена алтея из Удмуртии проросли быстрее (3-5 дней) в отличие от семян из Ботанического сада ИБ.

Полученные в ходе эксперимента проростки *Althaea officinalis* были высажены в ботаническом саду УдГУ на хорошо освещенном участке. Известно, что в начальный период развития для особей *Althaea officinalis* требуется повышенная влажность почвы и отсутствие конкуренции с другими видами растений, поэтому необходимо содержать почву на участке в рыхлом состоянии.

Также мы изучали онтогенез *Althaea officinalis*: особи прошли семь онтогенетических состояний (от семян до средневозрастных генеративных особей). Особи алтея растут быстро, при этом генеративного состояния отдельные его особи достигли уже в первый год жизни (34%). Онтогенез *Althaea officinalis* ранее изучался в условиях Агробиологической станции (АБС) МарГУ Республики Марий Эл (Онтогенетический атлас..., 2004). В табл. 2 приведены сравнительные данные, полученные в условиях Республик Удмуртия, Коми и Марий Эл.

Начальные этапы онтогенеза *Althaea officinalis* отличаются незначительно. В отличие от других территорий ювенильные особи, выращенные в Ботаническом саду УдГУ, несколько крупнее, чем в других местах. Различия становятся более заметными начиная со стадии виргинильных особей: высота и число побегов у сравниваемых особей совпадает, а вот размеры листьев сильно различаются (табл. 2).

Что касается генеративной сферы (табл. 3), то различия здесь незначительны, поскольку данные признаки более консервативны. Диаметр

цветка составляет 1.8-3.2, плодов – 0.6-1.1 см, количество мерикарпиев в плоде 12-24. Несмотря на хорошую выполненность семян, интересно отметить, что в условиях ботанического сада УдГУ *Althaea officinalis* не дает самосева.

В период исследований *Althaea officinalis* L. были проведены фенологические наблюдения и выявлены средние сроки наступления фенофаз, которые отражены в табл. 4. Начало весеннего отрастания наблюдается практически сразу после схода снега (5-7 мая). Во второй декаде июня отмечено появление боковых веточек и начало бутонизации. Цветение начинается в конце июля (23 июля) и продолжается до конца сентября (21 сентября). Завязывание плодов происходит в конце июля – начале августа. Окончание вегетации и отмирание наземной части растений наблюдается в конце сентября –

Таблица 1
Характеристика семян *Althaea officinalis* L.
из природной популяции Удмуртии и Ботанического сада ИБ

Место происхождения	Масса 1000 шт. семян, г	Размеры (длина × ширина), мм	Лабораторная всхожесть, %	Время появления первых всходов
Природная популяция УР	1.6	3.0×2.0	40-66	3-5
ИБ	1.7	2.1×1.8	40-45	8-14

начале октября с наступлением заморозков. На территории Республики Коми (Мишуров и др., 2003) начало весеннего отрастания, цветение и плодоношение наступают значительно позже, чем в Удмуртии, что вероятно, обусловлено географическим положением. Вегетация и цветение в условиях Удмуртии продолжительнее, чем в Коми (рис. 2). В условиях УР весеннее отрастание начинается на месяц раньше.

Таким образом, в результате проведенных исследований нами установлено, что в услови-

Таблица 2
Морфометрические параметры особей *Althaea officinalis* L. в Ботанических садах

Онтогенетическое состояние	Ботанический сад	Количество побегов, шт.	Высота побегов, см	Количество листьев, шт	Длина листа, см	Ширина листа, см
р	УдГУ	–	2.5-3.0	–	0.5	0.5-1.2
	МарГУ	–	до 1.4	–	0.3-0.6	0.5-1.5
j	УдГУ	–	3.1-5.0	3-5	1.5 -2.0	1.0-1.5
	МарГУ	–	1.4-3.1	3-6	1.1-1.7	0.9-1.5
im	УдГУ	–	3.5-12.5	5-7	3.0-6.5	2.5-7.0
	МарГУ	–	3.2-7.9	4-7	1.5-4.5	1.5-5.9
v	УдГУ	–	9.0-17.0	8-10	3.5-7.0	4.0-7.0
	МарГУ	–	8.1-23.3	13-16	3.0-4.5	2.8-4.2
	ИБ	1-2	25.0-60.0	–	–	–
g1	УдГУ	1.5	25.0-116.0	13-30	5.5-11.0	5.0-11.0
	МарГУ	1-2	60.0-101.0	–	3.0-5.0	2.0-4.8
	ИБ	1-2	до 60.0	–	–	–
g2	УдГУ	1-18	124.0-205.0	22.0 - 30	9.0-11.5	9.0-12.5
	МарГУ	1-4	102.2-120.0	–	4.4-7.3	3.6-7.1
	ИБ	7-18	135.0-170.0	–	–	–

Таблица 3
Характеристика генеративной сферы особей *Althaea officinalis* L. в Ботанических садах

Место происхождения	Диаметр цветка, см	Длина лепестка, см	Ширина лепестка, см	Диаметр плодов, см	Количество мерикарпиев в плоде, шт.
УдГУ	1.8-3.2	1.0-1.7	1.3-2.1	0.6-1.1	12-24
МарГУ	2.0-3.0	0.8-3.0	0.6-1.0	0.7-1.0	–

Таблица 4
Сезонные ритмы *Althaea officinalis* L. в Ботанических садах УдГУ и ИБ

Место происхождения	Начало вегетации	Начало цветения	Окончание цветения	Завязывание плодов	Созревание семян	Окончание вегетации
УдГУ	Начало мая (5.05)	Третья декада июля (23.07)	Конец сентября (21.09)	Июль-август (2.08)	Август 23.08	Начало октября (4.10)
ИБ	Конец мая – начало июня	Вторая декада августа	–	Сентябрь	–	Сентябрь – октябрь

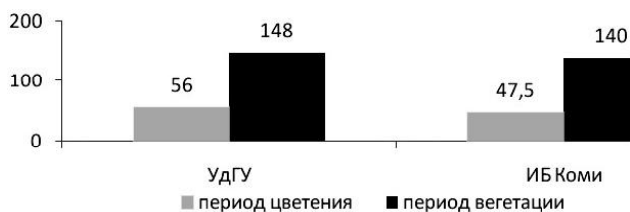


Рис. 2. Периоды вегетации и цветения *Althaea officinalis* L. в Ботанических садах УдГУ и ИБ.

ях интродукции наиболее эффективным является семенной способ размножения *Althaea officinalis*. При этом всхожесть составляет 40-66%. Приживаемость особей при пересадке 100%. За четыре года наблюдений особи прошли семь онтогенетических состояний: от семян до средневозрастных генеративных особей. Растения *Althaea officinalis* развиваются быстро и генеративного возраста отдельные особи достигают в первый год жизни (34% особей). При сравнении сходных показателей по особям *Althaea officinalis* из УР с особями других регионов отмечено более или менее сходные морфометрические параметры, отличия наблюдаются только по размерам листьев. Изучение сезонных ритмов *Althaea officinalis* показало, что они стабильны в условиях Ботанического сада УдГУ, однако опережают по срокам развития особей из Республики Коми, поскольку вегетация на-

чинается почти на месяц раньше. Кроме того, за время исследований особи *Althaea officinalis* достаточно хорошо перенесли неблагоприятные условия внешней среды: зимостойкость составила 45-79%. Однако в условиях ботанического сада отмечено, что растения *Althaea officinalis* поражаются грибковым заболеванием, в результате чего снижается его декоративность.

ЛИТЕРАТУРА

Баранова О.Г. Изучение ценопопуляций растений Красной книги Удмуртской Республики. Ижевск: Удмуртский университет, 2006. 74 с.

Караваева Н.В. Сохранение особей *Althaea officinalis* L. в условиях ботанического сада УдГУ // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира: Матер. III Всерос. науч.-практ. конф. Волгоград: Изд-во AVATARS, 2010. 370 с.

Красная книга Удмуртской Республики: Сосудистые растения, лишайники, грибы / Под ред. В.В. Туганаева. Ижевск: Удмуртский университет, 2001. 290 с.

Мишуров В.П., Портнягина Н.В., Зайнуллина К.С. и др. Опыт интродукции лекарственных растений в среднетаежной подзоне Республики Коми. Екатеринбург: УрО РАН, 2003.

Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола: МарГУ, 2004. Т. 4. 240 с.

Скляревский Л.Я., Губанов И.А. Лекарственные растения в быту. М.: Россельхозиздат, 1987. 272 с.

АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ГОРОДА СЫКТЫВКАР И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Д.В. Кириллов, М.А. Паламарчук

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kirdimka@mail.ru; palamarchuk@ib.komisc.ru

В России в последнее время возрос интерес к микологии. Публикуются списки видов по отдельным регионам и областям России. Большое внимание уделяется изучению грибов на охраняемых территориях (Столярская, Коваленко, 1996; Марина, 2006; Малышева, Малышева, 2008 и др.). Однако работ, посвященных исследованию грибов на нарушенных и урбанизированных территориях очень мало (Мухин и др., 2000; Медведев, Курочкин, 2005; Мухин, Ушакова, 2005 и др.).

Биота одной из крупнейших групп макромицетов – агарикоидных базидиомицетов Республики Коми до сих пор остается не достаточно изученной. Многие районы Республики не затронуты подобными исследованиями. На сегодняшний день наиболее изученным с этой точки зрения является Печоро-Илычский заповедник (Паламарчук, 2005), леса которого являются старовозрастными и не нарушенными. По остальной огромной территории республики мы имеем лишь отрывочные сведения об агарикоидных базидиомицетах. Полностью отсутствуют сведения о грибах в антропогенно нарушенных и подвергающихся рекреационной на-

грузке районах республики. В частности, это относится к г. Сыктывкар и его окрестностям. Получив эти данные, можно в дальнейшем прогнозировать и делать выводы о влиянии антропогенных факторов на биоту грибов, поскольку именно они определяют эволюцию микобиоты на современном этапе (Мухин и др., 2000).

В связи с этим нами была поставлена цель, направленная на выполнение инвентаризации видового разнообразия агарикоидных базидиомицетов г. Сыктывкар и его окрестностей. Для этого были обобщены имеющиеся литературные сведения и выполнены полевые сборы образцов грибов.

На данный момент в Сыктывкаре и его окрестностях с учетом литературных данных выявлено 153 вида агарикоидных базидиомицетов, относящихся к 53 родам, 20 семействам и пяти порядкам (см. таблицу). Причем 13 видов впервые отмечены для Республики Коми. Ведущими семействами являются *Tricholomataceae* (25.0% от общего видового разнообразия), *Russulaceae* (21.7%), *Cortinariaceae* (9.9), *Boletaceae* (9.2), *Strophariaceae*, *Agaricaceae*, *Amanitaceae*, *Coprinaceae* (по 4.6), *Bolbitiaceae* (3.9), что характер-

Таксономическая структура биоты агарикоидных базидиомицетов г. Сыктывкар и его окрестностей

Порядки, семейства (число родов / видов)	Роды (число видов)
AGARICALES (30/76)	
<i>Agaricaceae</i> (3/7)	<i>Agaricus</i> (4), <i>Cystoderma</i> (1), <i>Macrolepiota</i> (2)
<i>Amanitaceae</i> (1/7)	<i>Amanita</i> (7)
<i>Bolbitiaceae</i> (2/6)	<i>Agrocybe</i> (3), <i>Conocybe</i> (3)
<i>Coprinaceae</i> (3/7)	<i>Coprinus</i> (4), <i>Lacrymaria</i> (1), <i>Psathyrella</i> (2)
<i>Entolomataceae</i> (1/2)	<i>Entoloma</i> (2)
<i>Hygrophoraceae</i> (1/2)	<i>Hygrophorus</i> (2)
<i>Pluteaceae</i> (1/1)	<i>Pluteus</i> (1)
<i>Strophariaceae</i> (4/7)	<i>Hypholoma</i> (3), <i>Kuehneromyces</i> (1), <i>Pholiota</i> (2), <i>Stropharia</i> (1)
<i>Tricholomataceae</i> (15/38)	<i>Armillaria</i> (2), <i>Calocybe</i> (1), <i>Clitocybe</i> (3), <i>Collybia</i> (4), <i>Flammulina</i> (1), <i>Laccaria</i> (1), <i>Lepista</i> (3), <i>Lyophyllum</i> (1), <i>Marasmius</i> (3), <i>Melanoleuca</i> (1), <i>Mycena</i> (7), <i>Strobilurus</i> (1), <i>Tricholoma</i> (8), <i>Tricholomopsis</i> (1), <i>Xeromphalina</i> (1)
BOLETALES (11/24)	
<i>Boletaceae</i> (3/14)	<i>Boletus</i> (3), <i>Leccinum</i> (5), <i>Suillus</i> (6)
<i>Gomphidiaceae</i> (1/2)	<i>Gomphidius</i> (2)
<i>Gyrodontaceae</i> (2/2)	<i>Boletinus</i> (1), <i>Gyroporus</i> (1)
<i>Hygrophoropsidaceae</i> (1/1)	<i>Hygrophoropsis</i> (1)
<i>Paxillaceae</i> (1/1)	<i>Paxillus</i> (1)
<i>Strobilomycetaceae</i> (2/2)	<i>Chalciporus</i> (1), <i>Tylopilus</i> (1)
<i>Xerocomaceae</i> (1/2)	<i>Xerocomus</i> (2)
CORTINARIALES (8/17)	
<i>Cortinariaceae</i> (6/15)	<i>Cortinarius</i> (6), <i>Galerina</i> (3), <i>Hebeloma</i> (1), <i>Inocybe</i> (3), <i>Phaeolepiota</i> (1), <i>Rozites</i> (1)
<i>Crepidotaceae</i> (2/2)	<i>Crepidotus</i> (1), <i>Tubaria</i> (1)
PORIALES (1/2)	
<i>Lentinaceae</i> (1/2)	<i>Pleurotus</i> (2)
RUSSULALES (2/33)	
<i>Russulaceae</i> (2/33)	<i>Lactarius</i> (13), <i>Russula</i> (20)
Всего пять порядков, 20 семейств	53 рода, 153 вида

но для бореальной зоны. Однако наблюдаются особенности в положении отдельных семейств. Это снижение разнообразия семейства *Cortinariaceae* и увеличение *Agaricaceae* и *Coprinaceae*. Ведущие рода *Russula* (20 видов), *Lactarius* (13), *Tricholoma* (8), *Mycena* (7), *Amanita* (7), *Cortinarius* (6) и *Suillus* (6).

Эколого-трофический анализ показал, что на исследуемой территории преобладают грибы-микоризообразователи (86 видов, 53% от общего видового разнообразия). Большинство их относится к семействам *Russulaceae* (33 вида), *Boletaceae* (14), *Cortinariaceae* (11) и *Tricholomataceae* (9). Второе место принадлежит гумусовым сапротрофам (28 видов, 17%). Такое большое разнообразие представителей данной трофической группы свойственно антропогенно нарушенным территориям. К гумусовым сапротрофам относятся виды семейств *Tricholomataceae* (8 видов), *Agaricaceae* (6), *Bolbitiaceae* (6), *Coprinaceae* (5). Ксилотрофы представлены 27 видами (16.5%), это в основном виды семейств *Tricholomataceae* (9 видов) и *Strophariaceae* (7). Подстилочные сапротрофы представлены 14 видами (8.6%), большинство из которых относится к семейству *Tricholomataceae* (10 видов). Остальные трофические группы (бриотрофы, сап-

ротрофы опада, микотрофы и паразиты) представлены незначительным количеством видов (от одного до трех видов).

Нами были исследованы следующие типы местообитаний: леса в окрестностях города, подвергающиеся рекреационной нагрузке и городские территории (парки, скверы, обочины дорог). В лесах в окрестностях г. Сыктывкар выявлено 117 видов агарикоидных базидиомицетов. Ведущие семейства – *Russulaceae* (32 вида), *Tricholomataceae* (28), *Boletaceae* (14), *Cortinariaceae* (13), *Amanitaceae* (7), ведущие роды – *Russula* (19 видов), *Lactarius* (13), *Tricholoma* (8), *Mycena* (7), *Amanita* (7). В основном это обычные, широко распространенные виды таежных лесов. Многие исследователи отмечают увеличение разнообразия представителей рода *Russula*, в лесах подвергающихся рекреационной нагрузке, что подтверждают и наши исследования. По трофической приуроченности преобладают микоризообразователи (82 вида, 67.2% от общего видового разнообразия лесных местообитаний), ксилотрофы (17, 13.9%) и подстилочные сапротрофы (13, 10.7%), что характерно для таежных лесов.

В рудеральных местообитаниях, в скверах города, вдоль дорог выявлено 30 видов агарикоидных базидиомицетов.

коидных базидиомицетов, в основном из семейств *Tricholomataceae* (9 видов), *Coprinaceae* (5), *Agaricaceae* (4) и *Bolbitiaceae* (4). По трофической приуроченности преобладают гумусовые сапротрофы (21 вид, 67.7% от общего видового разнообразия, выявленного в данном типе местообитаний), ксилотрофы (7, 22.5%) и микоризообразователи (3, 9.7%). Высокая доля гумусовых сапротрофов характерна для урбанизированных территорий. Первыми в конце мая – начале июня в скверах города появляются плодовые тела майского гриба (*Calocybe gambosa*), агроцибе ранней (*Agrocybe praecox*) и видов рода *Conocybe*. В июле-августе вдоль дорог довольно часто можно встретить типичные виды нарушенных территорий – *Inocybe dulcamara*, *Lacrymaria lacrymabunda*, *Clitocybe subsinopica* др. Из съедобных и хорошо известных грибов в скверах города встречаются подберезовик и виды рода сыроежка (*Russula*). С июля до первых заморозков на газонах города и вдоль дорог можно встретить большие группы плодовых тел навозника белого (*Coprinus comatus*).

Таким образом, получены первые сведения об агарикоидных грибах на антропогенно нарушенных территориях Республики Коми. Леса в окрестностях г. Сыктывкар испытывают рекреационную нагрузку, о чем свидетельствует большое разнообразие представителей рода *Russula*. В скверах города наблюдается преобладание гумусовых сапротрофов, что характерно для городских микобиот.

Работа выполнена при финансовой поддержке по научному проекту для молодых ученых и аспирантов УрО РАН 2011 г.

ЛИТЕРАТУРА

Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф. Высшие базидиомицеты лесных и луговых экосистем Жигулей. М.-СПб., 2008. 242 с.

Марина Л.В. Агарикоидные базидиомицеты Висимского заповедника (Средний Урал). СПб., 2006. 102 с.

Медведев А.Г., Курочкин С.А. Влияние антропогенных факторов на макромицеты Тверской области // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: Труды Междунар. конф., посвящ. 100-летию начала работы проф. А.С. Бондарцева в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН. СПб., 2005. Т. 1. С. 395-400.

Мухин В.А., Веселкин Д.В., Брындина Е.В. и др. Основные закономерности современного этапа эволюции микобиоты лесных экосистем // Грибные сообщества лесных экосистем. М.-Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2000. С. 26-36.

Мухин В.А., Ушакова Н.В. Синантропные виды трутовых грибов Среднего Урала // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Матер. 6-й Междунар. конф. М.-Петрозаводск, 2005. С. 230-232.

Паламарчук М.А. Агарикоидные базидиомицеты бассейна верхнего течения р. Печора (Печоро-Ильчский заповедник): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2005. 18 с.

Столярская М.В., Коваленко А.Е. Грибы Нижнесвицкого заповедника. Вып. 1. Макромицеты (преимущественно агарикоидные базидиомицеты): Аннотированные списки видов. СПб., 1996. 59 с.

DACTYLORHIZA CRUENTA (O.F. MUELL) SOO (ORCHIDACEAE) В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

И.А. Кириллова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: plotnikova@ib.komisc.ru

Виды семейства *Orchidaceae* вследствие специфических особенностей своей биологии являются одними из самых уязвимых растений нашей флоры. Для сохранения орхидей в природе необходимы знания об их экологии и биологии. Объектом нашего исследования стал *Dactylorhiza cruenta* (O.F. Muell) Soo – редкий вид, включенный в Красную книгу Республики Коми (2009), а также в списки охраняемых растений соседних регионов. Распространен в Скандинавии, средней и восточной Европе, Средиземноморье. В России встречается в европейской части (северных, центральных и восточных районах), Западной и Восточной Сибири (Орхидеи..., 1991). Биология этого вида практически не исследована. Поэтому цель нашей работы – изучение распространения, морфологии, онтогенеза и структуры ценопопуляций *D. cruenta* в Республике Коми, где проходит северная граница его распространения.

Распространение. В республике вид редок, известно 13 его местонахождений в основном на юге региона. Отмечен в бассейнах рек Вычегда, Сысола, верхнем течении р. Печора, по р. Ухта. Произрастает на низинных и переходных болотах (осоковых и гипновых), реже – на сырых и заболоченных лугах.

Морфология. *D. cruenta* – травянистое летне-зеленое поликарпическое растение. Жизненная форма по классификации И.В. Татаренко (1996) – вегетативный однолетник с пальчатораздельным стеблекорневым тубероидом. У растения одновременно присутствуют два стеблекорневых тубероида, один – материнский, в основании монокарпического побега текущего года, другой – дочерний, молодой, с почкой возобновления, из которой разовьется побег следующего года.

Побег прямостоячий, толстый, полый, доверху облиственный. Его высота в Республике Коми варьирует от 23 до 55 см. Листья, в числе 3-4 (реже 5), слегка отклоненные или косо вверх

стоячие, широколанцетные или продолговато-ланцетные, туповато-заостренные, пятнистые. Нижние и средние листья в среднем 8-15 см длиной и 1.2-2.2 см шириной, верхние – более мелкие, превышающие основание соцветия. Соцветие – густой многоцветковый колос из 15-25 (до 50) цветков. Прицветники – ланцетные, фиолетово-окрашенные, около 20 мм длиной. Цветки мелкие, темно-пурпурные или фиолетово-пурпурные. Листочки околоцветника яйцевидно-продолговатые, 7-9 мм длиной. Губа 6-8 мм длиной и шириной, ромбически-округлая. Шпорец конический, 6-7 мм длиной и 2-3 мм шириной. Завязь сидячая, скрученная, 10-11 мм длиной. Плод – коробочка, 1.4-1.5 см длиной и 0.5 см шириной.

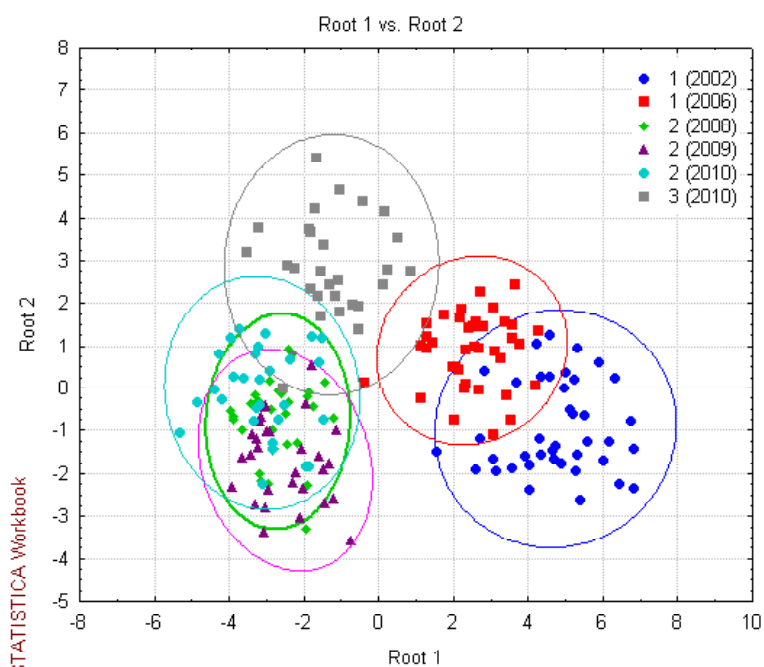
В 2000-2010 гг. изучено три ценопопуляции (ЦП) *D. cruenta*: в предгорном ландшафтном районе Печоро-Ильчского заповедника (правый берег р. Печора, в 6 км выше устья р. Большой Шежым) на травяно-осоково-гипново-сфагновом болоте (ЦП 1), в заказнике «Важъелью» на вахтово-осоково-гипново-сфагновом болоте (ЦП 2) и в пойме р. Дырнос на травяно-осоково-гипново-сфагновом болоте (ЦП 3).

По морфометрическим параметрам растения изученных ЦП несколько отличаются между собой. При дискриминантном анализе, проведенном по 17 параметрам, по первой дискриминантной оси выделились ЦП из окрестностей г. Сыктывкара (ЦП 2, 3) и ЦП с Печоро-Ильчского заповедника (ЦП 1) (см. рисунок). Первые представлены более крупными растениями с более широкими листьями (1.7-2.2 см), большим количеством цветков (24-26 шт.), но более коротким шпорцем (5-6 мм). В Печоро-Ильчском заповеднике ширина листьев составляет 1.2-1.6 см, количество цветков – 15-22 шт., длина шпорца – 7-8 мм. Это связано с более суровыми условиями для произрастания этого вида на Северном Урале. По второй дискриминантной оси отделилась ЦП 3, растения ее отличаются более крупными размерами цветков.

Влияние погодных условий было прослежено на ЦП 1 и 2. По годам изменялись в основном высота растений, длина листьев и некоторые размеры частей цветка. Ряд признаков (длина прицветника и шпорца) не зависят от погодных условий.

Онтогенез. В онтогенезе вида нами выделено три онтогенетических периода и пять онтогенетических состояний.

Латентный период. Семена *D. cruenta* коричневого цвета, продолговатой формы, очень мелкие. Длина их в Республике Коми варьирует от 0.4 до 0.6 мм (в среднем 0.48 мм), ширина – от



Распределение ценопопуляций *Dactylorhiza cruenta* при проведении дискриминантного анализа.

0.1 до 0.3 мм (0.2 мм). В Европе (Vojnansky, Fargasova, 2007) семена этого вида несколько крупнее (длиной 0.65-0.75 и шириной 0.2-0.3 мм). Они не содержат питательных веществ и могут прорасти только с помощью грибов. Доля полноценных семян составляет 79-85%. Это достаточно высокий показатель для видов рода *Dactylorhiza*.

Прегенеративный период. Ювенильные особи (*j*) имеют один (реже два) листа срединной формации, 13-15 см длиной и около 0.7 см шириной, с 4-6 жилками, два влагалищных листа, окружающих основание первого зеленого листа, два придаточных корня и 1-2-лопастной тубероид. Молодой стеблекорневой тубероид, из которого разовьется побег следующего года, имеет 1-2 лопасти и зачатки 2-4 придаточных корней, в почке возобновления заложены зачатки одного чешуевидного и 4-5 нормальных (влагалищных и ассимилирующих) листьев.

Имматурные особи (*im*) характеризуются наличием двух листьев срединной формации, 15-17 см длиной и около 1 см шириной. Количество жилок увеличивается до 8-12. В нижней части ортотропного побега расположены один чешуевидный и 2-3 влагалищных листа. Подземная сфера представлена 2-4 придаточными корнями и двухлопастным тубероидом. Молодой тубероид 2-4-лопастной, несет зачатки 6-8 придаточных корней, в почке возобновления заложены один чешуевидный и 4-6 нормальных листьев.

Взрослые вегетативные (*v*) особи имеют 3 (реже 4) листа, 12-20 см длиной и свыше 1 см шириной, с 12-20 жилками, 2-3 влагалищных листа. Подземная сфера представлена 6-8 при-

Характеристика ценопопуляций *Dactylorhiza cruenta* в Республике Коми

Таблица 1

ЦП	Год	Плотность ЦП, экз./м ²	Онтогенетический спектр ЦП, %			
			<i>j</i>	<i>im</i>	<i>v</i>	<i>g</i>
1	2000	0.9		50.0		50.0
	2001	0.9		40.0		60.0
	2002	1.5	19.0	33.0	28.0	20.0
	2006	0.8	9.5	26.2	35.7	28.6
	2010	2.7	30.3	45.0	10.1	14.7
2	2008	10.2	12.0	41.5	24.4	22.2
	2009	8.8	11.4	26.5	43.2	18.9
	2010	6.0	14.4	29.9	42.5	13.2
3	2010	2.7	5.7	21.3	34.4	38.5

Семенная продуктивность *Dactylorhiza cruenta* в Республике Коми

Таблица 2

Параметр	ЦП 2 (2010 г.)	ЦП 3 (2010 г.)
Число цветков, шт.	23.7	24.0
Число семян в одном плоде, шт.	6698 (3564-8815)	10135 (8039-12769)
Доля полноценных семян, %	85.3	78.7
Число полноценных семян в плоде, шт.	5713.4	7976.2
Плодообразование, %	65.4	74.8
Условно-потенциальная семенная продуктивность	158742.6	243240.0
Условно-реальная семенная продуктивность	103817.7	181943.5
Реальная семенная продуктивность	88556.6	143188.7
Число генеративных особей на 1 м ²	1.2±0.3	0.9±0.2
Урожай семян, шт./м ²	106267.9	128869.9

даточными корнями и 2-4-лопастным тубероидом. Дочерний тубероид 2-4-лопастной, с зачатками 5-10 придаточных корней, в почке возобновления заложены один чешуевидный и 6 нормальных листьев, а иногда и зачаток соцветия следующего года.

Генеративный период. Генеративные особи (*g*) характеризуются наличием соцветия. Имеют 4-5 листьев срединной формации, с 20-26 жилками, один чешуевидный, 1-2 влагалищных листа. Подземная сфера состоит из 8-12 придаточных корней и 4-6-лопастного тубероида. Молодой стеблекорневой тубероид 4-6-лопастной, с зачатками 8-12 придаточных корней, в почке возобновления заложены шесть нормальных листьев и зачаток соцветия будущего года.

Структура ценопопуляций. Численность исследованных ЦП довольно высокая. ЦП 2 насчитывает около 1000 растений, при средней плотности размещения 6-10 особей на 1 м². Остальные две изученные ЦП несколько меньше – около 500 растений, с плотностью 0.8-2.7 особей на 1 м².

Онтогенетические спектры ЦП *D. cruenta* динамичны (табл. 1). Так, в ЦП 1 в 2000-2001 гг. преобладали генеративные особи, в остальные года изучения – прегенеративные. В 2010 г.

максимум приходился на молодые особи, которые составляли более 70%. Возможно, это связано с «волнами возобновления», которые наступают у орхидных после одного или нескольких лет, особенно благоприятных для плодоношения и прорастания семян. В ЦП 2 в 2008 г. максимум приходился на имматурные особи, в 2009-2010 гг. – на взрослые вегетативные. В данной ЦП доля ювенильных растений стабильно высокая (11.4-14.4%), что указывает на благоприятные условия для прорастания семян. В ЦП 3 преобладают взрослые вегетативные и генеративные особи, что связано с большей продолжительностью данных онтогенетических периодов.

Размножение. В Республике Коми *D. cruenta* бутонизирует в начале июня, цветет в третьей декаде июня, плодоносит в начале августа. Размножается исключительно семенным способом. Процент плодообразования составляет 65-75%. Семенная продуктивность высокая. Одна коробочка содержит в среднем 8.5 тыс. семян, минимально – 3.5 тыс. шт., максимально – 12.8 тыс. В двух изученных нами ЦП среднее число семян в плодах отличалось, в ЦП 2 составляло 6698 шт., в ЦП 3 – 10135 шт. (табл. 2). Условно-потенциальная семенная продуктивность варьирует от 158742.6 до 243240.0 шт. Реальная семенная продуктивность ниже. Этот показатель в ЦП 3 составляет 143 тыс. семян, в ЦП 2 он в 1.5 раза ниже. Урожай семян в обследованных ЦП составил 106-129 тыс. семян на 1 м².

Таким образом, изученные ЦП *D. cruenta* находятся на территории Республики Коми в устойчивом состоянии, о чем свидетельствует успешное семенное возобновление и нормальное развитие особей.

ЛИТЕРАТУРА

- Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 791 с.
 Орхидеи нашей страны / М.Г. Вахрамеева, Л.В. Денисова, С.В. Никитина, С.К. Самсонов. М., 1991. 224 с.
 Татаренко И.В. Орхидные России: жизненные формы, биология, вопросы охраны. М., 1996. 207 с.
 Bojnansky V., Fargasova A. Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora: The Carpathian Mountains Region. Springer, 2007. 1046 p.

РАЗНООБРАЗИЕ ТРУТОВЫХ ГРИБОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЮГЫД ВА» (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Д.А. Косолапов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kosolapov@ib.komisc.ru

Грибы как гетеротрофные организмы играют существенную роль в функционировании любых экосистем. Большинство макромицетов неразрывно связано с лесом. Для лесных сообществ очень важна и необходима деятельность и сапротрофных грибов, разлагающих мертвое органическое вещество и формирующих гумусовый горизонт лесных почв. Благодаря мощному ферментативному комплексу, способному разлагать лигноцеллюлозы, дереворазрушающие грибы играют ведущую роль в процессе деструкции древесины, который считается одним из ключевых этапов в процессе круговорота веществ и трансформации энергии в лесных экосистемах. Данные о наличии или отсутствии определенных видов макромицетов в экосистемах могут быть использованы как индикаторы их состояния.

В июле-августе 2009-2010 гг. были продолжены исследования по выявлению видового разнообразия афиллофороидных макромицетов на территории национального парка «Югыд ва» (бассейн р. Кожим). Также были обобщены данные о видовом составе афиллофороидных грибов в бассейне р. Малый Паток и литературные данные (Ушакова, 2000; Бассейн реки..., 2007; Косолапов, 2009).

В результате проведенных исследований на территории национального парка «Югыд ва» нами было выявлено 75 видов трутовых грибов, которые относятся к 37 родам, 16 семействам и 11 порядкам (см. таблицу). Таксоны приведены в соответствии со сводкой «Nordic Macromycetes» (Hansen, Knudsen, 1997) с небольшим изменением. Таксономический анализ биоты трутовых выявил, что наиболее крупными порядками на исследованной территории являются Fomitopsidales (18 видов), Nephrodermatales и Hymenochaetales (по 17 видов). Ведущими семействами являются Phellinaceae (13 видов), Fomitopsidaceae (12), Coriolaceae (8) и Chaetoporellaceae (7). Средняя видовая насыщенность семейств видами составляет 4.6, родовая насыщенность – 2. Наибольшее число видов насчитывают такие роды, как Phellinus (13 видов), Skeletocutis (5), Antrodia, Fomitopsis, Polyporus, Trametes и Trichaptum (по 4). Высокая видовая насыщенность таких типично бореальных родов, как Antrodia, Fomitopsis и Skeletocutis, свидетельствует о бореальных чертах изученной биоты.

В ходе исследований было отмечено 10 новых видов, ранее не найденных на территории национального парка «Югыд ва» (*Albatrellus syringae*, *Antrodia albobrunnea*, *Antrodiella citrinella*, *Fomitopsis officinalis*, *Gloeophyllum protractum*,

Polyporus choseniae, *Postia hibernica*, *Postia placenta*, *Postia tephroleuca*, *Trechispora mollusca*), из которых три вида отмечены впервые для территории Республики Коми (*Albatrellus syringae*, *Antrodiella citrinella*, *Polyporus choseniae*), а вид *Polyporus choseniae* впервые отмечен для европейской части России.

Одной из важнейших задач является выявление особенностей географического распространения видов, которые составляют биоту, ее позиции в ряду зональных и региональных биот. При географическом анализе мы использовали метод, основанный на совмещении зонального и регионального принципов анализа. В составе биоты трутовиков изученной территории большую роль играют виды мультизонального географического элемента – 47 видов, или 63% от общего числа видов (*Gloeoporus dichrous*, *Fomitopsis pinicola*, *Porotheleum fimbriatum*, *Trametes ochracea* и др.). Представители бореальной группы (*Antrodia serialis*, *Fomitopsis rosea*, *Skeletocutis kuehneri* и др.) насчитывают 27 видов (36%). Один вид относится к неморальному географическому элементу (*Ceriporiopsis aneirina*). Распределение по долготно-региональному признаку показало, что большинство видов имеют обширные типы ареалов. Так, в пределах Голарктического флористического царства встречается 33 вида (44% общего видового состава): *Amylocystis lapponica*, *Diplomitoporus lindbladii*, *Fomitopsis rosea*, *Phellinus chrysoloma*, *Skeletocutis amorpha*, *Trichaptum abietinum* и др. Мультирегиональных видов, распространенных и за пределами Голарктики, насчитывается 32 (43%) (*Antrodia serialis*, *Bjerkandera adusta*, *Phellinus nigrolimitatus* и др.). Виды с европейским, амфиатлантическим и евроазиатским распространением представлены незначительным числом и в сумме составляют 13%. Таким образом, преобладающими в биоте трутовых грибов национального парка «Югыд ва» являются виды мультизонального географического элемента с мультирегиональным типом ареала и бореальные виды с голарктическим типом ареала.

Одним из основных факторов, определяющих присутствие и смену видов афиллофороидных макромицетов в конкретном биогеоценозе, является субстрат. Основная часть афиллофороидных грибов, выявленных на исследованной территории, относится к ксилотрофам, то есть основным субстратом для них является древесина в различных ее состояниях (живое дерево, сухостой, валежные стволы и ветви и др.). Большая часть трутовых грибов обладает широкой специализацией к определенным группам дре-

Таксономическая структура биоты трутовых грибов национального парка «Югыд ва» (Республика Коми)

Порядок, семейство (число родов / видов)	Род (число видов)
CANTHARELLALES (1/1)	
Albatrellaceae (1/1)	<i>Albatrellus</i> (1)
CORIOLALES (6/9)	
Coriolaceae (5/8)	<i>Cerrena</i> (1), <i>Daedaleopsis</i> (1), <i>Datronia</i> (1), <i>Pycnoporus</i> (1), <i>Trametes</i> (4)
Fomitaceae (1/1)	<i>Fomes</i> (1)
FOMITOPSIDALES (12/18)	
Fomitopsidaceae (4/12)	<i>Antrodia</i> (4), <i>Fomitopsis</i> (4), <i>Gloeophyllum</i> (3), <i>Piptoporus</i> (1)
Phaeolaceae (4/6)	<i>Amylocystis</i> (1), <i>Leptoporus</i> (1), <i>Postia</i> (3), <i>Pycnoporellus</i> (1)
GANODERMATALES (1/1)	
Ganodermataceae (1/1)	<i>Ganoderma</i> (1)
HYMENOGYALES (4/17)	
Inonotaceae (3/4)	<i>Inocutis</i> (1), <i>Inonotus</i> (2), <i>Onnia</i> (1)
Phellinaceae (1/13)	<i>Phellinus</i> (13)
HYPHODERMATALES (9/17)	
Bjerkanderaceae (4/5)	<i>Bjerkandera</i> (1), <i>Ceriporiopsis</i> (2), <i>Hapalopilus</i> (1), <i>Tyromyces</i> (1)
Chaetoporellaceae (3/7)	<i>Antrodiella</i> (1), <i>Diplomitoporus</i> (1), <i>Skeletocutis</i> (5)
Steccherinaceae (2/5)	<i>Irpex</i> (1), <i>Trichaptum</i> (4)
PERENNIPORIALES (2/2)	
Perenniporiaceae (2/2)	<i>Heterobasidion</i> (1), <i>Perenniporia</i> (1)
PHANEROCHAETALES (1/1)	
Rigidoporaceae (1/1)	<i>Climacocystis</i> (1)
POLYPORALES (1/4)	
Polyporaceae (1/4)	<i>Polyporus</i> (4)
SCHIZOPHYLLALES (3/4)	
Schizophyllaceae (3/4)	<i>Gloeoporus</i> (2), <i>Porotheleum</i> (1), <i>Schizophyllum</i> (1)
XENASMALES (1/1)	
Sistotremataceae (1/1)	<i>Trechispora</i> (1)
Итого	11 порядков, 16 семейств, 37 родов, 75 видов

ных породах отмечено 38 видов трутовых грибов и 34 вида на лиственных. Максимальное количество видов связано с основными лесообразующими породами, такими как ель (36 видов) и береза (26). Значительно меньше их найдено на лиственнице, иве и ольховнике – 11, 12 и 8 видов соответственно (рис. 1). Число видов, отмеченных на других древесных субстратах, незначительно. Наибольшей специфичностью видового состава афиллофороидных макромицетов отличается ель, на древесине которой зафиксировано 26 видов (рис. 1), не найденных на других породах (*Antrodia serialis*, *Fomitopsis rosea*, *Onnia leporina*, *Phellinus chrysoloma* и др.). Из лиственных пород наибольшей видовой специфичностью обладает береза – 13 видов (*Gloeoporus dichrous*, *Inonotus obliquus*, *Piptoporus betulinus*, *Pycnoporus cinnabarinus*, *Trichaptum pargamentum* и др.), не отмеченных на других породах. Число специфических видов на других породах незначительно и не превышает трех видов. На почве и гумусовом покрове на исследованной территории был выявлен один вид – *Albatrellus syringae*.

На территории Национального парка из 74 видов, для которых по литературным данным удалось установить тип гнили, 56 (75.7%) вызывают белую гниль, а 18 (24.3%) относятся к грибам бурой гнили. Полученные результаты практически совпадают с данными (рис. 2), полученными для Печоро-Ильчского заповедника (Косолапов, 2010), Пинежского заповедника (Ежов и др, 2009) и среднетаежных лесов Республики Коми (Косолапов, 2008). Это также подтверждает, что по процентному соотношению трутовых грибов, вызывающих различные типы гнили, исследованная биота типична для таежной зоны.

Проведенные исследования позволили получить новые сведения о видовом разнообразии трутовых грибов на территории национального парка «Югыд ва». Большинство найденных видов грибов являются широко распространенными, а микобиота в целом характерна для таежной зоны.

весных пород, узкоспециализированных и всеядных видов сравнительно немного. На исследованной территории из 74 видов, связанных в своем развитии с древесиной, только два вида относятся к категории всеядных (*Fomitopsis pinicola*, *Gloeophyllum sepiarium*), которые способны расти как на хвойных, так и на лиственных породах деревьев. Исключительно на хвой-

ных породах отмечено 38 видов трутовых грибов и 34 вида на лиственных. Максимальное количество видов связано с основными лесообразующими породами, такими как ель (36 видов) и береза (26). Значительно меньше их найдено на лиственнице, иве и ольховнике – 11, 12 и 8 видов соответственно (рис. 1). Число видов, отмеченных на других древесных субстратах, незначительно. Наибольшей специфичностью видового состава афиллофороидных макромицетов отличается ель, на древесине которой зафиксировано 26 видов (рис. 1), не найденных на других породах (*Antrodia serialis*, *Fomitopsis rosea*, *Onnia leporina*, *Phellinus chrysoloma* и др.). Из лиственных пород наибольшей видовой специфичностью обладает береза – 13 видов (*Gloeoporus dichrous*, *Inonotus obliquus*, *Piptoporus betulinus*, *Pycnoporus cinnabarinus*, *Trichaptum pargamentum* и др.), не отмеченных на других породах. Число специфических видов на других породах незначительно и не превышает трех видов. На почве и гумусовом покрове на исследованной территории был выявлен один вид – *Albatrellus syringae*.

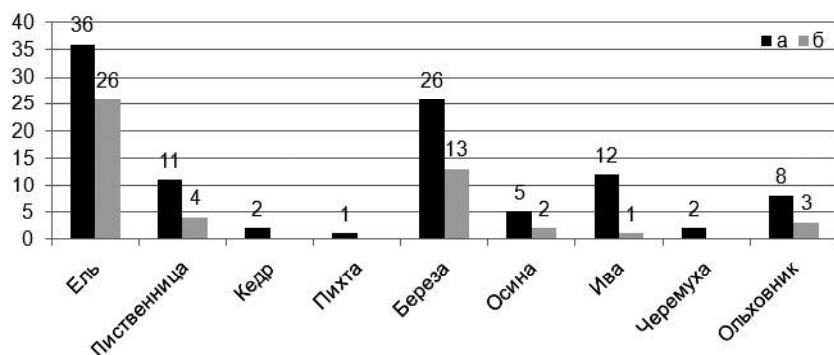


Рис. 1. Общее количество видов (а) и специфические виды (б) афиллофороидных макромицетов, приуроченных к различным видам деревьев.

Исследования выполнены в рамках проекта «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики» (Рег. № 09-П-4-1032) Программы Президиума РАН № 23 «Биологическое разнообразие».

ЛИТЕРАТУРА

Бассейн реки Малый Паток: дикая природа / Под ред. В.И. Пономарева. Сыктывкар, 2007. 216 с.

Ежов О.Н., Ершов Р.В., Змитрович И.В. и др. Структура биоты трутовых грибов Пинежского заповедника (Архангельская область) // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. Киров, 2009. Вып.7. Ч. 2. С. 167-169

Косолапов Д.А. Афиллофороидные грибы средне-таежных лесов европейского северо-востока России. Екатеринбург, 2008. 232 с.

Косолапов Д.А. Афиллофороидные грибы бассейна р. Кожим (национальный парк «Югыд ва») // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. Киров, 2009. Вып. 7. Ч. 2. С. 213-216.

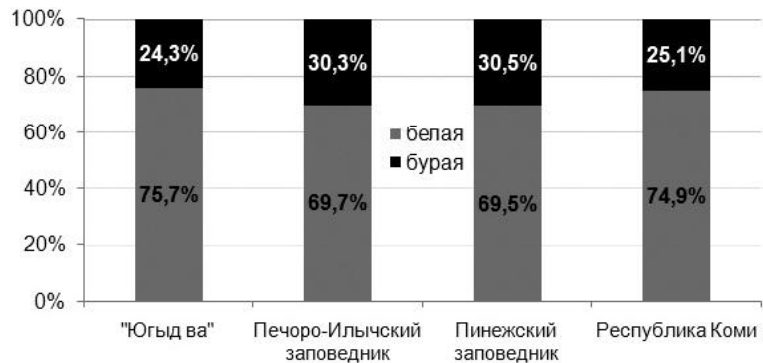


Рис. 2. Соотношение типов гнили, вызываемых трутовыми грибами для различных территорий.

Косолапов Д.А. Разнообразие трутовых грибов Печоро-Илычского заповедника (Республика Коми) // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. XVII Всерос. молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 2010. С. 45-46.

Ушакова Н.В. Грибы-индикаторы коренных темнохвойных лесов Урала // Экология процессов биологического разложения древесины. Екатеринбург, 2000. С. 6-15.

Hansen L., Knudsen H. Nordic Macromycetes. Vol. 3: heterobasidioid, aphyllorphoroid and gastromycetoid Basidiomycetes. Copenhagen: Nordsvamp, 1997. 445 p.

СОСТОЯНИЕ ДРЕВОСТОЕВ И ПОДРОСТА СТАРОВОЗРАСТНЫХ ЕЛЬНИКОВ ПРИТУНДРОВОЙ ЗОНЫ ПЕЧОРСКОГО БАССЕЙНА

А.В. Манов

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН
E-mail: manov@ib.komisc.ru

К настоящему времени массивы коренных еловых древостоев на европейском севере России сохранились в основном на заповедных и труднодоступных территориях, в частности, в притундровых лесах. Старовозрастные ельники в притундровых насаждениях Печорского бассейна занимают 3,79 млн. га (Коренные..., 2006). Функционирование этих лесных экосистем, где отсутствует прямое антропогенное воздействие, обусловлено природными процессами и экологическими факторами, создающимися в том или ином сообществе.

Большинство работ по оценке жизненного состояния деревьев и древостоев, произрастающих в условиях Крайнего Севера, связаны с воздействием аэротехногенного загрязнения на лесные сообщества (Лукина, Никонов, 1993; Цветков, Цветков, 2004 и др.). Исследуемые нами ельники расположены вне зоны воздействия аэротехногенных загрязнителей. Следовательно, факторами, определяющими жизненное состояние деревьев, являются довольно жесткие экологические условия, создающиеся как в пологе древостоя, так и в почве.

Исследованиями охвачены коренные ельники основных типов насаждений Тимано-Печор-

ской подпровинции, Цилемского и Печорского еловых округов (Юдин, 1954).

Исследования проводились по общепринятым методам лесоведения и лесной таксации. В преобладающих растительных ассоциациях согласно ОСТ 56-69-83 закладывали круговые и прямоугольные пробные площади размером 0,12-0,24 га. Размеры их определялись наличием необходимого количества деревьев главной породы, позволяющего определять важнейшие таксационные показатели с точностью 2-5%. На данном этапе выполнения исследовательских работ в притундровых ельниках, где в разновозрастных древостоях не выражены возрастные поколения и ярусность древостоев при низких таксационных показателях, производили синтетическую таксацию (то есть без выделения поколений).

Описание жизненного состояния деревьев в еловых фитоценозах проводили в соответствии с методикой, используемой в международной программе-методике ICP-Forests (Manual..., 1994). Для оценки поврежденности деревьев использовали показатели, характеризующие развитие ассимиляционного аппарата. С помощью бинокля с расстояния, равного вы-

соте дерева, у всех живых деревьев на пробной площади оценивали в процентах степень дехромации (изменение цвета) хвои, листьев и дефолиации (потери хвои, листьев) кроны. Кроме этого учитывали состояние вершины дерева (живая, усыхающая, сухая, поврежденная и отсутствует), внешние признаки поражения древесными грибами и кривизну ствола. Методики основаны на визуальной оценке состояния дерева. Согласно «Manual...» (1994), выделяют следующие состояния: 0 класс – здоровое дерево (нет внешних признаков повреждения кроны и ствола, любые повреждения хвои <10% по отношению ко всей массе ассимиляционного аппарата не сказываются на состоянии дерева); I класс – слабо поврежденное дерево (повреждение по одному или сумме всех признаков составляет 11-25%); II класс – средне поврежденное дерево (26-60% повреждений); III класс – сильно поврежденное (отмирающее) дерево (61-99% повреждений); IV класс – отмершее дерево (100% повреждений). Отмершие деревья делятся на IVa (свежий сухостой) и IVб (старый сухостой – нет хвои, постепенно опадают ветви и кора). Согласно В.А. Алексееву (1989), старый сухостой практически не влияет на поврежденность древостоя в целом, но при расчете необоснованно снижает его жизненное состояние, поэтому при анализе жизненного состояния учитывался только свежий сухостой.

Для оценки жизненного состояния древостоев рассчитывали индекс его поврежденности по формуле средневзвешенного класса повреждения, составляющих древостой деревьев, предложенной А.С. Алексеевым (1997), причем для получения более точных результатов за основу расчета брали не число деревьев разных классов повреждения, а их стволовой запас (Алексеев, 1989):

$$I = \frac{\sum_{i=0}^4 i \cdot v_i}{V},$$

где I – индекс поврежденности древостоя, балл; i – номера классов повреждения деревьев, баллы от 0 до 4; v_i – стволовой запас древесины деревьев i -го класса повреждения, $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$; V – общий запас древостоя, $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$. С учетом величины индекса поврежденности древостоев классифицировали по А.С. Алексееву [14] на следующие категории: «здоровый древостой» (0-0.5), «ослабленный древостой» (0.6-1.5), «сильно ослабленный древостой» (1.6-2.5), «отмирающий древостой» (2.6-3.5) и «сучостой» (>3.6).

На каждой пробной площади проведен сплошной пересчет подроста. К подросту относили древесные растения высотой более 0.25 м и диаметром до 6 см на высоте 1.3 м. Подрост подразделяли на здоровый, сомнительный (ослабленный), усыхающий и сухой. Жизненное состояние подроста определяли по методике В.А. Алексеева (1989). При этом жизнеспособность

здоровых экземпляров приравнивалась к 100%, ослабленных – к 70, усыхающих – к 10, сухих – к 0. Количественные значения показателей жизненного состояния всей ценопопуляции подроста находили по формуле (Цветков, Киришева, 2004)

$$L_n = \frac{100n_1 + 70n_2 + 10n_3}{N},$$

где L_n – относительное жизненное состояние подроста в момент наблюдения; n_1, n_2, n_3 – число здоровых, ослабленных и усыхающих особей подроста на 1 га соответственно; N – общее количество подроста, включая сухостой, на 1 га. При показателе $L_n = 100-80\%$ ценопопуляцию считали здоровой, при 79-50 – ослабленной, при 49-20 – сильно ослабленной и ниже 20% – разрушенной.

Исследуемые притундровые ельники представлены ненарушенными сообществами. Они формируют смешанные по составу древостой. При доминировании в них ели (*Picea obovata* Ledeb.) всегда присутствуют береза (*Betula tortuosa* Ledeb.), режа лиственница (*Larix sibirica* Ledeb.) и сосна (*Pinus sylvestris* L.). Древостой низкопродуктивные. Они относятся в основном к V-Vб классам бонитета. Полнота их также невелика – 10.3-21.7 $\text{м}^2 \text{га}^{-1}$. Запас древесины растущих деревьев колеблется от 33 до 144 $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$. Морошково-сфагновый (ПП 3) и сфагновый (ПП 7) ельники представлены редколесем с полнотой 6.1 и 5.6 $\text{м}^2 \text{га}^{-1}$ и запасом древесины соответственно 17.2 и 15.6 $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$. Лишь древостой ельника разнотравно-зеленомошного (ПП 6) достигает полноты 35.6 $\text{м}^2 \text{га}^{-1}$ и запаса древесины 266 $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$. Число растущих деревьев ели в древостоях различных типов ельника изменяется в пределах 427–1025 экз. га^{-1} . Сучостой представлен тонкомерными деревьями.

Обследование жизненного состояния притундровых ельников показало значительное варьирование количества деревьев ели категории здоровых (0 класс по Manual..., 1994) от 11 до 94%. При этом наблюдается тенденция снижения доли здоровых деревьев ели с увеличением избытка влаги в почве. Так, в старовозрастных ельниках зеленомошной группы доминируют здоровые деревья ели, доля которых составляет 94 в зеленомошно-лишайниковом (ПП 10) и 72% в зеленомошном (ПП 2) типах леса (рис. 1А). На долю здоровых деревьев в древостоях, произрастающих на болотно-подзолистых почвах, приходится 34-59, а на торфяно-глеевых – 11-39% от общего количества. Наименьшее число здоровых деревьев ели отмечено в морошково-сфагновом (ПП 3) ельнике – 11%. Число слабо поврежденных деревьев ели (I класс) по типам леса изменяется от 6 до 35%. В ельнике зеленомошно-лишайниковом (ПП 10) деревья ели остальных классов повреждения (II–IV+IVa класс) отсутствуют. Количество средне и сильно поврежденных деревьев (II и III класс) колеблется в небольших пределах – от 5 до 23 и от 1 до

18% соответственно. Довольно большое количество свежего сухостоя ели (IV+IVa класс) отмечается в ельниках чернично-сфагновом (ПП 1), зеленомошно-сфагновом (ПП 5) и морошково-сфагновом (ПП 3), на долю которых приходится от 24 до 34%. В остальных типах число сухостоя не превышает 11% от общего количества деревьев. На исследуемых участках довольно часто встречаются деревья с искривленными стволами у основания. Такие деревья составляют 10-15% от общего количества. Выявлена двувершинность у 10-11% деревьев ели.

Во всех типах ельников присутствует береза. Более половины деревьев относится к здоровым (53-61%) в ельниках зеленомошном (ПП 2), приручейном (ПП 11), чернично-сфагновом (ПП 1) и ерниковом (ПП 13) (рис. 1 Б). Доля здоровых деревьев в остальных типах составляет от 14 до 47%. Лиственница и сосна в древостоях представлена небольшим числом деревьев, среди которых преобладают здоровые и слабо поврежденные.

Согласно индексам поврежденности А.С. Алексеева (1997), рассчитанным по данным классов повреждения (Manual..., 1994), среди исследованных нами ельников здоровых древостоев не оказалось (рис. 2). Древостои в основном ослабленные, с индексом поврежденности от 0.6 до 1.4. Ельники зеленомошно-сфагновый (ПП 5) и морошково-сфагновый (ПП 3) являются сильно поврежденными с индексами 1.6 и 2.4 соответственно. Таким образом, сильно поврежденные древостои развиваются в ельниках на полугидроморфных и гидроморфных почвах.

Под пологом исследуемых еловых древостоев разных типов развивается различное количество подроста от 0.5 до 7.2 тыс. экз. га⁻¹. В большинстве случаев в его составе преобладает ель. Среди елового подроста чаще встречаются деревья средней (высота 0.6-1.5 м) и крупной (1.6 м и выше) категории. Их возраст колеблется от 20 до 125 лет. Преобладают экземпляры в возрасте от 30 до 80 лет. На долю самосева и мелкого подроста (высотой менее 0.5 м) приходится до 35%. Возраст ели этой категории высоты составляет 10-16 лет.

Распределение подроста ели по категориям жизнеспособности в разных

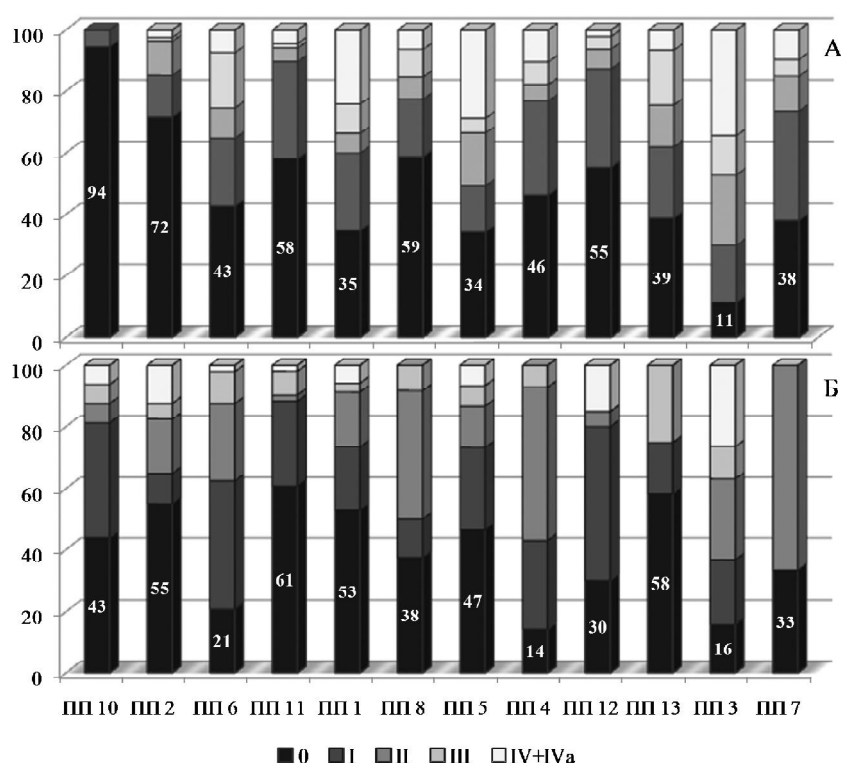


Рис. 1. Распределение деревьев ели (А) и березы (Б) по классам поврежденности (0, I, II, III, IV+IVa) в ельниках. По вертикали указана доля деревьев (%) в их общем количестве.

Условные обозначения: Здесь и далее: ПП 10 – зеленомошно-лишайниковый, ПП 2 – зеленомошный, ПП 6 – разнотравно-зеленомошный, ПП 11 – приручейный, ПП 1 – чернично-сфагновый, ПП 8 – чернично-сфагновый, ПП 5 – зеленомошно-сфагновый, ПП 4 – долгомошно-сфагновый, ПП 12 – долгомошно-сфагновый, ПП 13 – ерниковый, ПП 3 – морошково-сфагновый, ПП 7 – сфагновый.

типах различно. Так, на долю здорового подроста в ельнике зеленомошной группы типов приходится 9-92%, сфагновой – 25-75% от общего количества. Доля сомнительных составляет 3-33 и 0-40% соответственно. Довольно часто наблюдаются усыхание вершины подроста, боковых побегов, искривление стволов, редкое охвоение, поражение хвои фитопатогенными грибами. Усыхание подроста ели происходит во всех типах леса, но интенсивнее оно выражено в более продуктивном разнотравно-зеленомошном

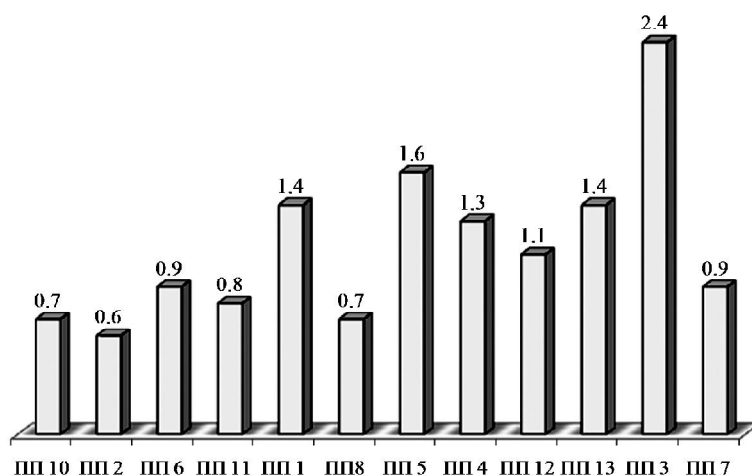


Рис. 2. Индекс поврежденности древостоев ельников.

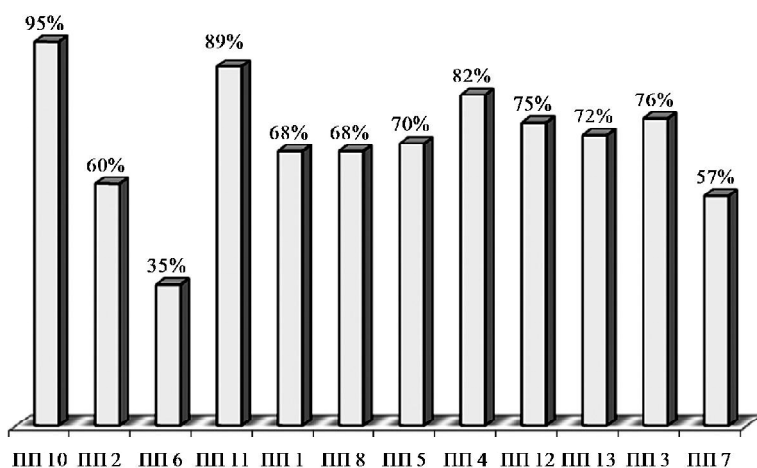


Рис. 3. Индекс жизненного состояния подроста, %

(ПП 6) ельнике, характеризующемся относительно высокой полнотой и сомкнутостью крон. В данном типе леса на долю усыхающего и сухого подроста приходится 61% общего количества. Меньше всего подроста этих категорий в ельнике зеленомошно-лишайниковом (ПП 10) – 4%. В остальных типах исследуемых ельников на долю усыхающего и сухого подроста ели приходится 18-42%. В целом ценопопуляции подроста коренных притундровых ельников характеризуются невысоким уровнем жизненного состояния. Рассчитанные по приведенной выше формуле (Цветков, Киришева, 2004), значения соответствующих индексов жизненного состояния (L_n) подроста варьировали в пределах 35-95% (рис. 3), что характеризует ее ценопопуляции в большинстве типов ельников как «ослабленные». В ельниках зеленомошно-лишайниковом (ПП 10), приручейном (ПП 11) и долгомош-

но-сфагновом (ПП 4) подрост характеризуется как «здоровый», в разнотравно-зеленомошном (ПП 6) – как «сильно ослабленный».

Таким образом, ценопопуляции притундровых ельников разнотравных и зеленомошных типов, развитых на автоморфных подзолистых почвах, а также ельников черничных влажных, долгомошных и сфагновых типов, формирующихся на болотно-подзолистых почвах, характеризуются как «ослабленные». Согласно индексу относительного жизненного состояния, подрост в большинстве типов ельников «ослабленный».

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение, 1989. № 4. С. 51-57.

Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции / Отв. ред. К.С. Бобкова, Э.П. Галенко. СПб.: Наука, 2006. 337 с.

Лукина Н.В., Никонов В.В. Состояние еловых биоценозов Севера в условиях техногенного загрязнения. Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 1993. 134 с.

Цветков В.Ф., Цветков И.В. Леса в условиях антропогенного загрязнения. Архангельск, 2004. 354 с.

Цветков П.А., Киришева Д.А. Влияние рекреации на естественное возобновление сосны обыкновенной // Хвойные бореальной зоны, 2004. Вып. 2. С. 61-65.

Юдин Ю.П. Темнохвойные леса // Производительные силы Коми АССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 3. Ч. 1. С. 42-125.

Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Hamburg-Prague, 1994. 177 p.

СТРУКТУРА, РАЗМЕЩЕНИЕ И ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА СЫКТЫВКАР

Н.А. Мингалева

Администрация МО ГО «Сыктывкар»

E-mail: mingaleva_n.a@mail.ru

Синантропная флора города – сложная динамическая система. Важнейшим и наиболее стабильным ее компонентом являются древесные растения. От подбора видового состава древесных растений зависит эффективность выполнения санитарно-гигиенических и эстетических функций городскими зелеными насаждениями. Общие сведения об озеленении Сыктывкара по состоянию на конец 60-х гг. XX в. и перспективный план формирования зеленых насаждений города приводятся М. М. Чарочкиным (Природа Сыктывкара..., 1972). Характеристика общего состояния и дендрометрические показатели редких видов древесных растений в городах Республики Коми приводятся Л.Г. Мартыновым (1987). По данным Г.С. Шушпанниковой и др.

(2007), в озеленении г. Сыктывкар в настоящее время используется 103 вида древесных растений.

При обследовании зеленых насаждений использовали общепринятую методику сплошного перечета деревьев и кустарников (Теодоронский, 2000). Территория центральной части города была нами разделена на 14 секторов (рис. 1). Общая площадь исследованного района составляет 213.3 га. При оценке жизненного состояния деревьев и кустарников выделяли три категории состояния деревьев (Методика..., 1997): «хорошее» (балл 1) – растения здоровые с правильной, хорошо развитой кроной, без существенных повреждений; «удовлетворительное» (балл 2) – деревья здоровые, но с неправильно

развитой кроной, со значительными, но не угрожающими их жизни ранениями или повреждениями, с дуплами и др., кустарники с наличием поросли; «неудовлетворительное» (балл 3) – деревья с неправильно и слабо развитой кроной, со значительными повреждениями и ранениями, зараженные болезнями или вредителями, угрожающими их жизни; кустарники с наличием поросли и отмерших частей. Коэффициент состояния отдельных видов (K_j) был вычислен по формуле. Состояние насаждения в целом (K) рассчитывалось по среднему значению коэффициентов состояния видов (Экология..., 1996). В районе исследований жизненное состояние оценено для 23300 растений. Разнообразие насаждений определяли с помощью индекса Шеннона (\bar{H}):

$$K_j = \frac{\sum (b_i \times n_i)}{N_j}$$

где K_j – коэффициент состояния; b_i – баллы состояния отдельных деревьев j -вида; n_i – общее число деревьев j -вида каждого балла состояния; N_j – общее число учтенных деревьев.

$$\bar{H} = -\sum P_i \log P_i$$

где P_i – доля особей i -го вида.

На основе литературных данных и результатов наших исследований составлен список видов древесных растений, произрастающих в пределах исследованной части города (рис. 1), включающий 70 видов из 18 семейств. Ведущими семействами в дендрофоре города является Rosaceae, (23 вида, 32.9%), Salicaceae (9, 12.9%) и Pinaceae (8, 11.4%). Самыми крупными родами являются Salix (6 видов) и Picea (4), Malus (4) и Crataegus (4). В ареологической структуре дендрофлоры отмечено преобладание европейского географического элемента. К нему относятся 12 видов деревьев и восемь видов кустарников, что составляет около 27% флоры древесных, изученной нами части Сыктывкара. Далее следуют голарктический, евроазиатский и евро-сибирский географические элементы, составляя от 15 до 17% видового состава.

Исследованные породы древесных растений можно условно отнести к трем категориям жизненного состояния. К **первой группе** относятся виды с наилучшим состоянием: береза, вишня, ива, калина, клен, осина, пузыреплодник, рябина, сирень, смородина, яблоня, ясень ($K_j < 1.3$). Большинство из названных пород являются местными или происходят из бореальной зоны Северной Америки. Они относятся к наиболее зимостойким и устойчивым к загрязнению воздуха и мало требовательны к почвенному плодородию. Во **вторую группу** отнесены виды со сниженным жизненным состоянием ($K_j = 1.4-1.5$): арония, ольха, шиповник, лиственница, сосна,



Рис. 1. Карта-схема района исследований.

ель, тополь. Для них характерны значительные различия этого показателя на отдельных секторах. В большинстве случаев эти виды хорошо адаптированы к местным условиям, однако они могут поражаться вредителями и болезнями. Хвойные породы чувствительны к аэротехногенному загрязнению. **Третья группа** пород характеризуется ослабленным состоянием, к ней относятся липа, карагана, черемуха, малина, ирга, боярышник, жимолость, пихта ($K_j > 1.5$). Снижение состояния этих пород вызвано повреждением болезнями и вредителями и чувствительностью к загрязнению воздуха.

В зависимости от относительного обилия и встречаемости древесные растения можно разделить условно на пять групп. В первую входят береза и тополь, которые оставляют облик озеленения города. Они встречаются во всех секторах и среднее обилие их выше 20%. Во вторую объединяются три повсеместно встречающиеся растения нижних ярусов фитоценозов: карагана, рябина и ива. Среднее обилие для них составляет 2.7-8.0%, а в отдельных секторах может возрастать до 10.0-15.5, редко до 40% (рябина). К третьей относятся ель, арония, боярышник, ольха, осина, сирень, которые встречаются на большинстве секторов и составляют в среднем от 1 до 3% всех учтенных растений. Четвертая группа объединяет растения с высокой встречаемостью (более 50%), но имеющие низкое обилие (менее 1%): липа, смородина, черемуха, шиповник, яблоня. Остальные, редкие и малообильные виды отнесены к пятой группе, среди них – вишня, жимолость, ирга, калина, лиственница, пузыреплодник, пихта и др.

По показателю жизненного состояния зеленые насаждения Сыктывкара (рис. 2) в секторах I, II, III, IV, V, VII, X находятся в хорошем состоянии ($K_j < 1.3$); в секторах VI, VII+IX, XI, XIII, XIV и XV относятся к категории ослаб-

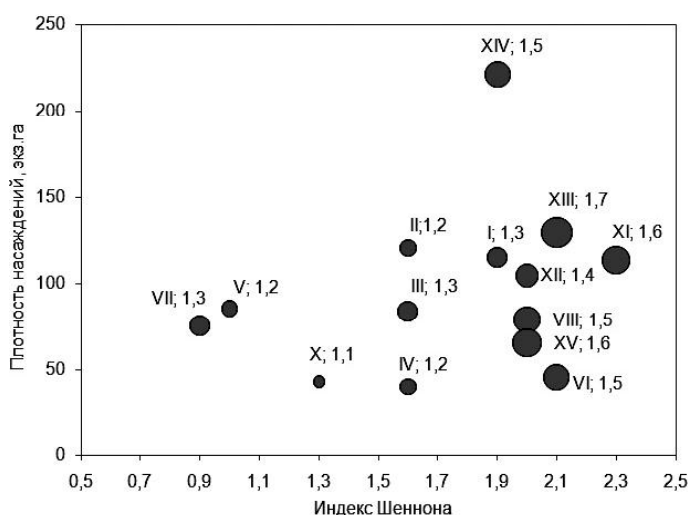


Рис. 2. Классификация зеленых насаждений города Сыктывкара по признакам разнообразия, плотности и жизненного состояния насаждений: рядом с каждым пузырьком подписаны номер учетного сектора (римскими цифрами) и коэффициент состояния насаждений (K).

ленных ($K_j > 1.3$). Территории, на которых отмечено снижение жизненного состояния, расположены в исторически более старой части города. По данным Д.А. Габова и др. (2009), в пределах этих секторов наблюдается повышенный уровень содержания полициклических углеводородов, основным источником которых является автотранспорт. Повышению уровня загрязнения способствуют не только интенсивность движения автотранспорта, но и особенности планировки города. Так как границы секторов проведены по наиболее оживленным улицам города, то на карте можно видеть увеличение размеров сектора в исторически новой части города. Следствием этого является увеличение удаленности центральной части сектора от автомагистрали, как источника загрязнения, и

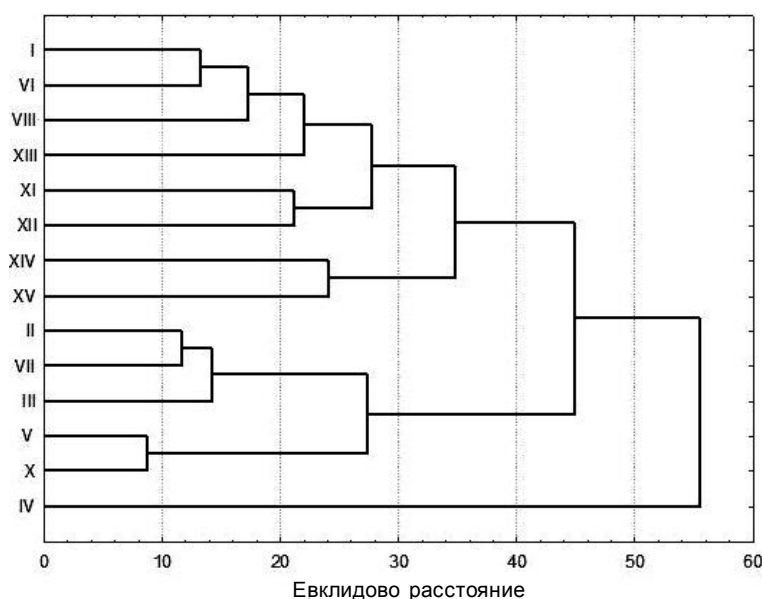


Рис. 3. Диаграмма сходства секторов по структуре насаждений.

улучшение жизненного состояния насаждений. Средняя плотность насаждений в центральной части Сыктывкара составляет 91.20 экз./га. Максимальная плотность насаждений отмечена в секторе XIV (220.9 экз./га), минимальная – IV, VI, X (40-45).

По результатам кластерного анализа (рис. 3), обследованные сектора разделяются на кластеры и отличаются по видовому составу древесной растительности, структуре доминирования и параметрам биологического разнообразия. Сектора, выделенные в первый кластер (II, III, IV, V, VII, X), характеризуются низким видовым разнообразием ($H < 1.6$). Преобладающей породой является береза. Второй кластер объединяет сектора с высоким видовым разнообразием ($H > 1.6$), где доминирующей породой является береза (I, VI, VIII, XI, XII, XIII) или тополь (XIV, XV). Отдельно выделяется сектор IV, который характеризуется доминированием рябины (41%).

Таким образом, при оценке насаждений и создании перспективного плана их развития и обновления необходимо использовать комплекс параметров, включающих жизненное состояние насаждений, их плотность и разнообразие. Жизненное состояние зеленых насаждений снижено в секторах старой застройки, что может быть связано с возрастом насаждений и уровнем антропогенного воздействия. По устойчивости к условиям городской среды в климатических условиях Сыктывкара наиболее перспективными являются представители североамериканского элемента.

ЛИТЕРАТУРА

Габов Д.Н., Василевич М.И., Тикунев П.В. Полициклические ароматические углеводороды в снежном покрове г. Сыктывкар // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. XVI Всерос. молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 2009. С. 44-47.

Мартынов Л.Г. Интродуцированные древесные растения в озеленительных посадках Коми АССР // Особенности роста и развития интродуцентов на Севере. Сыктывкар, 1987. С. 107-115. (Тр. Коми фил. АН СССР; № 87).

Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. М., 1997. 24 с.

Природа Сыктывкара и окрестностей / Под ред. М.А. Витязевой. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1972. 160 с.

Теодоронский В.С. О методах обследования зеленых насаждений на объектах озеленения Москвы // Лесной вестник, 2000. Т. 15. Вып. 6. С. 52-56.

Шушпанникова Г.С., Орловская Н.В., Першина Н.Г. Роль ботанического сада Сыктывкарского государственного университета в решении проблемы озеленения // Роль ботанического сада сыктывкарского государственного университета в решении проблемы озеленения. Сыктывкар, 2007. С. 14-32.

Экология родного края / Под ред. Т.Я. Ашихминой. Киров: Вятка, 1996. 720 с.

КОЛЛЕКЦИЯ ЖИВЫХ КУЛЬТУР ВОДОРΟΣЛЕЙ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УРО РАН

И.В. Новаковская

Институт биологии Коми НЦ УРО РАН

E-mail: novakovskaya@ib.komisc.ru

Создание живых коллекций играет важную роль для сохранения биоразнообразия и изучения флоры и фауны, в том числе и водорослей. На сегодняшний день в России представлено небольшое количество альгологических коллекций. Наиболее известные: CALU – коллекция штаммов водорослей Биологического института и Санкт-Петербургского университета; IPPAS – коллекция одноклеточных водорослей Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН. Среди мировых коллекций: PSS – Пастеровская коллекция культур штаммов цианобактерий (Франция); SAUP – коллекция культур водорослей Карлова университета (Чехия); ASKU – коллекция культур Киевского национального университета им. Тараса Шевченко (Украина); UTEX – коллекция культур водорослей в Техасском университете (США); SAG – культурная коллекция Геттингенского университета (Германия).

В Институте биологии Коми НЦ УРО РАН формирование коллекционного фонда живых культур водорослей начато с 2010 г. Цель работы – создать первую коллекцию живых штаммов водорослей арктических регионов России.

Создаваемая коллекция может быть использована для проведения флористических, систематических, эволюционных исследований, а также для решения прикладных задач, таких как поиск перспективных видов водорослей для получения биотоплива, освоения других планет, изучения токсичных видов, для биологической рекультивации и ремедиации техногенно нарушенных земель, научного и коммерческого обмена штаммами с ведущими европейскими исследовательскими центрами, а также для использования в научно-образовательном процессе.

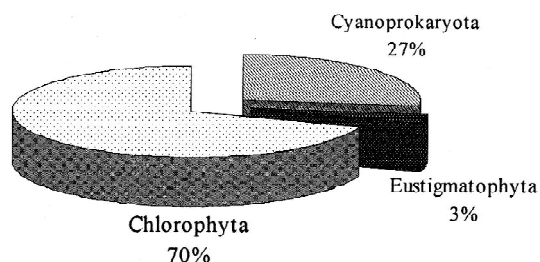
В основу создаваемой коллекции положены монокультуры водорослей, выделенные из почв горно-тундровых экосистем Приполярного Урала. Выращивание водорослей проводили с применением жидких и агаризованных сред 3N-BBM+V, Bg 11.

На сегодняшний день в коллекционном фонде Института биологии Коми НЦ УРО РАН содержится 32 штамма 30 видов водорослей из трех отделов, пяти классов, 11 порядков, 17 семейств, 20 родов (см. рисунок).

Cyanoprokaryota

Leptolyngbya angustissima (W. et G.S. West)
Anagnostidis et Komarek
Leptolyngbya foveolarum (Rabenhorst et Gom.)
Anagnostidis et Komarek
Nostoc linckia (Roth) Bornet et Flahault
f. muscorum (Ag.) Elenk.

Nostoc punctiforme (Kutz.) Hariot
Phormidium corium (Ag.) Gom.
Phormidium molle (Kutz.) Gom.
Porphyrosiphon lomniczensis (Kol) Anagnostidis et Komarek
Pseudophormidium hollerbachianum (Elenk.)
Anagnostidis
Eustigmatophyta
Eustigmatos magnus (B.-Peters.) Hibberd
Chlorophyta
Chlamydomonas cf. culleus Ettl
Chlamydomonas cf. noctigama Korsch.
in Pasch.
Chlamydomonas cf. reisiigii Ettl
Chlorella vulgaris Beijer. var. *vulgaris*
Chlorococcum infusionum (Schrank) Menegh.
Chlorococcum lobatum (Korsch.) Fritsch et John
Dictyococcus varians Gerneck
Elliptochloris reniformis (Watanabe) Ettl et Gartner
Elliptochloris subsphaerica (Reisigl) Ettl et Gartner
Graesiella vacuolata (Shihira et Krauss) Kalina et Pune.
Klebsormidium cf. flaccidum (Kutz.) Silva et al.
Myrmecia bisecta Reisigl
Parietochloris alveolaris (Bold) Watanabe et Floyd
Parietochloris cf. pseudoalveolaris (Deason et Bold) Watanabe et Floyd in Deason et al.
Pseudococcomyxa cf. pringsheimii (Jaag) Kostikov et al.
Scotiellopsis terrestris (Reisigl) Pune. et Kalina
Scotiellopsis cf. oocystiformis (Lund) Pune. et Kalina
Scotiellopsis levicostata (Hollerbah) Pune. et Kalina
Sporotetras polydermatica (Butcher) Kostikov, Darienko, Lukesova et Hoffmann
Stichococcus cf. minor Nag.
cf. Scenedesmus abundans (Kirchner) Chodat



Соотношение видового разнообразия почвенных водорослей горно-тундровых экосистем Приполярного Урала, представленных в коллекции Института биологии, по отделам.

В коллекции представлены штаммы видов, обнаруженных впервые для почв России и Арктики. Среди них *Porphyrosiphon lomniczensis*. Ширина трихомов 3-4 мкм, с чехлом до 5 мкм и длина 1.5 мкм. Дерновинки желто-коричневого цвета. Выявлен из антропогенного местообитания на кварцевом песке штольни. Этот вид ранее был обнаружен только в горных экосистемах Альп (Komarek, Anagnostidis, 2005). Новыми видами для почв европейского Севера являются (Андреева, 2007): *Dictyococcus varians* – клетки крупные размером 30 мкм и более. Выявлен из почвы кустарничково-лишайниково-мохового сообщества около оз. Большое Балбанты на высоте 650 м над ур. м. *Graesiella vacuolata* – клетки шириной до 12, длиной до 15 мкм. Старые культуры краснеют. Вид был обнаружен в почве злаково-ивнякового сообщества вблизи оз. Большое Балбанты. *Scenedesmus abundans* – клетки размером до 9 мкм, с возрастом культура краснеет. Выявлен в корочках из разреженно-злаково-моховой группировки гольцового пояса на высоте 1000 м над ур. м. и в корочках на обнаженном грунте из пятнисто-каменисто-лишайникового сообщества в окрестности оз. Большое Балбанты, горы Баркова на высоте 700 м над ур. м. *Pseudococcomyxa* cf. *pringsheimii* – размер от 1.5 до 3 мкм шириной и от 4 до 6.5 мкм длиной. Обнаружен в почве осоково-мохового сообщества на высоте 1078 м над ур. м., в кварцевом песке штольни на горе Баркова на высоте 850 м над ур. м., в корочках на обнаженном грунте из пятнисто-каменисто-лишайникового сообщества (окрестности оз. Большое Балбанты, горы Баркова, высота 700 м над ур. м.), кустарничково-лишайникового сообщества на склоне (650 м над ур. м.) и из корочек вокруг пятен пучения в кустарничково-лишайниково-моховом сообществе на склоне окрестности оз. Грубепенднты (высота 900 м над ур. м.). *Elliptochloris reniformis* – длина эллипсоидных клеток достигает 11, ширина 8 мкм. Шаровидные клетки до 15 мкм. Обнаружена в корочках на обнаженном грунте из пятнисто-каменисто-лишайникового сообщества (окрестности оз. Большое Балбанты, высота 700 м над ур. м.) и в корочках вокруг пятен пучения из кустарничково-лишайниково-мохового сообщества на склоне (оз. Грубепенднты, высота 900 м над ур. м.).

В коллекции культивируются широко распространенные виды с высокой частотой встречаемости в почвах горно-тундровых экосистем Приполярного Урала, в основном это мелкие одноклеточные неподвижные Chlorophyta – *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*, *Elliptochloris subsphaerica*, *Pseudococcomyxa* cf. *pringsheimii*.

Основу коллекционного фонда водорослей Института биологии формируют 200 аутентичных штаммов из коллекции SAG Геттингенского университета, переданные д.б.н. И.Ю. Костиковым (Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко).

Дальнейшее развитие коллекции позволит наиболее полно выявить видовой состав водорослей наземных и водных экосистем Полярного, Приполярного Урала, хребта Пай-Хой и др. Планируется выделение монокультур доминирующих видов из альгогруппировок различных экосистем арктических регионов России, а также редких видов и таксонов с неясным систематическим положением для дальнейшей их идентификации. Перспективно использование культур в биотестировании и биомониторинге, поисковых работах для выделения наиболее эффективных штаммов для получения биотоплива, изучения токсичных видов, биологической рекультивации и ремедиации техногенно нарушенных земель.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 10-04-01446-а, программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» по теме: «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики» Рег. № 09-П-4-1032 и молодежного научного гранта УрО РАН 2011 г.

ЛИТЕРАТУРА

Андреева В.М. Почвенные неподвижные зеленые микроводоросли (Chlorophyta) европейского севера России // Новости систематики низших растений, 2007. Т. 41. С. 3-14.

Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota I. Oscillatoriales // Sußwasserflora von Mitteleuropa. München, 2005. Bd. 19 (2). 643 p.

БАЗА ДАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ СУТОЧНОГО РАЗРЕШЕНИЯ И СПОСОБЫ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА РАСТИТЕЛЬНОСТИ

А.Б. Новаковский

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: novakovsky@ib.komisc.ru

В последнее время интерес к климату и все-му, что с ним связано, существенно вырос. Чаще всего для анализа климатических изменений используются длинные температурные ряды, по-

лученные за период инструментальных наблюдений. В зависимости от метеостанции этот период составляет в среднем около 100-120 лет. Понятно, что такой объем информации доста-

точно сложно обрабатывать вручную. Применение компьютерной техники может существенно облегчить эту работу. Однако использование стандартных программ обработки данных, например *Microsoft Excel*, не позволяет в полной мере решать поставленные задачи. На наш взгляд, наилучшим является использование различных систем управления базами данных (СУБД), однако при таком подходе требуется провести существенную работу по созданию самой структуры базы данных и интерфейса пользователя. В дополнение отметим, что сейчас одним из наиболее перспективных направлений является использование СУБД, ориентированных на использование в сети Интернет, поскольку в этом случае пользователь может получить доступ к данным из любого места земного шара.

Нашей целью была разработка, заполнение и сопровождение базы данных метеорологических наблюдений суточного разрешения с возможностью доступа ко всем ее функциям через глобальную сеть Интернет. Для этого требовалось сделать следующее: разработать структуру базы данных в СУБД MySQL; при помощи PHP создать пользовательский интерфейс; реализовать наиболее часто используемые алгоритмы обработки климатических рядов; по возможности максимально заполнить базу данных.

На сегодняшний день в разрабатываемую климатическую базу данных введена информация о 148 метеостанциях, относительно равномерно расположенных по всей территории России и странах ближнего зарубежья (рис. 1). Для каждой станции введены ежедневные значения температуры и количество выпавших осадков в среднем за последние 100 лет. Самое раннее наблюдение – 1882 г., последнее – 1995 г. Данные взяты из сети Интернет из сайта <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (все данные являются свободно распространяемыми, для доступа требуется бесплатная регистрация).

Разрабатываемая нами база данных находится на сервере Института биологии по адресу www.ib.komisc.ru/climat. После ввода логина и пароля пользователь попадает на главную страницу (рис. 2). Отмечу, что это первый (черновой) вариант базы данных. Поэтому при его раз-

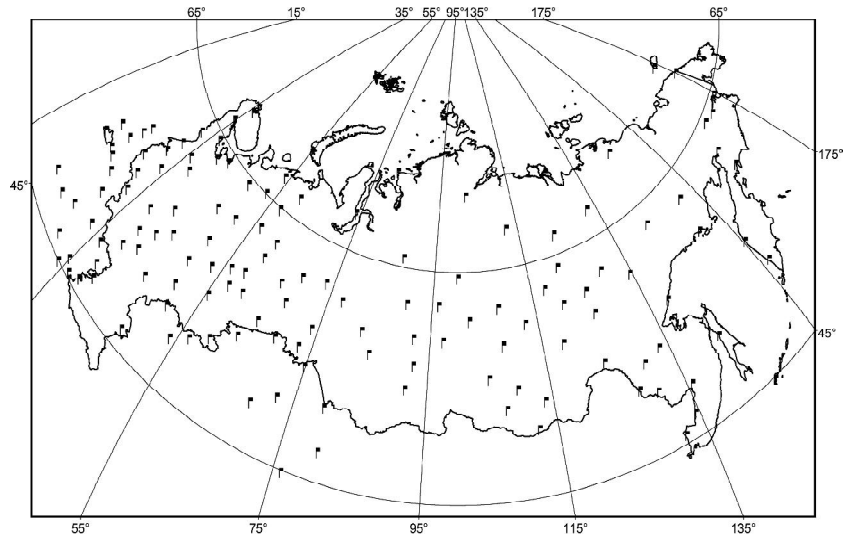


Рис. 1. Карта расположения метеостанций.

работке мы уделяли основное внимание функциональной части, а не оформлению.

Главное окно разделено на три части: заголовков (вверху), раздел функциональных блоков (левая часть) и основное/рабочее окно. В режиме гостя, который предусматривает только просмотр данных, доступно два функциональных блока: «просмотр первичных данных» и «статистика». В режиме оператора добавляются блоки ввода и редактирования данных, но мы на них останавливаться не будем.

Блок «Просмотр первичных данных», как следует из названия, позволяет просматривать исходные климатические данные в том виде, как они записаны в базу данных без какой-либо обработки. Для просмотра данных пользователь выбирает название метеостанции и интересующую его климатическую характеристику. Для удобства просмотра можно задать количество

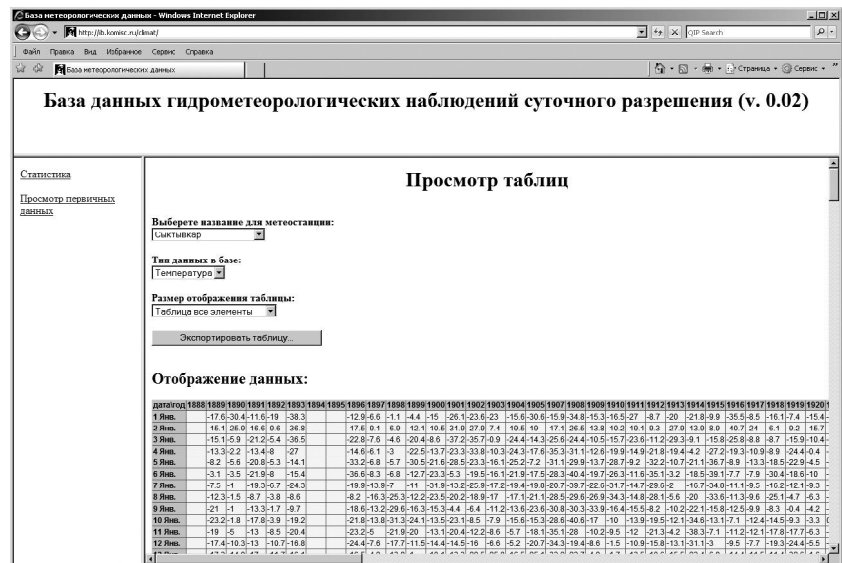


Рис. 2. Внешний вид функционального блока «Просмотр первичных данных».

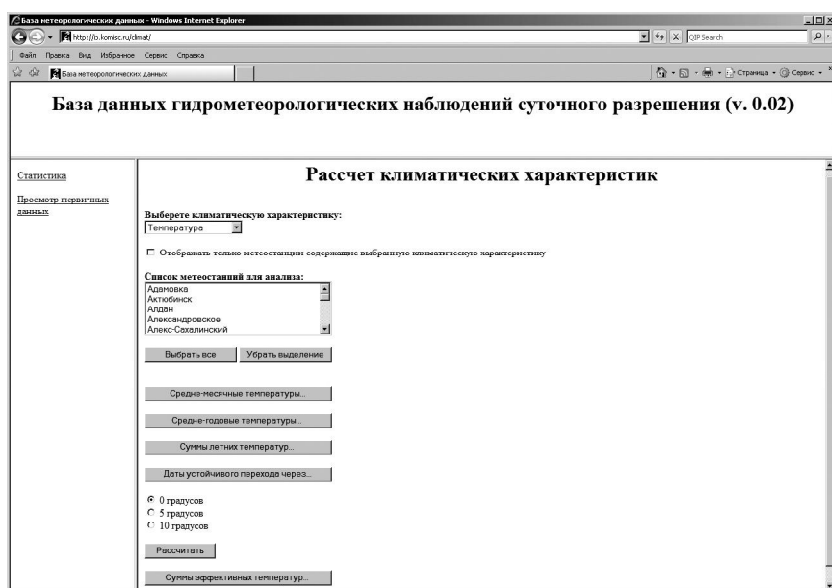


Рис. 3. Внешний вид функционального блока «Статистика».

отображаемых элементов (10×10, 20×20, полная таблица). Последняя кнопка – «экспортировать таблицу» – позволяет записать данные в файл формата Microsoft Excel.

Во втором блоке «Статистика» собраны алгоритмы обработки метеорологических данных. На сегодняшний день в базу данных введены два показателя: температура и осадки. Для осадков реализовано два алгоритма: «сумма месячных осадков», «сумма годовых осадков». Алгоритмов для обработки температурных данных несколько больше: среднемесячные и среднегодовые температуры, суммы летних температур, даты устойчивого перехода через 0, 5, 10 °C и суммы эффективных температур выше 0, 5, 10 °C (рис. 3). Список функция меняется в зависимости от того, какая климатическая характеристика выбрана пользователем на первом этапе.

Приведем последовательность действий для расчета, например, среднемесячных температур: пользователь выбирает климатическую характеристику «температура»; из списка выбирает одно или несколько названий метеостанций, для которых будет проводиться анализ; нажимает кнопку «среднемесячные температуры». В результате будет автоматически сформирована одна или несколько таблиц (в зависимости от количества выбранных метеостанций), столбцы в которой соответствуют годам, а строки месяцам, в их пересечении стоит соответствующая рассчитанная характеристика (в данном случае средняя температура за месяц). Полученные таблицы можно экспортировать в формат Microsoft Excel.

Для расчетов других климатических характеристик алгоритм действий пользователя аналогичен.

Наиболее интересными алгоритмами при изучении растительного покрова, на наш взгляд, являются определение дат устойчивого перехода через определенную температуру и расчет суммы эффективных температур. Обе эти характеристики оказывают прямое воздействие на растительность, так как определяют продолжительность вегетационного периода и общее количество солнечной радиации для данной территории. Алгоритм действия пользователя аналогичен описанному выше, за исключением дополнительного шага. Так, после нажатия на кнопку «Даты устойчивого перехода через...» появляется список из трех пунктов, (0, 5 и 10 °C), в котором пользователь задает по-

роговую температуру, по отношению к которой будут рассчитываться даты перехода (рис. 3).

В результирующей таблице будет показана дата весеннего перехода (в сторону увеличения температур), осеннего (уменьшение температур) и продолжительность периода температур выше заданной (в днях). Следует отметить, что при отсутствии данных для какого-либо года или же при их существенных пропусках, не позволяющих рассчитать требуемую характеристику, в соответствующую клетку ставится прочерк.

Коротко остановимся на планируемых направлениях дальнейшего развития базы данных метеорологических наблюдений суточного разрешения: внедрить интерфейс аналогичный используемому на сайте Института биологии (www.ib.komisc.ru); добавить данные за 1995-2010 гг.; добавить алгоритмы обработки данных (среднедекадные температуры, расчет скользящего среднего, различные типы сортировок данных); реализовать возможность построения графиков, отражающих основные закономерности; создать систему формирования сложных выборок данных (по метеостанциям, по годам, по административным территориям).

Таким образом, созданный информационный ресурс, позволяющий получить доступ к обширным базам данных, содержащих метеорологические наблюдения (температура, осадки, сила и направление ветра и т.п.) более чем за 100 лет в суточном разрешении, является полезным инструментом для специалистов-экологов, биологов, географов и др. Доступ к данным через Интернет в сочетании с простым и наглядным интерфейсом позволят воспользоваться этим ресурсом всем заинтересованным лицам, вне зависимости от уровня их компьютерной грамотности.

АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ БАССЕЙНА РЕКИ КОЖИМ (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

М.А. Паламарчук

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: palamarchuk@ib.komisc.ru

Приполярный Урал – наиболее возвышенная и широкая часть древних Уральских гор, простирающаяся от истоков р. Хулга на севере (654 40' с.ш.) до горы Тельпосиз на юге (64° с. ш.). Положение на границе Европы и Азии обуславливает своеобразие растительного и животного мира этой территории. В природных ландшафтах здесь встречаются тундровые и лесные виды, элементы западных и восточных флор и фаун. Именно поэтому данный регион издавна привлекает внимание естествоиспытателей и биологов. Однако в связи с труднодоступностью этой территории разнообразие отдельных групп организмов остается еще недостаточно изученным. Так, какие-либо данные об агарикоидных базидиомицетах полностью отсутствуют.

Климат Приполярного Урала резко континентальный, суровый, с длительной морозной зимой и коротким прохладным летом. За год выпадает до 500 мм осадков (Атлас..., 1964). Среднемесячная температура самого холодного месяца (января) –21 °С, самого теплого (июля) 10–12 °С (Атлас..., 1964).

Рассматриваемая территория располагается в подзоне северной тайги. В горных ландшафтах изменение характера растительности происходит по высотному градиенту. В бассейне р. Кожим граница леса проходит не выше 400 м над ур.м. (Мартыненко, Дегтева, 2003). Горно-лесной пояс начинается с полосы еловых (*Picea obovata* Ledeb.) и елово-березовых лесов, с подъемом в горы они замещаются лиственничными лесами (*Larix sibirica* Ledeb.), а еще выше – лиственничными редколесьями.

Выше границы леса располагается полоса кустарников, местами достигающая ширины до 250 м. Она состоит из нескольких видов ив, карликовой березки (*Betula nana* L.), можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsd), ольхи кустарниковой (*Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar) (Мартыненко, Дегтева, 2003). Участки горных кустарничково-моховых и мохово-лишайниковых тундр появляются уже среди горно-лесных редколесий (Непомилуева, Лащенко, 1978). Их площади увеличиваются по мере нарастания высоты. На перевалах и плоских вершинах встречаются фрагменты осоково-моховых и дриадовых (*Dryas octopetala* L.) тундр, мелкотравные луговины. Выше 300–700 м на Приполярном Урале простираются каменистые россыпи, почти лишенные растительности (Мартыненко, Дегтева, 2003).

В августе 2009 г. и июле 2010 г. с целью выявления разнообразия агарикоидных базидиомицетов Приполярного Урала была совершена экспедиция в бассейн р. Кожим. Исследования

проводили на территории национального парка «Югыд ва» (северная часть Приполярного Урала).

В результате экспедиционных работ в бассейне р. Кожим был выявлен 121 вид агарикоидных базидиомицетов, относящихся к 47 родам, 15 семействам и пяти порядкам. Все они являются новыми для района исследования, а 47 видов – новые для Республики Коми. Ведущими семействами являются *Tricholomataceae* (34 вида), *Cortinariaceae* (29), *Russulaceae* (19), *Strophariaceae* (9), *Boletaceae* (6), что характерно для биот данной группы грибов всей лесной зоны Голарктики. В микобиоте северных территорий первое место принадлежит семейству *Cortinariaceae*. Полученные нами данные для бассейна р. Кожим являются предварительными и при дальнейших исследованиях с большой вероятностью можно предположить, что паутинниковые грибы выйдут на первое место. Обилие видов в родах *Lactarius* (15 видов), *Cortinarius* (10), *Galerina* (8), *Inocybe* (7), *Mycena* (6), *Collybia* (5), *Entoloma* (5), *Russula* (4), *Clitocybe* (4), представители которых типичны для северных территорий, указывает на бореальный характер данной микобиоты. Довольно высокое положение рода *Galerina* является особенностью северных территорий, так как его представители играют существенную роль в тундровых и болотных биогеоценозах, где являются основными деструкторами торфяного тундрового войлока (Нездоймино, 1984).

Горные черты биоты агарикоидных базидиомицетов Приполярного Урала проявляются в наличие видов горно-тундрового распространения (*Amanita nivalis*, *Arrhenia lobata*, *Entoloma bipelle*, *Laccaria montana*, *Leccinum rotundifoliae*, *Cortinarius septentrionalis*, *Galerina pseudomycenopsis*, *Lactarius torminosulus*, *L. dryadophilus*, *L. salicis-herbaceae*, *Russula nana* и др.). Положение территории на границе Европы и Азии объясняет нахождение видов, характерных для сибирских биот (*Suillus clintonianus*, *S. grevillei*, *S. viscidus*, *Gomphidius maculatus*, *Boletinus asiaticus*). Эти виды являются облигатными симбиотрофами лиственницы и встречаются в бассейне р. Кожим довольно часто, тогда как в более южных районах республики они редки.

В районе исследования было найдено несколько редких для России видов. Так, в бассейне р. Кожим был обнаружен *Cortinarius septentrionalis*. До этого он был отмечен нами в горной ерниковой тундре на Северном Урале (Печоро-Ильчский заповедник), это была первая находка данного вида на территории России. *C. septentrionalis* является микоризообразователем с

Betula nana и в горных тундрах Приполярного Урала встречается довольно часто. Этот вид обычен в горах Фенноскандии, также встречается на Аляске и в Гренландии (Bendiksen et al., 1993). В июнье с примесью ольхи впервые для европейской части России была обнаружена *Naucoria suavis* – облигатный симбиотроф ольхи (Нездойминого, 1996). В России этот вид отмечен в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Интересна находка редкого для России вида – *Omphaliaster borealis*. Он был собран в горной мохово-лишайниковой тундре. До этого вид был отмечен в России только однажды в Тюменской области (Knudsen, Mukhin, 1998). За пределами России известен в северной Скандинавии, Шпицбергене, Гренландии и Альпах. В горной тундре был собран *Lactarius brunneoviolaceus*, это вторая находка данного вида для территории России (Knudsen, Mukhin, 1998). Является микоризообразователем с различными видами ив, аркто-альпийский вид, впервые отмечен в Тюменской области. За пределами России встречается в Альпах, Фенноскандии, Шпицбергене, Исландии и Гренландии. На бечевнике была найдена *Entoloma incanum*, вид редкий для России, включен в Красные книги Ленинградской, Вологодской и Новосибирской областей.

Трофический анализ показал, что наибольшее количество видов относится к микоризообразователям (57 видов, или 43.8% от общего видового разнообразия). Большинство симбиотрофов (31 вид) связаны только с листовными породами, из них 19 видов способны образовывать микоризу с кустарниками и кустарничками (различными видами ив, карликовой березой, дриадой). С березой связаны виды, характерные для бореальных лесов (*Leccinum scabrum*, *Cortinarius armillatus*, *Lactarius glycosmus* и др.) С различными видами ив микоризу образуют следующие виды: *Laccaria montana*, *Cortinarius alpines*, *Hebeloma pusillum*, *Lactarius brunneoviolaceus*, *L. salicis-herbaceae* и др. Симбиотрофами карликовой березы являются *Leccinum rotundifoliae*, *Cortinarius septentrionalis*, *Lactarius torminosulus*. Микоризообразователь с дриадой – *Lactarius dryadophilus*. С хвойными породами связано 10 видов, причем шесть являются микоризообразователями с листовницей. Не имеют строгой приуроченности и способны образовывать микоризу с различными древесными породами 16 видов агарикоидных базидиомицетов (*Laccaria laccata*, *Cortinarius croceus*, *C. huronensis*, *Inocybe geophylla*, *I. lacera* var. *lacera*, *Lactarius rufus*, *Lactarius trivialis* и др.).

На втором месте по количеству видов находятся подстилочные сапротрофы (23 вида, или 17.7% от общего видового разнообразия). Большинство их относится к семейству *Tricholomataceae* (17 видов) и родам *Mycena*, *Collybia* и *Clitocybe*. Гумусовые сапротрофы представлены 18 видами (13.8% от общего видового разнообразия). Это такие виды, как *Lepiota clypeolaria*,

Agrocybe praecox, *Hygrocybe conica*, *Melanoleuca melaleuca* и др.

Довольно высоко разнообразие бриотрофов (13 видов, или 10%), большинство которых представлено видами р. *Galerina*. Особенностью исследуемой территории является незначительное число ксилотрофов (14 видов, 10.8%), тогда как на Северном Урале эта группа занимает второе место по количеству видов (24%). Такое низкое разнообразие дереворазрушающих грибов связано с тем, что леса в бассейне верхнего течения р. Кожим занимают незначительные площади и бедны валежом. Из ксилотрофов были отмечены следующие виды: *Hypholoma carpinoideis*, *Kuehneromyces vernalis*, *Pholiota spumosa*, *P. squarrosa*, *Tricholomopsis rutilans* и др.

Остальные трофические группы представлены одним-двумя видами. К сапротрофам опада относятся два вида, растущие на хвое и мелких веточках (*Marasmius androsaceus* и *Micromphale perforans*). На старых, мумифицированных плодовых телах видов семейства *Russulaceae* встречается микотроф *Collybia cirrhata*. К группе копротрофов относится один вид – *Panaeolus semiovatus* var. *semiovatus*. Группа паразитов представлена одним видом, паразитирующем на мхах *Arrhenia lobata*.

В бассейне р. Кожим нами были исследованы следующие типы местообитаний: леса, горные тундры и нарушенные местообитания. В лесах района исследования отмечено 66 видов агарикоидных базидиомицетов. В целом состав грибов в лесах характерен для таежной зоны. Преобладают виды семейств *Tricholomataceae* (26 видов), *Cortinariaceae* (9), *Russulaceae* (6), *Strophariaceae* (6), *Boletaceae* (5) и *Agaricaceae* (5). В горных тундрах выявлено 50 видов агарикоидных базидиомицетов. Ведущими семействами здесь являются *Cortinariaceae* (19), *Russulaceae* (12) и *Tricholomataceae* (10 видов).

В долине р. Кожим в 80-е гг. прошлого столетия велась интенсивная разработка золотых россыпей, в результате чего растительный покров был уничтожен, образовались промышленные полигоны. На нарушенных местообитаниях было выявлено семь видов. Несмотря на то, что видовой состав этих территорий беден, но обилие грибов довольно высокое. Подобную закономерность описывают и другие авторы для антропогенно нарушенных территорий. Так, *Hygrocybe conica* встречается в Республике Коми редко и единично. Здесь же плодовые тела были обнаружены на всех полигонах и в больших количествах, что возможно связано с отсутствием густого травяного покрова. Этот вид является гумусовым сапротрофом и в основном встречается на лугах. *Lacrymaria lacrymabunda*, *Inocybe dulcamara* var. *dulcamara*, *Inocybe rimosa* встречаются по всей территории Коми, а *L. lacrymabunda* характерна для антропогенно нарушенных местообитаний. На заброшенной базе у руч. Сюразь-Пузь-Вож был собран *Panaeolus se-*

miovatus var. *semiovatus*. Вид растет большими группами на конском навозе и впервые отмечен для Республики Коми. Появление этого вида связано с выпасом оленей.

Таким образом, полученные данные позволяют характеризовать биоту агарикоидных базидиомицетов бассейна р. Кожим, как бореальную северотаежную. Горные черты биоты проявляются в наличие аркто-альпийских видов. Однако следует отметить, что это лишь первые сведения о разнообразии грибов Приполярного Урала и необходимо продолжить данные исследования.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики». Рег. № 09-П-4-1032.

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас Коми АССР. М., 1964. 112 с.
 Мартыненко В.А., Дегтева С.В. Конспект флоры природного национального парка «Югыд ва» (Республика Коми). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 93 с.
 Нездойминого Э.Л. Грибы рода *Galerina* Earle из субарктических тундр Советского Союза // Новости систематики низших растений, 1984. Т. 21. С. 102-107.
 Нездойминого Э.Л. Семейство паутинниковые. СПб.: Наука, 1996. 408 с. (Определитель грибов России: Порядок агариковые; Вып. 1).
 Непомилуева Н.И., Лащенкова А.Н. Охрана флоры и растительности природного парка Коми АССР // Растительный мир охраняемых территорий. Рига: Зинанте, 1978. С. 43-46.
 Bendiksen E., Bendiksen K., Brandrud T.E. *Cortinarius* subgenus *Muxacium* section *Colliniti* (Agaricales) in Fennoscandia, with special emphasis on the Arctic-alpine zones // *Sommerfeltia*, 1993. Vol. 19. P. 1-37.
 Knudsen H., Mukhin V.A. The arctic-alpine agaric element in the Polar Urals and Yamal, Western Siberia // Arctic and Alpine Mycology 5: Proc. of the Fifth Intern. Sympos. on Arcto-Alpine Mycology. Yekaterinburg, 1998. P. 152-162.

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ ЛУГОВ ОСТРОВНОЙ ПОЙМЫ НИЗОВИЙ РЕКИ СЕВЕРНАЯ ДВИНА

Т.А. Парина

Поморский государственный университет им. М.В. Ломоносова

E-mail: NadeinaTA@mail.ru

Пойменные луга – наиболее продуктивные естественные кормовые угодья нашей страны, а заготовка сена – самый старый вид консервирования грубых кормов, составляющий основу кормовой базы животноводства в Архангельской области. Урожайность пойменных лугов ежегодно изменяется. Проблема рационального использования природных богатств поймы с каждым годом становится всё острее, при этом пойменные ландшафты наиболее молодые и чрезвычайно легко ранимы.

Литературные данные об урожайности пойменных лугов Архангельской области очень разнородны. Урожайность пойменных лугов таежной зоны северо-запада европейской части России: прирусловой поймы – до 40, центральной – от 9 до 50, притеррасной – до 25 ц/га сена (Иванов, 1953; Андреев, 1973). Урожайность пойменных лугов низовий Северной Двины в зависимости от уровня поймы и хозяйственного состояния колеблется в пределах от 8 до 40 ц/га (Методические рекомендации..., 1990; Попова, 1999; Ресурсосберегающие технологии..., 2009).

При нарушенной в последние годы системе использования сенокосных и пастбищных угодий продуктивность и агроботанический состав лугов значительно изменились и зависят от многих факторов. Полученные нами современные данные по урожайности лугов островной поймы низовий Северной Двины приведены в табл. 1.

При анализе количественных данных продуктивности внутри каждой группы лугов по спо-

субу хозяйственного использования выявляются значительные колебания показателей. На одноукосных используемых сенокосах при среднем урожае сена 49.9 ц/га максимальная урожайность – 107.9, минимальная – 18.7, что связано, в первую очередь, с видовым составом. Как правило, продуктивность на исследованных одноукосных сенокосах увеличивается в разы при большом обилии видов верхового грубостебельного разнотравья крупного габитуса, которые плохо поедаются скотом в сене. Среди них *Angelica sylvestris*, *Arctium tomentosum*, *Cirsium arvense*, *Filipendula ulmaria*, *Heracleum sibiricum*. Большие показатели продуктивности характерны для сенокосов, в травостое которых значительное покрытие имеют верховые злаки, дающие больше кормовой массы при сенокосении: *Bromopsis inermis*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*. Эти виды отличаются хорошо облиственными стеблями высотой до 1 м и более. Большой вклад в увеличение продуктивности исследованных сенокосов вносят также верховые бобовые травы, листья которых находятся в верхней части стебля и при скашивании попадают в скошенную массу: *Trifolium pratense*, *Vicia cracca*, *V. sepium*. На сенокосах этого типа формируются травостой бобово-разнотравно-злаковые, разнотравно-бобово-злаковые, по низким местам с примесью осок, редко – разнотравно-злаковые и злаково-разнотравные.

Неиспользуемые одноукосные сенокосы также могут характеризоваться аномально большими

Урожайность лугов островной поймы низовий Северной Двины в 2009-2010 гг.

Способ хозяйственного использования	Число ПП	Урожай сена, ц/га	Участие в травостое агроботанических групп, %			
			Злаки	Осоки	Бобовые	Разнотравье
Используемые одноукосные сенокосы	14	49.9±5.93 18.7-107.9	56.59±6.11	8.17±6.20	18.95±4.34	16.06±3.38
Неиспользуемые одноукосные сенокосы	18	67.25±9.15 30.8-171.4	35.35±7.84	12.58±7.29	5.28±1.69	41.40±7.11
Используемые пастбища	9	21.21±5.83 9.5-66.4	62.38±6.38	1.03±0.69	7.10±2.37	30.78±6.43
Залежи	11	48.51±13.34 18.3-140.5	44.87±7.79	0	9.84±3.16	29.32±5.64
Среднее		48.32±4.49 9.5-140.5	48.52±3.38	8.42±3.42	13.05±2.10	23.37±3.35

Примечание: в числителе – средний показатель с ошибкой среднего, в знаменателе – минимальные и максимальные зарегистрированные значения урожайности; ПП – контура растительности (100 м²), в пределах которых закладывали площадки для оценки продуктивности (0.25 м²).

ми показателями урожая сена – до 171.4 ц/га при средней урожайности 67.3 ц/га, что в большей степени связано с преобладанием крупного разнотравья, виды которого активно разрастаются при прекращении сенокосения. Травостой разнотравно-злаковые и злаково-разнотравные, по низинным переувлажненным местам осоково-злаковые и злаково-осоковые, на некоторых запущенных сенокосах – разнотравные. Доля бобовых незначительная либо они полностью отсутствуют.

Продуктивность используемых пастбищ в среднем составляет 21.2 ц/га, достигая максимально 66.4 ц/га, минимально – 9.5. Основную массу урожая формируют низовые злаки с большой отавностью, редко превышающие в высоту 40 см, с множеством укороченных побегов и листьями в нижнем ярусе, такие как: *Festuca rubra*, *Poa pratensis*. Большинство пастбищ засорено плотнокустовым злаком *Deschampsia cespitosa*, что свидетельствует об их запущенном состоянии и нерациональном распределении пастбищной нагрузки. Низовые, вегетативно подвижные виды разнотравья стоят на втором месте по вкладу в урожайность. Это *Alchemilla vulgaris*, *Plantago major*, *P. media*, *Potentilla anserina*, *Rumex acetosella*. Бобовых, выдерживающих пастбищный режим, немного – *Trifolium repens*, быстро отрастающий со стелющимися побегами вид низового типа. Очень часто встречался поливариантный по своей жизненной форме *Trifolium pratense* с низкорослыми, почти стелющимися побегами. На пастбищах преобладают разнотравно-злаковые травостой.

Особый интерес представляет продуктивность исследованных залежей, которые дают до 140.5 ц/га сена, но плохого качества. Основная масса приходится на длиннокорневищные злаки и сорные виды разнотравья с низкой кормовой ценностью. Доля бобовых в сене залежей незначительная, в основном это длиннокорневищные виды. Травостой злаково-разнотравный и разнотравно-злаковый.

Таким образом, обследованные луга характеризуются сильно варьирующими показателями

продуктивности, что может быть обусловлено как минимум тремя причинами: высокой степенью пестроты растительного покрова в пойме, различными экологическими условиями и разнообразными способами хозяйственного использования.

При исследовании влияния богатства, увлажнения почвы по шкалам Л.Г. Раменского (1956) и величины гумусового горизонта на общую продуктивность и агроботанических групп при помощи корреляционного анализа четких закономерностей не выявлено. В то же время достоверные данные однофакторного дисперсионного анализа указывают на то, что отдельные агроботанические группы растений вносят различный вклад в продуктивность лугов, которая, прежде всего, определяется продуктивностью злаков и разнотравья, в меньшей степени бобовыми травами.

Изученные луга характеризуются различными показателями кормовой ценности, исходя из оценочной шкалы Э. Клаапа (1961) как в целом, так и при оценке по агроботаническим группам. Максимальные значения характерны для травостоев используемых сенокосов (до 7.3 балла по десятибалльной шкале). Основной вклад в кормовую ценность вносят виды бобовых (до 7.5 баллов для этой агроботанической группы) и злаков (до 7.8). Ценность видов разнотравья в большинстве травостоев невысокая (до 3 баллов). Во многих случаях при высокой кормовой ценности злаков и бобовых общая кормовая ценность травостоя низкая (до 0.6 баллов), из-за большей доли низкокачественного разнотравья.

Хозяйственная ценность разнотравья зависит от использования луга. На пастбищах большая часть побегов разнотравья используется хорошо как корм, так как содержит большое количество питательных веществ. На сенокосах в условиях обычной солнечно-воздушной сушки листья и наиболее нежные побеги разнотравья пересыхают, крошатся, переходят в труху, например, *Taraxacum officinale*. Стебли вовсе не поедаются, и разнотравье становится в сене не-

нужным балластом, например, *Heracleum sibiricum*. Кормовую ценность травостоев в низинных местообитаниях как прирусловой, так и центральной части островов снижают плохо поедаемые скотом осоки, их ценность не превышает 1.5 баллов.

Таким образом, по количественным показателям луга островной поймы низовий Северной Двины характеризуются как высокопродуктивные. Средняя урожайность всех исследованных лугов составляет 67.5 ц/га. Наибольшая доля весового участия в общей продуктивности принадлежит злакам (от 35 до 62%) и разнотравью (от 16 до 41), доля бобовых и осоковых трав незначительна.

С точки зрения качественных характеристик, травостой лугов островной поймы низовий Северной Двины очень разнообразен. Увеличение показателей продуктивности и снижение качества травостоев в последнее десятилетие на лугах связано, в первую очередь, с сокращением площадей используемых сенокосов и пастбищ и увеличением залежей и неиспользуемых сенокосов. На заброшенных угодьях массово разрастаются виды широколистного и грубостебельного разнотравья крупного габитуса с низкой кормовой значимостью в сене: *Cirsium arvense*, *Heracleum sibiricum*, *Heracleum sosnowskyi*. В свою очередь, негативные последствия забрасывания распространяются на используемые сенокосы и в меньшей степени на пастбища. Происходит захват ценных естественных пойменных лугов сорными вредными и ядовитыми растениями низких кормовых качеств, которые быстро распространяются.

Разнородность травостоев по качественным характеристикам также обусловлена высокой степенью пестроты растительного покрова в пойме, различными экологиче-

скими условиями и разнообразными способами хозяйственного использования.

В целом, в настоящее время происходит деградация лугов островной поймы низовий и особенно дельты Северной Двины, которая обусловлена как природными, так и социально-экономическими условиями, сложившимися в Архангельской области.

Работа выполнена под руководством проф., доктора с.-х.н. Е.Н. Наквасиной и доц., к.б.н. О.В. Сидоровой.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев Н.Г., Якушев Д.В. Научные исследования по пойменному луговодству // Пойменные луга СССР / Под ред. Н.Г. Андреева, А.П. Мовсисянца. М.: Колос, 1973. С. 5-15.

Иванов Д.А. Луга и пастбища (Северо-Западной зоны нечерноземной полосы). М.-Л.: Гос. изд. сельхоз. лит-ры, 1953. С. 31-34.

Клаан Э. Сенокосы и пастбища. М.: Изд-во сельхоз. лит-ры, журналов и плакатов, 1961. 613 с.

Методические рекомендации по улучшению сенокосов в пойме Северной Двины / Сост. Опарина А.И., Бабенко С.Е. Матигоры: Отделение ВАСХНИЛ по нечерноземной зоне РСФСР НПО «Холмогорское», 1990. 23 с.

Попова Л.А., Макарына С.В. Агроэкологическое состояние пойменных лугов Северной Двины // Генезис, география, антропогенные изменения и плодородие почв (Сибирцевские чтения): Тез. докл. XI съезда РГО. СПб., 2000. С. 76-77.

Раменский Л.Г., Цацекин И.А., Чижиков О.Н. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Гос. изд. сельхоз. лит-ры, 1956. 472 с.

Ресурсосберегающие технологии в луговом кормопроизводстве / Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения академика И.В. Ларина. СПб., 2009. С. 25, 57-59.

СУБСТРАТНЫЕ И ЛАНДШАФТНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ЭПИЛИТНО-ЭПИГЕЙНЫХ ЛИХЕНОБИОТ ЮЖНОГО УРАЛА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)

С.Н. Плюснин, Э.Р. Загидуллина*

Сыктывкарский государственный университет

* Стерлитамакская государственная педагогическая академия им. Зайнаб Бишевой

E-mail: sergius-plusnin@yandex.ru

Лихенобиоты Уральского хребта отличаются разнообразием, связанным с неоднородностью ландшафтно-климатических условий. Важную роль в сложении структуры лишеносинузид также имеет набор доступных для заселения субстратов. Цель данной работы – выявление роли эколого-географических факторов в сложении лишенофлор на примере предгорных и горных ландшафтов Южного Урала на территории Республики Башкортостан. Исследования проводились в 2008-2010 гг. в пяти географических точ-

ках: горы Юрактау (Стерлитамакский р-н), Тратау (Ишимбайский р-н), Воскресенская (Гафурьевский р-н), Малый Ирмель и Медвежья (Белорецкий р-н).

В ходе обследования лишенобиоты двух шиханов выявлено 111 видов лишайников, причем на шихане Тратау отмечено большее видовое разнообразие (104 вида), чем на Тратау (85). На взятой для сравнения горе Воскресенской богатство лишенобиоты меньше: здесь отмечено 69 видов. Общий список лишайников горно-

тундрового пояса двух вершин Южного Урала насчитывает 112 видов. На горе Малый Ирмель отмечено 107 видов, тогда как на горе Медвежьей – 96. Уровень разнообразия лишайников степных фитоценозов шиханов и горно-тундровых экосистем верхних поясов Южного Урала примерно одинаков, однако структура лишайнобиот резко различна.

В лишайнофлоре шиханов десятку ведущих родов составляют *Lecanora*, *Caloplaca*, *Cladonia*, *Collema*, *Aspicilia*, *Physconia*, *Acarospora*, *Peltigera*, *Physcia*, *Verrucaria*. В число ведущих семейств входят *Lecanoraceae*, *Physciaceae*, *Teloschistaceae*, *Parmeliaceae*, *Cladoniaceae*, *Collemataceae*, *Acarosporaceae*, *Peltigeraceae*, *Verrucariaceae*. Набор родов и семейств – типичный для лесостепных регионов. Обращает на себя внимание высокая доля участия степного элемента в лишайнофлоре, представленного значительным числом видов из родов *Caloplaca*, *Aspicilia*, *Verrucaria*. На горе Воскресенской последовательность родов по мере убывания числа видов несколько иная: *Lecanora*, *Physcia*, *Cladonia*, *Caloplaca*, *Physconia*, *Xanthoria*, *Acarospora*, *Aspicilia*, *Candelariella*, *Collema*, *Peltigera*, *Phaeophyscia*, *Verrucaria*. Последовательность семейств такая же, как и на шиханах. На вершинах гор Южного Урала десятку крупнейших родов составляют *Cladonia*, *Lecanora*, *Umbilicaria*, *Cetraria*, *Melanelia*, *Stereocaulon*, *Baeomyces*, *Parmelia*, *Peltigera*, *Rhizocarpon*. Ведущую роль в сложении лишайнофлор играют семейства *Cladoniaceae*, *Parmeliaceae*, *Lecanoraceae*, *Umbilicariaceae*, *Stereo-*

caulaceae, *Physciaceae*, *Baeomycetaceae*, *Rhizocarpaceae*, *Peltigeraceae*, *Pertusariaceae*. Такую таксономическую структуру можно охарактеризовать как бореально-монтанную – типичную для горно-лесных ландшафтов севера Евразии. Обращает на себя внимание наличие в лишайнофлоре видов аркто- и гипоаркто-монтанного происхождения, оставшихся, по-видимому, со времен ледникового периода – из родов *Rhizocarpon*, *Lecidea*, *Porpidia*.

Среди жизненных форм в лишайнофлоре шиханов ведущая роль принадлежит листоватым и накипным лишайникам. На Тратау накипных лишайников отмечено больше, чем листоватых, тогда как на Юрактау наблюдается ситуация преобладания листоватых лишайников над накипными. На горе Воскресенской накипных лишайников несколько больше, чем листоватых. Для южно-уральских лишайнофлор характерен баланс в участии представителей различных жизненных форм: доли кустистых, диморфных, листоватых и накипных лишайников примерно равны. Процент кустистых форм существенно выше, чем в лишайнофлоре шиханов (рис. 1а). По преобладающему способу размножения доминируют лишайники, размножающиеся половым путем – с помощью аскоспор. В горных тундрах Южного Урала значительный процент разнообразия приходится на лишайники, размножающиеся фрагментами таллома, хотя репродуцирующиеся аскоспорами виды все же преобладают (рис. 1б).

На шиханах среди субстратных групп доминируют эпилиты; эпифитных и эпигейных лишайников существенно меньше. На горе Воскресенской наибольшее число видов относится к группе эпифитов. Эпилиты им уступают по видовому разнообразию. В отличие от лесостепных лишайнофлор Предуралья, лишайнобиота горно-тундровых ландшафтов Южного Урала отличается преобладающей ролью эпигейдов и незначительным участием эпифитов (в ниже лежащем горно-лесном поясе, однако, процент эпифитов высок) (рис. 2а). По отношению к обилию питательных веществ в субстрате на шиханах преобладают мезотрофы. Эутрофы на Юрактау составляют несколько большую долю, чем на Тратау. Еще выше процент эутрофов в лишайнофлоре горы Воскресенской. В южно-уральских лишайнофлорах мезотрофы также преобладают, однако, на второе место выходят олиготрофы. Эта особенность связана с меньшей скоростью протекания процессов разложения мертвого растительного материала в горно-тундровых фитоценозах по сравнению с лесостепными (рис. 2б). По отношению к содержанию азотистых соединений большая часть видов лишайников на шиханах – умеренно нитрофильные. Лишайники этой экологической группы преобладают и в горных тундрах Южного Урала, однако, здесь существенно выше, по сравнению с шиханами, процент анитрофильных видов, а доля выраже-

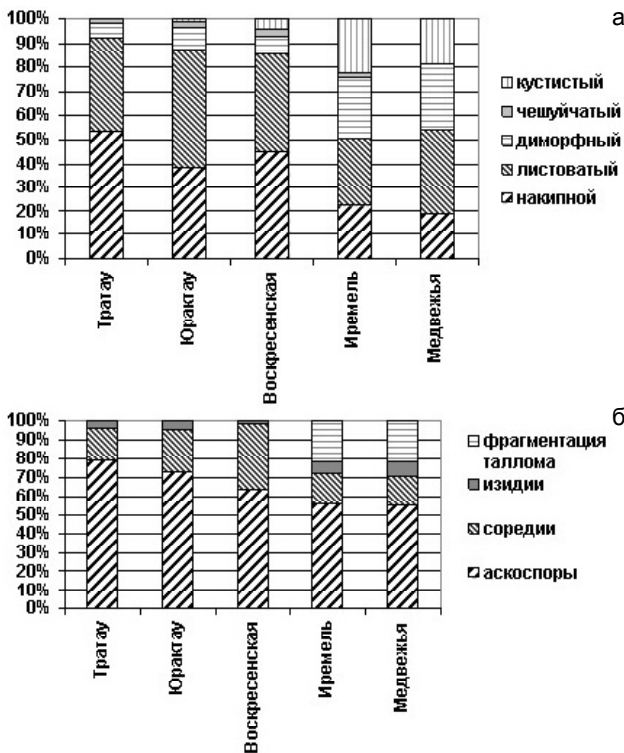


Рис. 1. Соотношение жизненных форм (а) и преобладающих способов размножения (б) Южного Предуралья и Урала.

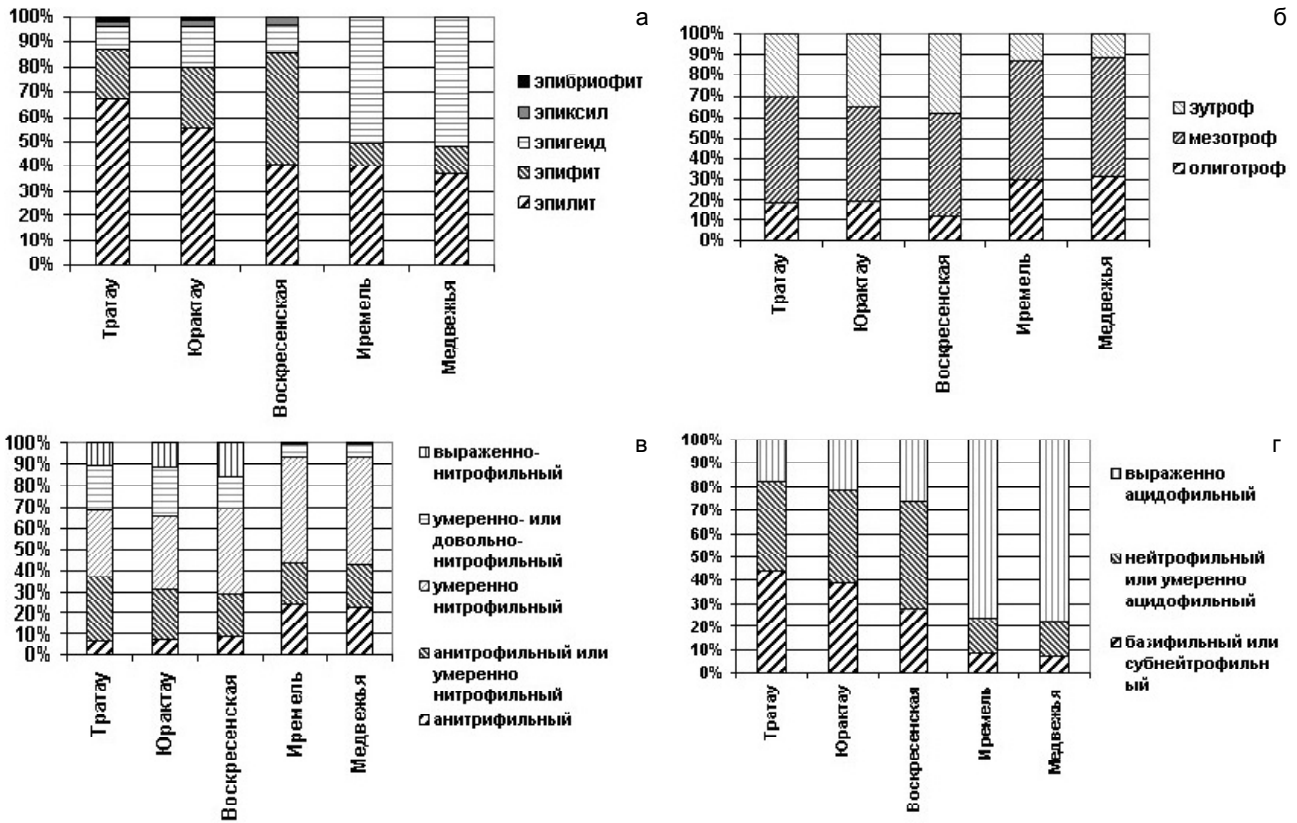


Рис. 2. Соотношение в лишенофлорах эколого-субстратных групп по отношению к: а) типу субстрата, б) богатству нутриентов, в) содержанию азотистых соединений, г) кислотности субстрата.

но нитрофильных видов, напротив, невелика (рис. 2в).

По отношению к кислотности субстрата на шиханах примерно равные доли приходятся на базифильные/субнейтрофильные и нейтрофильные/умеренно ацидофильные лишайники. На горе Воскресенской за счет эпифитов преобладает группа нейтрофильных/умеренно ацидофильных видов. В южно-уральских лишенофлорах подавляющее большинство видов – выраженные ацидофилы (рис. 2г).

По отношению к условиям увлажнения группы лишайников на шиханах расположились по числу видов в порядке уменьшения участия следующим образом: мезофильные – ксеро-мезофильные – гигро-мезофильные – ксерофильные – гигрофильные. На горе Воскресенской преобладание мезофилов наиболее выражено. На Южном Урале лишайники-мезофилы также преобладают, а на второе место выходят гигро-мезофилы (рис. 3 а). В той или иной мере фотофильные виды составляют подавляющее большинство лишенобиоты как на шиханах, так и на горных вершинах Южного Урала. Однако участие крайне фотофильных видов более выражено в лесостепи, чем в горных тундрах (рис. 3б).

По отношению к атмосферному загрязнению большинство составляют виды, умеренно чувствительные к воздействию поллютантов. Толерантные и очень чувствительные к загрязнению виды также присутствуют в составе лишено-

флоры. Видовой состав эпифитных лишеносинузий соответствует слабому уровню загрязнения. Указанные особенности проявляются как на шиханах, так и на горе Воскресенской. В южно-уральских лишенофлорах большинство видов относится к высоко чувствительным к атмосферному загрязнению лишайникам (рис. 3 в).

По своей ландшафтной приуроченности по числу видов лидирует группа видов, присутствующих как на равнинах, так и в горах. За ней следует группа преимущественно горных лишайников. Аналогичная структура лишенофлоры характерна и для Южного Урала. В то же время по отношению к количеству осадков в лишенобиоте шиханов большинство составляют лишайники, распространенные в умеренно-гумидных регионах, горных тундрах – виды, характерные для выражено-гумидных регионов (рис. 3г).

В целом, обследованные лишенофлоры шиханов Тратау и Юрактау показывают высокую степень сходства по соотношению экологических групп и видовому составу лишайников. Лишенофлора горы Воскресенской отличается от них несколько меньшим видовым разнообразием, иной таксономической структурой (участием ведущих родов в сложении лишенобиоты), большей долей соредизных видов, субстратной группы эпифитов. В лишенофлоре Воскресенской больше эутрофных и ацидофильных видов. Все три лишенофлоры имеют лесостепной характер.

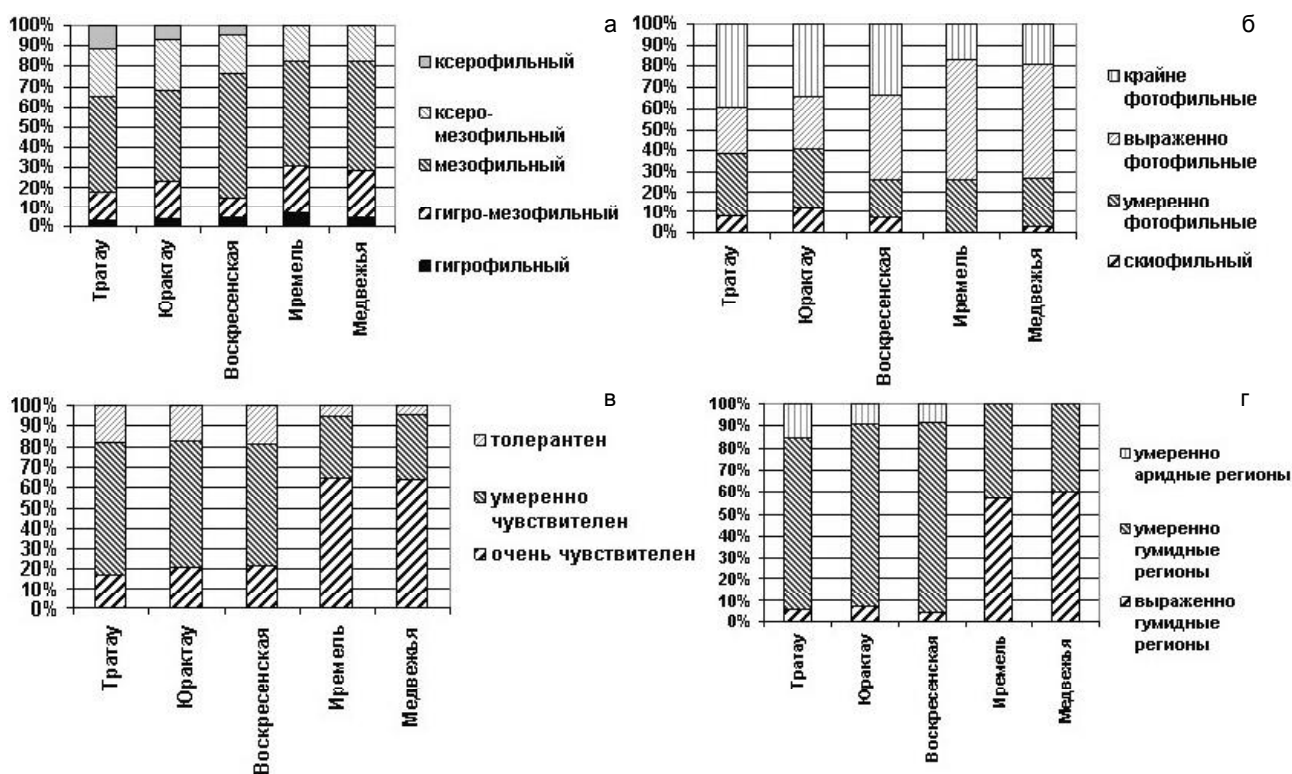


Рис. 3. Соотношение в лишайной флоре экологических групп по отношению к влажности субстрата (а) и атмосферным условиям: б) освещенности, в) загрязненности атмосферы, г) количеству осадков.

На шиханах больше выражены степные черты, тогда как на Воскресенской – неморальные. Высокую степень общности друг с другом демонстрируют южно-уральские лишайные флоры гор Малый Ирмель и Медвежья. Их структура резко контрастирует с лесостепными лишайнобиотами. Горные лишайные флоры отличаются бореально-монтанной таксономической структурой, высоким процентом размножающихся путем фрагментации таллома видов, значительной долей

эпигейдов. По отношению к субстратным условиям большинство видов являются умеренно влаголюбивыми и светолюбивыми, выраженно ацидофильными мезотрофами (реже олиготрофами).

Авторы выражают благодарность д.б.н. В.Б. Мартыненко (Институт биологии Уфимского научного центра УрО РАН) за организацию экспедиций и помощь в сборе материала.

ИЗУЧЕНИЕ ДИКОРАСТУЩИХ ПОПУЛЯЦИЙ ДВУКИСТОЧНИКА ТРОСТНИКОВОГО В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

В.Е. Рубцова, Т.В. Паршукова

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Республики Коми РАСХН

E-mail: vitalina.rubtsova@yandex.ru

Двуклосточник тростниковый (*Phalaroides arundinacea* L.) – верховой многолетний, корневищный злак, отличается высокой зимостойкостью, долголетием. Растение влаголюбивое, хорошо переносит уплотнение почвы, к плодородию не требователен.

В природной флоре, по данным М.С. Щенковой (1961), двуклосточник широко распространен по всей республике на низинных и поемных лугах, с близким уровнем грунтовых вод, по всей Печоре, Вычегде, Сыsole и другим большим и малым рекам. К северу он встречается реже. Значительные площади лугов с домини-

рованием двуклосточника сохранились в пойме р. Вычегда (урочище Кунес-ю, вблизи с. Гам). В исследованиях Л.П. Турубановой (1988) урожай сена на этом участке при высоте травостоя 150-170 см за два укоса составил 6.0-9.0 т/га.

Впервые изучение местных дико-растущих популяций двуклосточника проведено В.Ф. Лобовиковой (1981) в пойме р. Вычегда и И.А. Коюшевым (1980) на верхней незатопляемой террасе р. Сыsole. Сравнительное изучение природных популяций показало их большие преимущества. Они на 15-20 дней раньше достигали укосной спелости, выше зимостойкость, в

Побегообразование дикорастущих популяций
двуклосточника тростникового

№ каталога ВИР	Число побегов на растение, шт. (год жизни)			Коэффициент кущения		Зимостой кость, балл
	2006 г. (первый)	2007 г. (второй)	2008 г. (третий)	2007 г. к 2006 г.	2008 г. к 2007 г.	
Сорт Первенец (St)	31	100	158	3.2	1.6	5
45622	61	140	164	2.3	1.2	4
Местный	55	98	182	1.8	1.8	5
44027	55	94	182	1.7	1.9	5
42788	52	114	241	2.2	2.1	5

условиях короткого северного лета способны формировать второй укос, что является ценным хозяйственно-полезным признаком, присущим только нескольким видам трав. На пойменных лугах двуклосточник выдерживает затопление полыми водами до 50 дней, накапливая при этом высокий урожай кормовой массы до 10 и более лет, за счет высокой побегообразовательной способности.

По кормовой ценности он не уступает другим злаковым травам, и луга с преобладанием двуклосточника на Севере с давних пор ценились за хорошее качество корма и высокие урожаи.

Многочисленными исследованиями также выявлена биологическая особенность двуклосточника – способность расти и накапливать высокий урожай кормовой массы на материковых минеральных почвах с глубоким залеганием грунтовых вод. Однако в культуре площади под двуклосточником в хозяйствах ограничены из-за отсутствия адаптивных сортов и их семеноводства.

В целях создания адаптивного исходного материала двуклосточника в ГНУ НИИСХ Республики Коми Россельхозакадемии в 2006-2008 гг. проводили изучение местных дикорастущих популяций в сравнении с сортом Первенец.

Методика. В опытах использовали дикорастущие популяции с пригорода Сыктывкара и из коллекции ВИР (45622, 44027, 42788 из Республики Коми). В качестве стандарта использовали сорт Первенец. Коллекционный питомник закладывали рассадой при индивидуальном размещении растений по схеме 70×50 см.

Наблюдения и учеты проведены в соответствии с методическими указаниями ВИР по изучению коллекции многолетних кормовых трав (1975).

Метеоусловия в период вегетации в годы исследований по накоплению тепла были практически одинаковыми со средними многолетними, в 2008 г. осадков выпало 60% к норме. Гидротермический коэффициент по годам составил 1.90 и 1.30.

Результаты. В год посадки, перед уходом в зиму, высота побегов дикорастущих популяций составила 59.0-64.1 см, сорта Первенец – 63.9; по числу побегов они превышали стандарт в 1.6-1.9 раза, соответственно и урожай сухой массы был выше на 60-85%.

Перезимовка образцов в годы изучения оценена в 4-5 баллов.

На второй год жизни (2007 г.) отмечено очень высокое побегообразование сорта Первенец, число побегов увеличилось в 3.2 раза, а дикорастущие популяции развивались медленнее, увеличение составило в 1.7-2.3 раза (табл. 1).

В 2008 г. у стандарта темп побегообразования снизился в два раза, а у северных популяций сохранился на уровне предыдущего года. Тем не менее, по общему числу побегов на растение дикорастущие превосходили стандарт от 24 до 83 шт. И только образец 45622 по этому признаку был одинаковым с сортом Первенец.

Одним из основных признаков селекционной ценности оцениваемого материала является продуктивность, которая зависит от количества побегов на растение, их высоты, числа листьев и их размеров. По высоте травостоя и листьям изучаемые образцы различались слабо. Облиственность изучаемых популяций в первый год пользования была ниже, чем у стандарта из-за их более медленного развития, а на следующий год, наоборот, дикорастущие имели более высокую облиственность 26.5-32.5%, стандарт – 23.3 (табл. 2). По урожаю сухой массы в первый год образцы 45622 и 42788 достоверно уступали стандарту (280 г/растение), другие два образца были одинаковые. На второй год наиболее высокий урожай (+17.8% к St) дал образец 42788, существенно меньше стандарта – 44027; на уровне стандарта были местный и 45622. В среднем за два года урожай сухой массы растения оказался практически равноценным у всех образцов, кроме 44027.

Корреляционный анализ зависимости сухой массы от облиственности, высоты побегов и их числом на растение показал существенную положительную корреляцию между урожаем сухой массы и числом побегов ($r = 0.88$).

Основным критерием оценки дикорастущих образцов в условиях Севера является семенная продуктивность, которая зависит от погодных условий, числа репродуктивных побегов, выполненных семян в соцветии, абсолютного веса 1 тыс. семян.

В первый год пользования (2007 г.) элементы продуктивности в соцветии были значительно выше второго года, видимо, из-за более сухой погоды в 2008 г.

Элементы продуктивности соцветий у дикорастущих популяций в оба года исследований в основном были равноценны с селекционным сортом Первенец. Однако по весу выполненных семян с одного растения местный образец, но-

Продуктивность дикорастущих образцов двукисточника тростникового

№ каталога	Сухая масса		Облиственность	Семенная продуктивность одного соцветия		
	г/растение	В среднем за два года, г		Число выполненных семян, шт.	Масса выполненных семян, г	Масса семян с одного растения, г
Сорт Первенец (St)	280	311	32.1	142	0.24	1.6
	342		23.3	61	0.07	11.2
45622	240	277	29.1	125	0.22	1.6
	315		26.5	50	0.06	12.0
Местный	310	323	19.3	134	0.24	2.6
	337		29.6	46	0.05	19.1
44027	270	260	22.2	151	0.27	2.6
	251		32.5	47	0.05	19.6
42788	180	291	16.6	161	0.22	2.3
	403		26.5	63	0.08	18.7
НСР _{0.5}	11.0					
	51.0					

Примечание: в числителе 2007 г., в знаменателе 2008 г.

мера 44027, 42788, существенно превосходил стандарт (на 43-62% в первый год пользования и на 50.8-70.5 – во второй) за счет большего числа репродуктивных побегов; 45622 по данному признаку был равным стандарту.

Наиболее высокий урожай семян сформировали 44027, 42788 и местный образец. В среднем за два года эти образцы по урожаю семян на растение превосходили стандарт на 46.9-68.7%.

В годы изучения пораженности болезнями не наблюдали, в 2008 г. на всех образцах отмечали наличие личинок колосковой мухи.

Таким образом, в результате оценки дикорастущих популяций двукисточника тростникового по комплексу хозяйственно ценных при-

знаков нами выделены перспективные образцы 44027, 42788 и местной популяции, характеризующиеся высокой зимостойкостью, повышенной продуктивностью кормовой массы и семян, представляющие интерес для дальнейшей селекционной работы.

ЛИТЕРАТУРА

Лобовикова В.Ф. Дикорастущие злаки в Коми АССР как исходный материал для селекции в условиях затопления: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1981. 24 с.

Турубанова Л.П. Культура канареечника в Коми АССР. Сыктывкар, 1988. 20 с.

Щенкова М.С. Дикорастущие многолетние кормовые травы Коми АССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 178 с.

СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ГОРНО-ДОЛИННОГО И ЛЕДНИКОВОГО ОЗЕР ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

И.Н. Стерлягова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: sterlyagova@ib.komisc.ru

В горных водоемах фитопланктон обычно слабо развит, что связано с невысоким содержанием минеральных и органических веществ в воде, суровым термическим режимом, высокими скоростями течения водотоков, коротким вегетационным сезоном. Среди разных типов горных водоемов водоросли планктона наиболее хорошо развиваются в неглубоких, хорошо прогреваемых горно-долинных озерах. Водоросли являются важным компонентом водных экосистем различных природно-климатических зон. Особенно высока их роль в экстремальных условиях, в том числе в горных озерах, где эти организмы играют основную роль в продуциро-

вании органического вещества. Всесторонний анализ данной группы фототрофов имеет большое значение для понимания закономерностей функционирования водных экосистем. По распределению планктона в толще воды, особенно в северных горных водоемах, сведений не очень много. По Уралу имеется несколько работ, где указываются количественные характеристики фитопланктона (Ярушина, 2004; Снитько, 2009).

Цель работы – изучение структуры и распределения фитопланктона на разных глубинах в двух разнотипных озерах: ледниковом (карповом) – Грубепендиты и горно-долинном – Большое Балбанты в бассейне р. Кожым (Приполярный Урал).

Сбор проб фитопланктона проведен в июле-августе 2005, 2009 гг. с помощью планктонной сети: было профильтровано 50 л воды, а также отобраны количественные пробы с помощью батометра на разных глубинах объемом 1 л, пробы осаждали на мембранных фильтрах с помощью вакуумного насоса. Подсчет клеток вели в фиксированных пробах в камере Горяева, виды определены в основном до рода. Пространственное распределение водорослей в водоемах определено по содержанию хлорофилла *a* с помощью погружаемого флюориметра ВВЕ FluoroProbe 2.2 E1, позволяющего определять содержание хлорофилла непосредственно в водоеме в режиме реального времени. Одной из задач исследования была калибровка этого прибора.

Всего в обследованных озерах обнаружено 166 видов водорослей – 148 в оз. Большое Балбанты и 47 в оз. Грубепендиты. Из них в планктоне выявлено 35 видов водорослей из отделов Cyanoprokaryota (3), Dynophyta (2), Euglenophyta (2), Chrysophyta (4), Xanthophyta (1), Bacillariophyta (11), Chlorophyta (12).

Из цианопрокариот в планктоне были отмечены виды из родов *Microcystis*, *Leptolyngbya*, а также *Dichothrix* – единично в оз. Большое Балбанты. Среди динофитовых отмечено два вида из родов *Ceratium* и *Peridinium* sp. Эвгленовые водоросли обычно встречаются довольно редко в планктоне чистых олиготрофных водоемов. В планктоне исследованных озерах они представлены всего двумя видами: *Trachelomonas lacustris*, *Trachelomonas* sp., которые встречаются единично в планктоне оз. Большое Балбанты. Золотистые водоросли являются одной из ведущих групп водорослей фитопланктона в умеренных озерах Северного полушария (Волошко, 2007). Таксономическое разнообразие водорослей этого отдела в исследованных озерах выявлено недостаточно, в связи с тем, что для идентификации мелкоклеточных видов этой группы необходимо применение электронной микроскопии. В исследованных озерах обнаружены виды золотистых водорослей из рода *Dynobryon* – *D. divergens*, *D. sertularia*, *Dynobryon* sp. – они отмечены в озерах с обилием от 1 до 4 баллов, с помощью электронного сканирующего микроскопа удалось обнаружить чешуйки золотистой водоросли *Mallomonas* sp. Желто-зеленые водоросли не являются типичными представителями фитопланктона горных водоемов. Нами был отмечен единично вид нитчатой водоросли *Tribonema minus* в оз. Большое Балбанты. Диатомовые водоросли представлены видами из родов *Asterionella*, *Tabellaria* (2 вида), *Gomphonema*, *Hannaea*, *Synedra*, *Navicula*, *Cymbella*, *Melosira*, *Meridion* под электронным сканирующим микроскопом удалось обнаружить в массе центрическую диатомею из рода *Cyclotella* sp. Зеленые водоросли – это представители родов *Coenococcus*, *Monoraphidium* (2 вида), *Closterium*, *Cosmarium* (2), *Staurodesmus* (2), *Scenedesmus*, *Pediastrum*,

встречаются обрывки нитей *Oedogonium*, видимо занесенные из перифитона и бентоса. Среди специфичных планктонных видов можно отметить *Staurastrum petsamoense*, который найден в оз. Большое Балбанты. Этот вид обычно встречается в альпийском поясе неглубоких озер.

Количественные показатели развития фитопланктона различаются как по озерам, так и по разным глубинам в одном озере (рис. 1). В поверхностном слое (0-50 см) оз. Грубепендиты общая численность фитопланктона выше по сравнению с придонным слоем. Здесь сообщества фитопланктона формируют диатомеи, цианопрокариоты, зеленые и золотистые водоросли. На 20-метровой глубине количество клеток водорослей всех групп снижается, а золотистых, наоборот, растет. Присутствие в верхних слоях и увеличение доли золотистых водорослей в нижних слоях озера можно объяснить холодолюбивостью водорослей этого отдела, они формируют зимний фитопланктон равнинных водоемов и являются постоянным компонентом фитопланктона холодноводных экосистем (Гецен, 1985; Ярушина, 2004; Волошко, 2007). Средние значения температуры воды в момент отбора проб фитопланктона не превышают 10 °C даже в верхнем слое водной толщ.

В оз. Большое Балбанты отбор водорослей планктона проведен в поверхностном слое (0-50 см) на трех станциях: в месте впадения р. Балбанью (ст. 1), середине озера (ст. 2), в точке выхода реки из озера (ст. 3), а также на глубинах 5 и 10 м в глубоководной части озера (ст. 2). Количественные показатели фитопланктона поверхностного слоя оз. Большое Балбанты в два-три раза выше таковых оз. Грубепендиты (рис. 1). Сообщества фитопланктона формируют диатомеи, цианопрокариоты, зеленые и золотистые водоросли. Численность водорослей фитопланктона поверхностного слоя возрастает в озере в направлении ст. 3 за счет увеличения доли цианопрокариот и диатомовых водорослей. В толще воды на глубине около 5-6 м наблюдается максимальное развитие водорослей фитопланктона за счет резкого увеличения доли цианопрокариот. На глубине 10 м численность водорослей существенно снижается, соотношение отделов, как и в оз. Грубепендиты, изменяется в сторону золотистых водорослей. На распределение водорослей фитопланктона в водной толще оз. Большое Балбанты могут оказывать влияние температурный режим, прозрачность воды (до 6 м) и проточность водоема. Гидрохимические показатели воды в обоих озерах практически не изменялись с глубиной. Измерение точной динамики температуры воды на разных глубинах выявило прямую температурную стратификацию, то есть расслоение водной массы по температурному режиму с глубиной. В верхнем (0-1 м) слое температурный режим в суточном ритме стабильно более теплый, но при этом

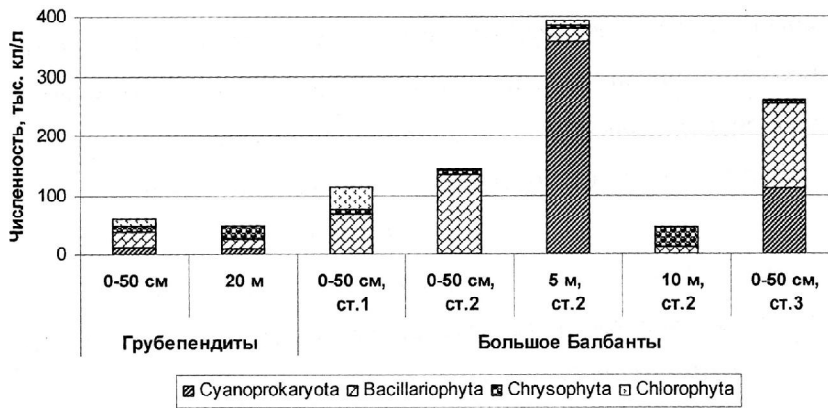


Рис. 1. Показатели численности фитопланктона в озерах в 2005 г.

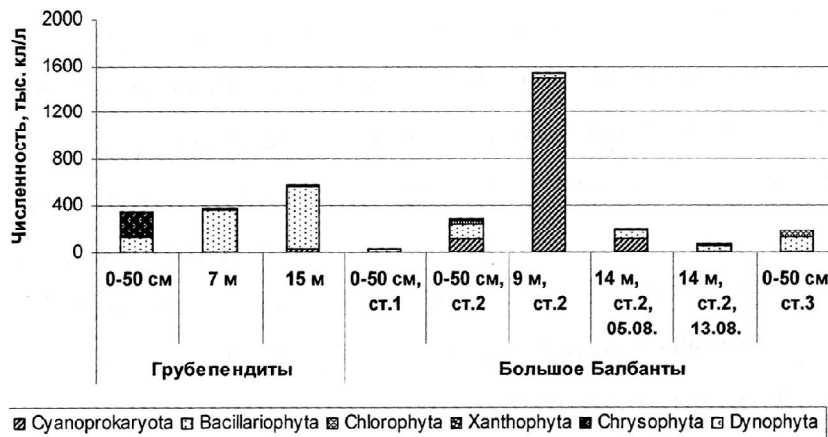


Рис. 2. Показатели численности фитопланктона в озерах в 2009 г.

численность водорослей невысока, что связано с проточностью верхнего слоя. На глубине 6 м суточные колебания температуры более заметны, происходит активное перемешивание воды, что приводит к насыщению воды растворенным кислородом, суточные колебания температуры достигают 5 °С. Хорошая перемешиваемость и прозрачность воды до глубины 6 м создают благоприятные условия для развития водорослей, в том числе стимулируют развитие более теплолюбивых цианобактерий, а в сочетании со слабой проточностью приводят к увеличению общей численности водорослей. На глубинах от 9 до 12 м колебания температуры менее значительны, в отличие от верхних горизонтов вода холоднее в среднем на 2-6 °С. Стабильно низкие температуры на 10-метровой глубине, снижение прозрачности приводят к уменьшению общей численности водорослей в планктоне и увеличению доли золотистых водорослей, как и в оз. Грубепендиты. Стратификация водоема и активное перемешивание верхнего слоя воды создает благоприятные условия для развития фитопланктона. Устойчивые низкие температуры на 10-метровой глубине, также как и в оз. Грубепендиты, позволяют объяснить развитие золотистых водорослей.

В 2009 г. картина остается похожей, что и в 2005 г. (рис. 2), в поверхностном слое водорос-

лей в несколько раз меньше, чем на глубине, соотношение разных таксономических групп остается примерно таким же. Кроме того, было отмечено резкое снижение температуры воды с 5 по 13 августа, что сразу же отразилось на количестве водорослей и исчезновению более теплолюбивых цианобактерий.

Сравнив результаты прямого подсчета клеток водорослей с данными по содержанию хлорофилла *a*, полученные с помощью флуориметра, получили следующее: флуориметр выдает пики численности также на глубине около 10 м, распределение по таксономическим группам в принципе совпадает с данными прямого счета.

В результате исследований в обследованных озерах отмечено невысокое разнообразие водорослей планктона – 35 видов водорослей из семи отделов. Фитопланктон характеризуется бедностью видового состава и невысокой численностью, достигающей максимальных значений до 1.538 млн. кл./л в оз. Большое Балбанты. Основными группами по численности в планктоне были

Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanoprokaryota и Chrysophyta, что типично для северных водоемов и горных альгофлор. С помощью флуориметра показано неоднородное распределение водорослей в толще воды на разных глубинах, использование прибора позволяет без трудоемких методов количественного учета оценить в реальном времени продукционные характеристики фитопланктона.

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 10-04-01446-а и программы Президиума РАН: «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики» (№ 09-П-4-1032).

ЛИТЕРАТУРА

Волошко Л.Н. Золотистые водоросли // Биоразнообразие экосистем Полярного Урала. Сыктывкар, 2007. С. 57-69.
 Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л.: Наука, 1985. 165 с.
 Снитко Л.В. Экология и сукцессии фитопланктона озер Южного Урала. Миасс: ИГЗ УрО РАН, 2009. 376 с.
 Ярушина М.И. Водоросли // Биоресурсы водных экосистем Полярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. С. 18-56.

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ГРУППЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ БОЛОТА МЭДЛА-ПЭВ-НЮР

Е.А. Титов

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: ene4ka_89@mail.ru

Болота – это неотъемлемая часть природных ландшафтов. Они являются источником пищевых, медоносных, лекарственных ресурсов для человека. В них сосредоточены огромные запасы торфа, которые представляют собой кладовые энергии и органического вещества и хранят информацию о растительности и климате в прошлом. Сапропель и минеральные воды болот используются в лечебных целях (грязелечение, бальнеология). Болота оказывают положительное влияние на водный режим местности, выполняя водоохранную и водозащитную функции. Территория болота после мелиоративных работ может быть использована под разные хозяйственные нужды населения. Необходимо также отметить и важную средообразующую функцию болот, так как они регулируют концентрацию парниковых газов в атмосфере. Болота – среда обитания многих растений и животных.

Цель работы – выявление экологических факторов и их влияния на ценотическое разнообразие растительности болота Мэдла-Пэв-Нюр.

Задачи работы:

- 1) выявить видовое разнообразие растительности исследуемого болота;
- 2) провести эколого-ценотический анализ видов, составляющих растительность исследуемого болота.

Основным объектом исследования было выбрано болото Мэдла-Пэв-Нюр, расположенное в Сыктывдинском р-не Республики Коми в 40 км на северо-запад от г. Сыктывкар и в 1.4 км на юго-восток от с. Слудка.

Площадь болота составляет 2790 га, средняя мощность торфа – 1.4 м, максимальная – 3.4 м. Торфяная залежь верхового, смешанного, переходного и низинного типа. Болото располагается на второй надпойменной террасе; водоприемниками болота служат реки Пожег и Пычим (Торфяные ресурсы..., 2000).

Климат района характеризуется умеренно-холодной зимой (средняя температура января –15...–16 °С), относительно теплым летом (средняя температура июля +16 °С). Длительность безморозного периода составляет 100 дней, годовая сумма осадков 700-800 мм.

Описание растительного покрова проводили по общепринятой в геоботанике методике. При описании растительности закладывали экологический профиль, по ходу которого закладывали пробные площадки, размеры которых составляли 10×10 м на болоте и 20×20 по окрайкам на облесенных участках (Шенников, 1964). Площадки закладывали в наиболее типичных болотных фитоценозах. Площадки по границам гряд и мочажин описывали отдельно, указывая

также их количественные характеристики: длину, ширину, высоту и уровень болотных вод. Древесный, травяно-кустарничковый и надпочвенный ярус описывали отдельно, отмечали процентное соотношение видов растений, выделяли виды-доминанты. Неизвестные виды растений и мхов гербаризировали для последующей обработки в лабораторных условиях.

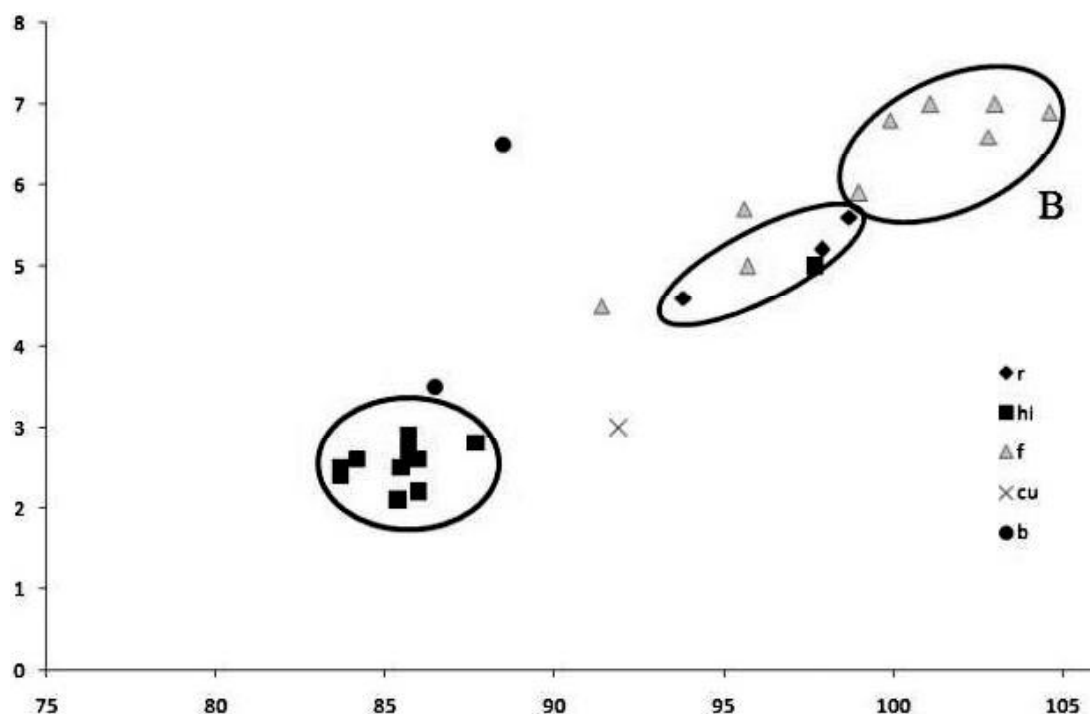
Дальнейшую обработку данных производили в программе Microsoft Excel, где создавали таблицы со списком видов растений на пробных площадках, с учетом их балловых величин по шкале Раменского, и высчитывали их средневзвешенные значения.

Эколого-ценотические группы выделяли по отношению к увлажнению и богатству и засоленности почв по шкале Раменского. Отмечали устойчивые сочетания видов растений, сходных по отношению к совокупности экологических факторов (в данном случае – FE и NS), приуроченных к одинаковым местообитаниям и показавших высокую взаимную встречаемость (Новаковский, 2009).

Избыток влаги, особый тепловой режим умеренного климата способствуют развитию специфической растительности на болоте. Растительность на болоте достаточно мозаична, что зависит от увлажнения и богатства питания. Болото Мэдла-Пэв-Нюр является мезотрофным, с кочковато-равнинным микрорельефом. На повышениях рельефа представлены преимущественно сосново-кустарничково-сфагновые, сосново-кустарничково-пушицево-сфагновые, кустарничково-сфагновые и кустарничково-пушицево-сфагновые сообщества. В понижениях распространены разнообразные травяно-моховые фитоценозы, где в травяно-кустарничковом ярусе в качестве доминантов могут выступать виды *Carex rostrata*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *Menyanthes trifoliata* и др. Напочвенный покров образован сфагновыми (*Sphagnum angustifolium*, *S. fallax* и др.), реже гипновыми (роды *Warnstorfia*, *Calliergon* и др.) мхами.

С целью выделения существующих закономерностей в распределении растительных сообществ от экологических факторов в болотном фитоценозе был проведен статистический анализ данных. В качестве исходных данных были взяты 25 геоботанических описаний с учетом обилия видов в процентах. Приуроченность видов к тем или иным местообитаниям выделена на основе экологических шкал Раменского.

Рассматривались такие важнейшие факторы среды, как увлажнение (FE) и активное богатство и засоленность почв (NS). Для наглядного отображения зависимости распределения видов



Прямой многофакторный градиентный анализ.

Условные обозначения: г – мочажина, hi – кочка, f – ровный участок, cu – «подушка», b – окрайка.

болотных растений от этих двух факторов использовался прямой многофакторный градиентный анализ (см. рисунок). Этот метод удобен тем, что на графике выделяют только оптимумы обилия, т.е. такие параметры экологического фактора, при которых вид развивается максимально продуктивно, и в дальнейшем сравнивают только эти значения.

На полученной ординационной диаграмме четко обособились три типа сообществ растений. К группе растений А относятся виды, произрастающие на кочковатом микрорельефе (hi). К ним относятся такие виды как: *Pinus sylvestris*, *Betula nana*, *Andromeda polifolia*, *Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*, *Rubus chamaemorus*, *Carex pauciflora*, *Drosera rotundifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris*, *Oxycoccus microcarpus*, *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum fuscum*. Как видно из диаграммы, все эти виды лежат в пределах от 83 до 88 баллов по шкале увлажнения (FE) и являются растениями гемигидрофитами. На шкале богатства и засоления почв (NS) – они находятся в пределах от 2 до 3, что указывает на особую бедность почвы, следовательно, они являются олиго- и мезоолиготрофными растениями. Реакция этих почв кислая (pH = 4.0-4.5).

Во вторую группу (Б) обособились растения, произрастающие в обводненных местах (мочажинах). Это *Betula nana*, *Carex limosa*, *C. lasiocarpa*, *Equisetum fluviatile*, *Eriophorum gracile*, *Menyanthes trifoliata*, *Oxycoccus palustris*, *Scheuchzeria palustris*, *Trientalis europaea*, *Sphagnum fallax*, *Sphagnum magellanicum*, *S. subsecun-*

dum, *Warnstorfia exannulata*. Эти виды лежат в пределах от 93 до 96 баллов по шкале FE, что соответствует болотному увлажнению со средне и сильно обводненными участками и торфянистыми почвами. Эти растения являются гипогидрофитами. На шкале NS они находятся в пределах от 4.5 до 5.2 и произрастают на бедных торфянистых почвах, являются олигомезо- и мезотрофами. Реакция этих почв кислая (pH = 5.0-5.5).

К третьей же группе (В) относятся наиболее требовательные к богатству почв виды, произрастающие на еще более увлажненных местобитаниях: *Carex rostrata*, *C. lasiocarpa*, *C. limosa*, *Eriophorum gracile*, *Equisetum fluviatile*, *Menyanthes trifoliata*, *Oxycoccus palustris*, *O. microcarpus*, *Pedicularis palustris*, *Utricularia intermedia*, *Sphagnum fallax*, *S. magellanicum*, *Warnstorfia exannulata*. Эти виды располагаются на шкале FE в пределах от 99 до 105 баллов, что также соответствует болотному увлажнению. На шкале NS они лежат в пределах от 5.8 до 7, что также указывает на бедность и высокую кислотность, однако богатую по сравнению с первыми двумя группами.

ЛИТЕРАТУРА

Новаковский А.Б. Эколого-ценотические группы сосудистых растений в фитоценозах ландшафтов бассейна верхней и средней Печоры: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2009. 20 с.

Торфяные ресурсы Республики Коми. Сыктывкар, 2000. 613 с.

Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Наука, 1964. 447 с.

РАЗНООБРАЗИЕ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**Д.А. Филиппов**

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

E-mail: philppov_d@mail.ru

Верховые болота на территории России по площади и запасам торфа преобладают над всеми другими типами болот (Кац, 1948; Юрковская, 1992; Вомперский и др., 2005). По сложности структуры, характеру образования и условиям залегания в ландшафте они наиболее разнообразны. Общим для всех верховых болот является превышение центральной части болота над окраиной, бедность и специфичность флоры, преобладание залежей с мощной толщей сфагновых верховых торфов, преобладание атмосферного типа питания, низкая минерализация и высокая кислотность вод и торфов. Верховые болота сосредоточены главным образом в тайге, но выходят и за её пределы (Юрковская, 1992).

Вологодская обл. имеет среднюю степень заболоченности (около 14-15% территории) (Новиков, Усова, 2000), причем верховые болота занимают наибольшие площади (около 7-9% территории области или 60-65% общей площади болот). Доминирование верховых болот в регионе объясняется климатическими (преобладание выпавших осадков над испарением), почвенно-геологическими (широкое распространение в древних низинах водно-ледниковых и озерных песков, обеднённых элементами зольного питания) факторами, а также внутренними процессами развития болотных экосистем. Верховые болота приурочены к водоразделам и реже к речным долинам (в неглубоких понижениях второй и третьей надпойменных или старопойменных террас в восточной части области). Размеры верховых болот колеблются в очень широких пределах (от 1-2 до 120 тыс. га), но почти половина их общей площади приходится на 30 болотных систем, имеющих размеры более 5 тыс. га, образовавшихся благодаря сочетанию процессов зарастания водоёмов и заболачивания суходолов.

Основной целью данной работы является характеристика современного разнообразия типов естественных верховых болот на территории Вологодской обл.

Ранее (Кац, 1948; Абрамова, 1965; Денисенков, 1968; Юрковская, 1992 и др.) на территории региона было выявлено пять типов верховых болот, которые по классификации Т.К. Юрковской (1992) относятся к классу Сфагновые болота и трём группам: 1) группа северо-западноевропейские сфагновые верховые болота (тип 1: кустарничково-сфагновые западнорусские; тип 2: сосново-пушицево-кустарничково-сфагновые северо-западноевропейские); 2) группа северо-восточноевропейские сфагновые верховые болота (тип 3: кассандрово-морошково-

сфагновые печорско-онежские; тип 4: сосново-пушицево-кустарничково-сфагновые северо-восточноевропейские); 3) группа восточноевропейские сфагновые верховые болота (тип 5: сосново-кустарничково-сфагновые среднерусские). По типологии И.Д. Богдановской-Гиенэф (1949), типы 1-4 необходимо отнести к группе «фускум», а тип 5 – «магелланикум».

В работе более подробно остановимся на характеристике наиболее изученных нами в 2005-2010 гг. типов верховых болот, каждый из которых на территории Вологодской области находится на одном из пределов своего распространения.

Западнорусские кустарничково-сфагновые верховые болота на территории области находятся на восточном пределе своего распространения. Граница проходит по восточному берегу Онежского озера, далее вдоль Волго-Балтийского водного пути (реки Вытегра, Ковжа, Шексна, южный берег оз. Белое) до северных берегов Рыбинского водохранилища, далее на запад, огибая с севера Валдайскую возвышенность. Общая площадь северо-западноевропейских верховых болот достигает около 18-20% территории (И.В. Филоненко, устное сообщение).

Западнорусские болота в своём развитии связаны с котловинами, освободившимися после спада приледниковых озер и в настоящее время приурочены к обширным низменностям (Южноонежская, Молого-Шекснинская). Подтверждением этому является наличие большого количества первичных остаточных болотных озер. Площадь болот колеблется в значительных пределах, достигая в редких случаях значительных величин. Например, болотная система Уломское-2 имеет площадь 123.7 тыс. га. Господство верховых болот в юго-западной части области объясняется широким распространением мощных песчаных (реже супесчаных) отложений, развитием верховодки и слабой минерализацией грунтовых вод. Процессы заболачивания сосновых лесов, растущих на обедненных песках, происходили, минуя низинную (иногда и переходную) стадии, или эти стадии были кратковременными. В связи с этим торфяная залежь большинства крупных верховых массивов на 2/3 и более сложена верховыми торфами (Абрамова, 1965).

Западнорусские болота изучались автором в Вытегорском (часть болотной системы Крестенское, болота близ оз. Лужандозеро и восточнее дер. Нижнее Понизовье), Кадуйском (болото Большое), Череповецком (болото Вершина) и Устюженском (болото Большой Мох) районах. Для западнорусских болот (в условиях Вологодской

обл.) характерно наличие пологовыпуклой формы поверхности с хорошо развитыми на склонах грядово-мочажинными (реже грядово-озерковыми) комплексами. На грядах наиболее широко распространены сообщества с разреженным пологом сосны *Pinus sylvestris* L. f. *litwinowii* и доминированием *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Eriophorum vaginatum* L. и *Sphagnum fuscum* (Schimp.) H. Klinggr. Встречается и *Calluna vulgaris* (L.) Hull, но его роль в ценозах невелика. В мочажинах весьма обычны *Scheuchzeria palustris* L., *Carex limosa* L., *Rhynchospora alba* (L.) Vahl, *Sphagnum balticum* (Russow) С.Е.О. Jensen, *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm. По краям мочажин отмечается *Sphagnum rubellum* Wilson. На северо-западе области на грядах появляются *Betula nana* L. и *Empetrum nigrum* L., в мочажинах – *Sphagnum lindbergii* Schimp. По периферии болота обычно окружены мезотрофным рядом ценозов.

Техногенные нарушения верховых болот в западной части Вологодской обл. связаны с гидроресомелиорацией (проводившейся до конца 1980-х гг.) и торфодобычей, которая ведется до сих пор и преимущественно происходит в Чагодощенском (болото Дедово Поле) и Череповецком (болото Уломское-2) районах.

Кассандрово-морозково-сфагновые печорско-онежские верховые болота являются одним из широко распространенных типов болот в области, находящихся на южном пределе своего распространения. По территории области граница проходит по восточному берегу Онежского озера, вдоль Волго-Балтийского водного пути (реки Вытегра, Ковжа, Шексна, южный берег оз. Белое), далее по линии к северу от пгт. Шексна до с. Кубенское, огибая юго-западный берег оз. Кубенское, вдоль правого берега р. Сухона приблизительно до 60° с.ш. и далее на восток в сторону Кировской области и Республики Коми. Общая площадь северо-восточноевропейских верховых болот в границах области достигает 8-10% территории (И.В. Филоненко, устное сообщение).

Печорско-онежские верховые болота обследованы в Сямженском (болото Шиченгское), Сокольском (болота Алексеевское-1, Слудка, Дурковское, Морженга), Усть-Кубинском (болото Большой Мох), Тарногском (болото Норушкинское), Харовском (болото Аламбаш), Верховавском (болото близ с. Шелота), Вашкинском (болото близ с. Липин Бор) районах.

Болота располагаются в основном на водоразделах и имеют различную площадь, как правило, не превышающую 1-2 тыс. га (реже 10), за исключением приозерных болот оз. Воже. Для печорско-онежских болот характерна слабо выпуклая поверхность и нечеткая дифференциация на морфологические части. Наличие сосны (*Pinus sylvestris* f. *willkommii* и f. *litwinowii*) и значительное её участие в растительном покрове не только гряд, но и вершины является ха-

рактерным признаком печорско-онежских болот (Юрковская, 1992). Площади гряд уступают площадям мочажин. Гряды обычно невысокие (до 0.3-0.4 м) и относительно широкие – 3-4 м. На грядах обязательно господствует, имея также высокое обилие и постоянство, *Sphagnum fuscum*, а также наиболее часто отмечаются *Chamaedaphne calyculata*, *Rubus chamaemorus* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Sphagnum angustifolium* (С.Е.О. Jensen ex Russow) С.Е.О. Jensen, встречаются также *Andromeda polifolia* L., *Eriophorum vaginatum*, *Carex pauciflora* Lightf., *Drosera rotundifolia* L. В мочажинах обычны *Sphagnum balticum*, *S. majus* (Russow) С.Е.О. Jensen, *S. cuspidatum*, *Eriophorum vaginatum*, *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, чуть реже встречаются *Drosera anglica* Huds. и *Rhynchospora alba*. В мочажинах обычно, но малообильно произрастают *Cladopodiella fluitans* (Nees) H. Buch и *Myliola anomala* (Hook.) S.Gray. По окрайке, как правило, развит заболоченный сосняк сфагновый с примесью *Betula pubescens* Ehrh. Во вторичных озерках произрастают отдельные клоны *Nymphaea candida* J. et C.Presl, чуть реже – красная водоросль *Batrachospermum turfosum* Vory (Чемерис, Филиппов, 2010).

В настоящее время на верховых болотах в окрестностях городов Вологда (Оларевское и Турндаевское) и Кадников (Алексеевское-1 и Пельшемская Дача) продолжают работу торфоразработки, но темпы добычи год от года падают.

Сосново-кустарничково-сфагновые средне-русские верховые болота в области находятся на одном из северных пределов своего распространения. Граница по территории Вологодской области совпадает с южными границами печорско-онежских и западнорусских верховых болот. Общая площадь восточноевропейских верховых болот в границах области – менее 5% территории (И.В. Филоненко, устное сообщение).

Достаточно детально средне-русские болота описаны В.Д. Лопатиным (1956) и В.П. Денисенковым (1969 и др.). Данный тип болот изучался в Междуреченском районе (болото Егорьевское).

Средне-русские болота занимают небольшие площади (редко превышающие 1 тыс. га), на водоразделах и вторых надпойменных террасах обычно имеют симметричное строение, на склонах третьей террасы – асимметричное (Юрковская, 1992). Отличительными чертами средне-русских верховых болот являются господство в моховом покрове *Sphagnum magellanicum* Brid., обязательное наличие густого (сомкнутость 0.4-0.6) древесного яруса из *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* и f. *uliginosa*; среди кустарничков преобладает болотный мирт и багульник, среди трав – *Eriophorum vaginatum*, *Scheuchzeria palustris*; в моховом ярусе мочажин обычны *Sphagnum cuspidatum*, *S. balticum*, *S. majus*). Почти не встречаются *Sphagnum fuscum*, *Rhynchospora alba*,

Empetrum nigrum, *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr. Периферийные ценозы, как правило, ев- или мезотрофные.

Наибольший техногенный пресс на среднерусские болота оказало сооружение Рыбинского водохранилища.

Учитывая, что все анализируемые типы верховых болот находятся на одном из пределов своего распространения, их характерные признаки выражены слабо и зачастую пересекаются с признаками и (или) чертами смежных типов, более приемлемо оперировать не столько региональными ботанико-географическими типами верховых болот, сколько обобщенными группами – «фускум» и «магелланикум».

Автор выражает признательность к.б.н. И.В. Филоненко за помощь в работе с картографическим материалом.

ЛИТЕРАТУРА

Абрамова Т.Г. Болота Вологодской области, их районирование и сельскохозяйственное использование // Северо-Запад европейской части СССР. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1965. Вып. 4. С. 65-93.

Богдановская-Гиенэ И.Д. Типы верховых болот СССР // Труды 2-го Всесоюз. геогр. съезда. М., 1949. Т. 3. С. 144-152.

Волперский С.Э., Сирин А.А., Цыганова О.П. и др. Болота и заболоченные земли России: попытка анализа пространственного распределения и разнообразия // Изв. РАН. Сер. геогр., 2005. № 5. С. 39-50.

Денисенков В.П. Растительность и стратиграфия залежи болот Дарвинского заповедника: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Л., 1969. 23 с.

Кац Н.Я. Типы болот СССР и Западной Европы и их географическое распространение. М.: ОГИЗ, 1948. 320 с.

Лопатин В.Д. Растительные ассоциации и фации болота Чистый мох // Ученые записки Ленинградского гос. ун-та. Сер. геогр. наук. Л., 1956. Т. 213. Вып. 11. С. 240-256.

Новиков С.М., Усова Л.И. Новые данные о площади болот и запасах торфа на территории России // Динамика болотных экосистем северной Евразии в голоцене. Петрозаводск, 2000. С. 49-52.

Чемерис Е.В., Филиннов Д.А. *Batrachospermum turfosum* (*Batrachospermaceae*, Rhodophyta) в водоемах верховых болот Вологодской области // Вестн. Санкт-Петерб. ун-та, 2010. Сер. 3. Вып. 3. С. 49-53.

Юрковская Т.К. География и картография растительности болот европейской России и сопредельных территорий. СПб., 1992. 256 с.

ПЕЧЕНОЧНИКИ ОКРЕСТНОСТЕЙ ДЕРЕВНИ МАРКОВСКАЯ (УСТЬ-КУБИНСКИЙ РАЙОН, ВОЛОГДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.А. Филиппов, М.В. Дулин*

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

* Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: philippov_d@mail.ru; dulin@ib.komisc.ru

Введение

Настоящая работа является логическим продолжением ранее начатых исследований гепатикофлоры Вологодской области (Dulin et al., 2009 и др.) и посвящена разнообразию и характеристике печеночников окрестностей дер. Марковская Усть-Кубинского р-на. Выбор места исследования не случаен – изучаемая территория с запада граничит с национальным парком «Русский Север» и фактически служит продолжением его буферной зоны. Гепатикофлора НП «Русский Север» была детально изучена ранее (Кармазина, 2010 и др.) и может быть использована при сравнительном анализе. Актуальность работы заключается в том, что о флоре печеночников Усть-Кубинского р-на практически ничего не известно.

Материал и методы исследования

С 30 июня по 8 июля 2009 г. в центральной части Вологодской обл. в окрестностях дер. Марковская (60°02'–60°05' с.ш., 39°01'–39°08' в.д.) традиционным маршрутным методом Д.А. Филипповым выполнены сборы печеночников. Были обследованы основные типы растительных

сообществ территории: еловые, березово-осиновые и сосновые леса, заросли ивняков, суходольные луга, берега оз. Сусельское, сфагновые болота Паломник и Большой Мох, несколько небольших травяных болот, русло и участок поймы р. Ухтомица, а также техногенно-нарушенные участки (карьер, мелиоративные каналы, дороги). Обработка и определение коллекций проводились в лабораторных условиях с использованием общепринятых в ботанике методов М.В. Дулина. Всего было собрано и изучено около 80 образцов. Большая часть коллекции хранится в Гербарии ИБВВ РАН (IBIW), дублиаты переданы в Гербарий Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO).

Результаты работы

Обработка гербарных сборов позволила привести в данной работе список видов локальной флоры печеночников окрестностей дер. Марковская. Номенклатура таксонов и их расположение соответствуют «Списку печеночников России» (Konstantinova et al., 2009). Для ряда видов приведены ранее употребляемые латинские названия.

Список видов печеночников
окрестностей дер. Марковская

Отдел MARCHANTIOPHYTA

Класс Marchantiopsida

I. *Blasiaceae*: 1) *Blasia pusilla* L.;

II. *Marchantiaceae*: 2) *Marchantia polymorpha* L. subsp. *polymorpha* (= *M. aquatica*) и subsp. *ruderalis* Bischl. & Boissel.-Dub. (= *M. stellata*, *M. polymorpha* auct. non);

Класс Jungermanniopsida

III. *Pelliaceae*: 3) *Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dumort.; 4) *P. neesiana* (Gottsche) Limpr.;

IV. *Moerckiaceae*: 5) *Moerckia hibernica* (Hook.) Gottsche;

V. *Aneuraceae*: 6) *Aneura pinguis* (L.) Dumort.; 7) *Riccardia latifrons* (Lindb.) Lindb.; 8) *R. palmata* (Hedw.) Carruth.;

VI. *Radulaceae*: 9) *Radula complanata* (L.) Dumort.;

VII. *Ptilidiaceae*: 10) *Ptilidium pulcherrimum* (Weniger) Vain.;

VIII. *Pseudolepicoleaceae*: 11) *Blepharostoma trichophyllum* (L.) Dumort.;

IX. *Lepidoziaceae*: 12) *Lepidozia reptans* (L.) Dumort.;

X. *Lophocoleaceae*: 13) *Chiloscyphus pallescens* (Ehrh. ex Hoffm.) Dumort.; 14) *C. polyanthos* (L.) Corda var. *polyanthos*; 15) *Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort.; 16) *L. minor* Nees;

XI. *Plagiochilaceae*: 17) *Plagiochila asplenoides* (L. emend. Taylor) Dumort.; 18) *P. porelloides* (Torrey ex Nees) Lindenb.;

XII. *Jamesoniellaceae*: 19) *Crossogyna autumnalis* (DC.) Schljakov;

XIII. *Cephaloziaceae*: 20) *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dumort.; 21) *C. connivens* (Dicks.) Lindb.; 22) *C. loitlesbergeri* Schiffn.; 23) *C. lunulifolia* (Dumort.) Dumort.; 24) *C. pleniceps* (Austin) Lindb.;

XIV. *Odontoschismataceae*: 25) *Cladopodiella fluitans* (Nees) H. Buch.;

XV. *Cephaloziellaceae*: 26) *Cephaloziella elachista* (J.B. Jack ex Gottsche et Rabenh.) Schiffn.; 27) *C. rubella* (Nees) Warnst.;

XVI. *Scapaniaceae* s.l.: 28) *Barbilophozia barbata* (Schmidel ex Shreb.) Loeske; 29) *Crossocalyx hellerianus* (Nees ex Lindenb.) Meyl.; 30) *Heterogemma laxa* (Jorg.) Konstant. & Vilnet (*Schistochilopsis laxa* (Lindb.) Konstant.); 31) *Lophozia ascendens* (Warnst.) R.M. Schust.; 32) *L. guttulata* (Lindb. & Arnell) A. Evans; 33) *L. ventricosa* (Dicks.) Dumort. var. *ventricosa*; 34) *Scapania paludicola* Loeske et K. Mull.; 35) *Schljakovia kunzeana* (Huebener) Konstant. & Vilnet;

XVII. *Myliaceae*: 36) *Mylia anomala* (Hook.) S. Gray;

XVIII. *Calypogeiaceae*: 37) *Calypogeia integristipula* Steph.; 38) *C. muelleriana* (Schiffn.) K. Mull.; 39) *C. neesiana* (C. Massal. et Carestia) K. Mull.; 40) *C. sphagnicola* (H. Arnell et J. Perss.) Warnst. et Loeske; 41) *C. suecica* (H. Arnell et J. Perss.) K. Mull.;

XIX. *Delavayellaceae*: 42) *Liochlaena lanceolata* Nees;

XX. *Jungermanniaceae*: 43) *Leiocolea rutheana* (Limpr.) Mull. Frib.;

XXI. *Geocalyceae*: 44) *Geocalyx graveolens* (Schrad.) Nees.

Обсуждение результатов

В результате проведенных исследований установлено, что в окрестностях дер. Марковская

произрастает 44 вида печеночников, относящихся к отряду – Marchantiophyta, двум классам (Marchantiopsida – два вида и Jungermanniopsida – 42), восьми порядкам, 21 семейству и 28 родам. Все семейства во флоре, за исключением *Scapaniaceae* s.l. (6 родов, 8 видов), *Calypogeiaceae* и *Cephaloziaceae* (по 1, 5), *Lophocoleaceae* (2, 4) и *Aneuraceae* (2, 3), представлены одним-двумя видами. Наиболее крупными родами являются *Cephalozia* и *Calypogeia* (по 5 видов) и *Lophozia* (3).

Наибольший интерес представляют находки нескольких новых и редких видов.

Cephaloziella elachista – 2.5 км южнее дер. Марковская, болото Паломник (60°02'59.0" с.ш., 39°04'49.0" в.д.), олиготрофное сосново-пушицево-кустарничково-сфагновое болото, на влажных обнажениях торфа в основании сосен, сбор 03.VII.2009 (IBIW). Редкий вид, включенный в Красную книгу Вологодской области (2004), с неопределенным статусом (4/DD).

Geocalyx graveolens – 1) 2.5 км южнее дер. Марковская, болото Паломник (60°02'58.1" с.ш., 39°04'49.0" в.д.), мезотрофная окрайка сосново-пушицево-кустарничково-сфагнового болота, в основании стволов *Pinus sylvestris* L. и на влажной гнилой древесине, сбор 03.VII.2009 (IBIW); 2) 3 км западнее дер. Марковская, болото Большой Мох (60°03'89.8" с.ш., 39°01'00.9" в.д.), ельник ландышево-костяничный на минеральном лесном внутриболотном острове, на гнилой влажной древесине, сбор 05.VII.2009 (IBIW). Обнаружен на территории области впервые (Филиппов, Дулин, 2010).

Heterogemma laxa – 2 км западнее дер. Марковская, болото Большой Мох (60°03'69.1" с.ш., 39°02'38.5" в.д.), олиготрофное грядово-мочажинное болото, по кромкам мочажин и пушицево-сфагновых кочек, совместно с *Mylia anomala* и *Cephaloziella spinigera*, сбор 05.07.2009 (IBIW). Повсеместно редкий болотный вид. Вторая находка вида на территории области (Dulin, Philippov, 2010).

Lophozia ascendens – 2.8 км северо-западнее дер. Марковская, близ оз. Сусельское (60°04'60.9" с.ш., 39°02'23.0" в.д.), сосняк-березняк осоково-разнотравный, на гниющей древесине, сбор 02.VII.2009 (IBIW). Повсеместно редкий вид, являющийся индикатором старовозрастных лесов. Обнаружен на территории области впервые (Филиппов, Дулин, 2010).

По нашему мнению, печеночники *Heterogemma laxa* и *Lophozia ascendens* необходимо включить во второе издание региональной Красной книги, присвоив каждому из них статус охраны – редкий вид (3/R). Статус *Cephaloziella elachista* также должен быть пересмотрен на более высокий.

Географический анализ (по: Константинова, 2000) показал, что в исследуемой флоре закономерно преобладают бореальные (32 вида) и арктобореально-монтажные (6) виды, как прави-

ло, имеющие циркумполярное распространение (36 видов). Несколько видов (*Aneura pinguis*, *Blasia pusilla*, *Cephalozia bicuspidata*, *Marchantia polymorpha* L. subsp. *ruderalis*) являются космополитами.

При анализе флоры печеночников по отношению к влажности субстрата были получены следующие результаты: гидро- и гигрогидрофиты – три вида, гидрогигрофиты – один, гигрофиты – 10, мезогигрофиты – два, гигромезофиты – 10, мезофиты – 19. В относительных величинах данные соотносятся с общерегиональными, за исключением чуть большей доли гигрофитов, что объясняется большей изученностью болотных местообитаний территории исследования.

Наибольшее количество видов печеночников анализируемой флоры предпочитают ацидофильные (20 видов), слабо и умеренно ацидофильные (16) субстраты (влажная, гниющая древесина и т.п.), что характерно и для гепатикофлоры области в целом. По три вида относятся к нейтральным, индифферентным и кальцефильным. Наличие последних (*Leiocolea rutheana*, *Moerckia hibernica*, *Pellia endiviifolia*) отличает флору окрестностей дер. Марковская от флоры заказника «Шиченгский», что связано с присутствием доступных для растений кальцийсодержащих пород.

В целом флора печеночников окрестностей дер. Марковская относительно богата и составляет 47.8% общерегиональной гепатикофлоры. При сравнении локальной флоры дер. Марковская (ФМ) с локальными флорами национального парка «Русский Север» (ФНП) (по: Кармазина, 2010) и ландшафтного заказника «Шиченгский» (ФШ) (по: Дулин, Филиппов, 2010) получились интересные данные. Наиболее богатыми являются ФМ (44 вида) и ФНП (42 вида), тогда как ФШ насчитывает всего 29 видов. При использовании коэффициента Сьеренсена-Чекановского наибольшее сходство (0.77) обнаруживают ФМ и ФШ, а сходство ФНП с ФМ несколько ниже (0.67). Если же сравнивать ФМ не в целом с ФНП, а с входящими в его состав отдельными локальными флорами, то показатели видового богатства и сходства флор будут несколько ниже. Например, локальная флора печеночников окрестностей дер. Коварзино (60°09'

с.ш., 38°35' в.д.) изучалась с 2003 по 2006 г. и насчитывает всего 19 видов (Кармазина, 2010), при низкой величине сходства с ФМ (0.44).

Учитывая, что проводимые нами исследования были непродолжительными (менее 10 дней), а также то, что природные условия дер. Марковской и прилегающей к ней части НП «Русский Север» сходны, наиболее вероятной причиной невысокой степени сходства и относительной бедности рассмотренной флоры печеночников НП следует признать недостаточную их изученность. Отдельные локальные флоры в границах НП должны насчитывать не менее 40 видов печеночников, а общее видовое богатство гепатикофлоры, вероятно, может быть оценено в 60–65 видов (в полтора раза больше современного зафиксированного уровня).

Работа М.В. Дулина выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-04-00281-а). Благодарим А.Б. Чхобадзе (ВГПУ) за организацию полевых исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Дулин М.В., Филиппов Д.А. Печеночники Шиченгского ландшафтного заказника (Сямженский район, Вологодская область) // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. XVII Всерос. молодеж. науч. конф. (Сыктывкар, 5-9 апреля 2010 г.). Сыктывкар, 2010. С. 24-26.
- Кармазина Е.В. Мохообразные национального парка «Русский Север». Вологда: Изд-во «Сад-Огород», 2010. 47 с.
- Константинова Н.А. Анализ ареалов печеночников севера Голарктики // *Arctoa*, 2000. Vol. 9. С. 29-94.
- Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы / Отв. ред. Т.А. Суслова и Г.Ю. Конечная. Вологда: ВГПУ, изд-во «Русь», 2004. 359 с.
- Филиппов Д.А., Дулин М.В. Новые находки печеночников в Вологодской области // *Arctoa*, 2010. Vol. 19. С. 264.
- Dulin M.V., Philippov D.A. *Heterogemma laxa* (Jorg.) Konstant. & Vilnet (*Schistochilopsis laxa* (Lindb.) Konstant.) // *J. Bryol.*, 2010. Vol. 32. № 4. P. 314.
- Dulin M.V., Philippov D.A., Karmazina E.V. Current state of knowledge of the liverwort and hornwort flora of the Vologda Region, Russia // *Folia Cryptogamica Estonica*, 2009. Fasc. 45. P. 13-22.
- Konstantinova N.A., Bakalin V.A., Andrejeva E.N. et al. Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia // *Arctoa*, 2009. Vol. 18. P. 1-64.

ИЗУЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ, РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ КЛИМАТИПОВ ЕЛИ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Н.А. Червякова

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства

E-mail: nadya2100@mail.ru

Леса, образованные елью обыкновенной, в качестве главной породы занимают огромные территории нашей страны. Еловая древесина

имеет большое народно-хозяйственное значение для ряда отраслей, поэтому остро стоит вопрос их восстановления. Во многих районах нашей

страны, особенно на европейском Севере, часто наблюдается редкое и слабое семеношение ели, что приводит к необходимости привоза семян из других районов. Ввоз инорайонных семян, в том числе из южных районов страны, без научного обоснования их переброски часто приводит к существенному снижению результатов, а иногда и к гибели культур.

Ель имеет огромный ареал распространения и обладает значительной географической изменчивостью, для изучения которой закладываются географические культуры. Первые географические посадки были созданы еще в начале XIX в. К 70-м гг. XX в. были уже накоплены знания по географической изменчивости, проведены наиболее широкомасштабные работы по созданию географических культур хвойных за рубежом Международным союзом лесных исследовательских организаций (ИЮФРО). В России тоже были предприняты попытки закладки географических культур, но все опыты отличались разрозненностью методик, небольшим количеством вариантов, использованием неоднородных семян. Встал вопрос о необходимости создания в стране государственной сети географических культур.

В 1976-1978 гг. в стране проведена закладка новой уникальной сети географических культур основных лесобразующих пород, в том числе ели обыкновенной. Основной целью ее создания являлось повышение продуктивности лесных насаждений и разработка лесосеменного районирования, обеспечивающего эффективное использование географической изменчивости лесных пород в селекционно-семеноводческих целях.

Новая сеть создана по единой Всесоюзной программе и методике (Проказин, 1972). Партии семян из пунктов сбора поступали в институт-координатор (Всесоюзный научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства), который затем рассылал образцы к пунктам испытаний. Исходными насаждениями для сбора семян являлись в основном ельники зеленомошной группы типов леса. Опыты закладывали в трех повторностях с блочным расположением климатипов, а размещение деревьев в ряду и междурядьях составляло 0.75×2.5 м. Объектом наших исследований являются географические культуры ели в Корткеросском лесничестве Республики Коми.

В Республике Коми географические культуры ели были созданы в 1977 г. трехлетними сеянцами, на данный момент они уже достигли второго класса возраста. Площадь посадок составляет 16.5 га. Географическая коллекция семян очень богата: в нее входит 33 образца из различных мест произрастания. Самым северным пунктом, откуда были получены семена, оказался климатип из Пинежского р-на Архангельской области ($64^{\circ}45'$ с.ш.), а самый южный находится на широте $54^{\circ}45'$ с.ш. в Калужской

области. В долготном направлении варианты представлены от Прибалтики до Урала. Опытные культуры ели периодически изучались еще со стадии посевов в питомнике (Тарханов, 1989; Тарханов, 1998). По итогам исследования культур на ранней стадии развития, в 1982 г. были даны предложения в «Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР». На данный момент при достижении культур второго класса возраста возникает необходимость корректировки действующих границ перебросок семян ели.

В условиях Республики Коми на 33-й год после посадки на лесокультурную площадь сохранность потомств колеблется от 12.1 до 73.1%. Крайний восточный вариант из коллекции полностью утрачен (тавдинский климатип из Свердловской области). Местная корткеросская ель имеет довольно высокий уровень сохранности – 67.9%. Самая наилучшая сохранность у коношского климатипа из Архангельской области – 73.1%. По выживаемости от местных потомств сильно отличаются популяции из зоны произрастания ели европейской (Ленинградская, Московская, Калужская области, Эстония, Латвия, Белоруссия), их сохранность не превышает 37%. Некоторые климатипы, а именно: холмогорский (Архангельская область), сыктывкарский (Республика Коми), красновишерский (Пермский край) имеют очень низкую сохранность, не характерную для данных популяций. Скорее всего, это вызвано низким качеством посадочного материала или неудовлетворительной почвенно-экологической обстановкой местопроизрастания.

С продвижением родины экотипа с севера на юг сохранность культур понижается от средне-таежных (47.6%) популяций к подзоне лиственных лесов (26.8). В то же время установлено, что 33-летние потомства ели из более восточных частей района испытания (восточнее 39° в.д.) имеют сохранность выше по сравнению с западными климатипами. Отпад особей за последние 11 лет незначителен. Самый большой процент отпада наблюдается у северных климатипов ели (5.7%). У южных популяций значительное естественное изреживание происходило в более раннем возрасте (в 10-15 лет) и достигало 30% и более. Основной причиной такого резкого отпада в культурах южного и западного происхождений являлось частое обмерзание побегов ели в осенне-зимний сезон, а именно в тот период, когда ель только начала выходить из-под защиты снежного покрова, что привело к переранжировке климатипов по сохранности и росту.

На рисунке показано, что связь сохранности со всеми показателями географического происхождения на начальной стадии роста культур умеренная, к 10-летнему возрасту потомства она резко падает из-за выхода культур из-под защиты снежного покрова. Во втором классе возраста связь вновь усиливается из-за стабилиза-

Рост ели различного географического происхождения (средние данные по лесорастительным подзонам)

Лесорастительная подзона	Число климатипов	Высота, в возрасте, лет				Диаметр, см, в возрасте 33 лет
		6, см	12, см	22, м	33, м	
Северотаежная	2	17.6	46.8	1.7	4.3	4.1
Среднетаежная	11	24.8	70.1	2.3	5.8	5.5
Южнетаежная	7	28.2	70.8	1.7	4.9	4.6
Северная подзона смешанных лесов	5	28.6	76.7	2.2	6.0	5.7
Южная подзона смешанных лесов	6	30.9	83.4	2.2	6.0	5.7
Северная подзона лиственных лесов	1	27.7	67.9	2.5	6.6	6.3

ции рангов потомств. Сохранность особей в культурах ели на 33-й год после посадки связана с географическим происхождением семян в широтном направлении, но практически не зависит от географической долготы.

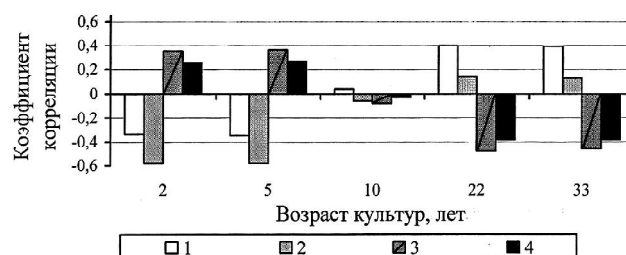
Имеющиеся в научной литературе данные о росте разных климатипов ели (Вересин и др., 1970) свидетельствуют об успешном росте ее западных провениенций при отдаленных перебросках семян. Результат, полученный в географических культурах Республики Коми, имеет такую же закономерность.

К 33-летнему возрасту лидирующее место по росту занимает местная популяция (от 7.9 до 8.5 м) и карпинский климатип из Свердловской области (7.7 м). Средние высоты имеют западные, юго-западные потомства ели из Новгородской, Калужской, Тверской областей, Латвии, Эстонии (от 6.2 до 8.0 м). Стоит отметить, что южные и западные климатипы в суровых условиях Республики Коми имеют низкую морозоустойчивость, что существенно сказывается на качестве ствола ели. Медленным ростом по высоте и диаметру характеризуются потомства из Архангельской области и Республики Карелия (от 3.1 до 5.8 м).

Наблюдается общая тенденция увеличения высоты и диаметра деревьев от северной подзоны тайги к подзоне лиственных лесов (см. таблицу). На 33-й год после посадки между высотой культур и географическим происхождением семян (северной широтой и восточной долготой) существует слабая связь ($r = -0.24 \pm 0.178$ при $t = 1.3$ и $r = 0.12 \pm 0.186$ при $t = 0.6$ соответственно).

Лидирующее место по запасу стволовой древесины (в коре) на корню в расчете на число прижившихся растений из 1 тыс. высаженных занимает местная короткорооская ель (18.4 м³), также наибольшее количество древесины можно получить от сосногорского климатипа Республики Коми (9.56 м³), карпинского климатипа Свердловской области (9.03) и новгородского климатипа ели (8.83).

Анализ продуктивности культур показывает, что наблюдается снижение запаса древесины от



Динамика коэффициента корреляции сохранности ели с географическими показателями в культурах Республики Коми: 1 – с северной широтой, 2 – с восточной долготой, 3 – с продолжительностью периода вегетации, 4 – с суммарной температурой выше 5 °С.

потомств из средней подзоны тайги (6.29 м³) к подзоне лиственных лесов (3.67) и северотаежным популяциям (1.99). Это вызвано общей низкой сохранностью южных климатипов и медленным ростом северных провениенций.

Учитывая все вышеизложенное, при производстве лесных культур в Республике Коми можно рекомендовать:

- в первую очередь использовать семена местного происхождения, создавая запас семян в семенные годы;
- при нехватке местных семян целесообразно использовать семена ели карпинского происхождения из Свердловской области.

ЛИТЕРАТУРА

- Вересин М.М., Иванов С.М. Экоципы ели обыкновенной в географических культурах Воронежского лесхоза // Лесная генетика, селекция и семеноводство. Петрозаводск, 1970. С. 416-422.
- Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. М., 1982. 368 с.
- Проказин Е.П. Изучение имеющихся и создание новых географических культур (программа и методика работ). Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 1972. 52 с.
- Тарханов С.Н. Комплексная оценка культур ели различного географического происхождения в Коми АССР // Материалы отчетной сессии по итогам НИР за 1988 год. Архангельск, 1989. С. 23-24.
- Тарханов С.Н. Изменчивость ели в географических культурах Республики Коми. Екатеринбург: изд-во УрО РАН, 1998. 195 с.

ГРАДИЕНТЫ СРЕДЫ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИИ *PINUS SYLVESTRIS* L. В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

О.Е. Черепанова, И.В. Петрова
Ботанический сад УрО РАН
E-mail: zona-4@ya.ru

В топоэкологическом профиле сосновых лесов Западной Сибири абсолютное преобладание *Pinus sylvestris* L. наблюдается, с одной стороны, на самых дренированных и сухих «бедных» песчаных почвах вершин увалов, в борах лишайниковых (*Pineta cladinoso*), а с другой – на переувлажненных и анаэробных, чисто органо-генных (торфяных) отложениях олиготрофных верховых болот, в борах кустарничково-сфагновых (*Pineta sphagnosa*). Контрастные различия эдафозоотопической среды популяций сосны обыкновенной на суходолах и смежных болотах очевидны, но на количественном уровне изучены недостаточно. Ранее факториально-экологические исследования болот, связанные главным образом с проблемой гидролесомелиорации, как правило, ограничивались пределами болотных экосистем (Елпатьевский, 1957; Вомперский, 1968). Градиенты среды между суходольными и смежными болотными биогеоценозами приведены лишь в редких работах.

Цель настоящей работы – краткое обобщение результатов предшествующих (1979 г.) и настоящих (2009-2010 гг.) исследований аллозимной структуры, фенологии цветения и «пыления», гидротермического режима воздуха и почвы в популяциях *Pinus sylvestris* L., произрастающих, с одной стороны, на суходолах, а с другой – на смежных верховых и переходных болотах, в южной части лесной зоны Западной Сибири и Зауралья.

Объекты и методы

Сравнительное изучение факторов среды и параметров аллозимной дифференциации суходольных и болотных поселений *Pinus sylvestris* L. проведено на двух стационарных участках. В подзоне предлесостепи западной части Западной Сибири (Припышминские боры, 6 км западнее с. Заводоуспенское) исследованы градиенты среды между суходольным сосняком бруснично-чернично-зеленомошным и смежным сосняком (на расстоянии 150 м от суходола) багульниково-кассандрово-сфагновым на типичном верховом олиготрофном болоте (типа «рям»). На суходоле древостой 10С, возраст 120 лет, средняя высота – 28.5 м (II бонитет), полнота – 0.8. В нижнем ярусе доминируют *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Pleurozium schreberi*. В древостое Самохваловского болота абсолютно доминирует *Pinus sylvestris*: возраст – 140-160 лет, высота – 5-7 м (бонитет – V6), полнота – 0.5-0.6. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Rubus chamaemorus*, *Oxycoccus palustre*, *Andro-*

meda polyfolia, в моховом ярусе, на кочках (высотой до 0.5 м) – *Sphagnum fuscum*, *S. magellanicum*, между ними – *S. girgensoni* и *S. warnstorffii*.

В подзоне южной тайги предгорной полосы Зауралья сравнительное изучение факторов среды проведено в суходольном сосняке бруснично-ракетниковом и на смежном (на расстоянии 150-300 м от суходола) переходном болоте (5 км от с. Мурзинка). В древостое на суходоле господствует *Pinus sylvestris* (10С) 60-80-летнего возраста, средняя высота – около 20 м (II бонитет), полнота – 0.7-0.8. Нижние ярусы образованы *Chamaecytisus ruthenicus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*. В моховом покрове доминируют *Polytrichum commune*, *P. juniperum* и *Pleurozium schreberi*. В древостое болота Ваштышский Исток господствует *Pinus sylvestris* 60-90-летнего возраста, средняя высота – от 5 до 10 м (Va бонитет), полнота – 0.6-0.7. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Vaccinium uliginosum*, *Rubus caliculata*, *R. chamaemorus*, *Oxycoccus microcarpus*, *O. palustre*, *Eriophorum vagina-turn*. В моховом покрове встречаются *Sphagnum fuscum*, *Sph. magellanicum*. На повышениях рельефа отмечены осоки (*Carex* sp.), *Betula pubescens*, *B. pendula*.

Температуру почвы в корнеобитаемом слое почвы (зоне ризосферы сосны) измеряли на глубине 5-10 см на суходолах и 10-15 см – в кочках на болотах. В 2009 г. динамику температуры почвы, а также температуры и относительной влажности воздуха регистрировали даталогерами (Testo175) и термошупом (Hi145-00). Наблюдения за динамикой гидротермических факторов в 2009 г. проведены в течение всего периода фенофаз пыления-«цветения» деревьев сосны на суходоле и болоте (26 сут). Аллозимная структура популяций изучена на основе анализа тканей побегов 36-48 деревьев с каждой пробной площади, выполненного общепринятым методом (Жорочкин и др., 1977). Определены частоты аллелей в 17 белковых локусах (в том числе 13 полиморфных) 11 ферментных систем. На их основе с помощью пакета программ BYOSSIS вычислены генетические дистанции Nei (1978, DN_{78}).

Результаты и их обсуждение

Гидротермический режим почвы. Почвенно-гидрологические условия среды суходольных и смежных болотных местообитаний *P. sylvestris* наиболее контрастны. Прежде всего, это обусловлено резкими различиями их положения в рельефе, водного стока, дренажа и водно-физических свойств почвенного субстрата.

Сравнительное термографическое изучение верхнего корнеобитаемого слоя почвы (на глубине 5-10 см) на суходоле (сосняк бруснично-чернично-зеленомошный) и смежном верховом болоте (с. Заводоуспенское) показало, что в начале вегетационного периода оттаивание этого слоя на болоте в кочках, где сосредоточены тонкие корни сосны, происходит на одну-две недели позднее, чем на суходоле. Даже в первой декаде июня температура сфагнового субстрата между кочками не превышает +6-7 °С, а в кочках на глубине 30-40 см сохраняется лед (рис. 1). Минимальная экологически эффективная температура торфа +5 °С, необходимая для начала роста корней сосны обыкновенной (Санников, 1976), на болоте наступает также на 10-19 дней позднее, чем на суходоле на смежной песчаной гряде.

Вероятно, именно в связи с этим начало фазы пыления-«цветения» сосны на болоте наступает позднее, чем на суходоле. Так, в 1979 г. к началу пыления сосны на болоте (2 июня) температура песчаной почвы на суходоле была на 12 °С выше, чем на болоте, а пыление сосны уже завершилось. При этом синхронная температура воздуха в течение всего периода наблюдений в обоих местообитаниях была почти одинаковой (Петрова, Санников, 1996).

Иные градиенты и сроки наступления эффективной температуры почвы установлены между суходольным сосняком бруснично-ракетниковым и смежным сосняком осоково-кустарничково-сфагновым на переходном болоте в подзоне южной тайги Зауралья. Здесь в мае-июне 2009 г. средняя суточная температура торфа в ризосфере деревьев сосны на болоте (на глубине около 10 см) была на 3-5 °С ниже, экологически эффективная температура (+5 °С) наступила в нем на 20 дней позднее, а пыление-«цветение» сосны – на 6-7 дней позднее, чем на суходоле. Можно предположить, что и здесь температурные градиенты корнеобитаемого слоя почвы являются ведущим фактором, детерминирующим различия в сроках прохождения генеративных фаз у деревьев сосны в сравниваемых местообитаниях.

Гидротермический режим воздуха. В 2009 г. на суходоле под сомкнутым пологом крон

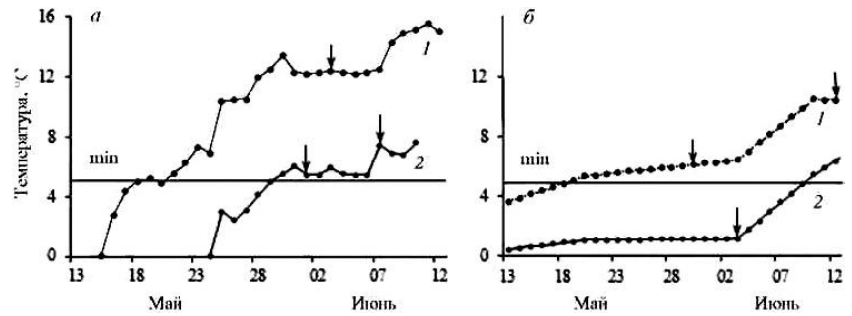


Рис. 1. Температурный режим почвы на глубине 5-10 см в период пыления-«цветения» деревьев *Pinus sylvestris*. а – сосняки бруснично-чернично-зеленомошный (1 – суходол) и багульниково-касандрово-сфагновый (2 – верховое болото) предлесостепи Западной Сибири (с. Заводоуспенское, 1979 г.); б – сосняки бруснично-ракетниковый (суходол) и осоково-кустарничково-сфагновый (переходное болото) в подзоне южной тайги (с. Мурзинка, 2009 г); min – температурный минимум (+5 °С) для начала роста корней. Стрелками отмечены начало и конец фазы пыления-«цветения».

древостоя в сосняке бруснично-ракетниковом температура была почти такой же, как и под сравнительно редким пологом древостоя сосны на болоте. В течение пяти суток – с 13 по 18 июня – приземный слой воздуха на суходоле был даже на 3-4 °С холоднее, чем над болотом (разница достоверна, $p < 0.05$). В течение периода пыления-«цветения» сосны термические условия атмосферы на суходоле и смежном болоте различаются незначительно. Среднесуточная относительная влажность воздуха в лесу, как правило, отрицательно коррелирует с его температурой (рис. 2). В течение почти всего периода наблюдений (3-23 июня 2009 г.) на суходоле она была на 5-7% (иногда на 10-12%) ниже, чем на болоте ($p < 0.05$). Лишь с 13 по 18 июня на фоне пониженной температуры воздуха она была примерно такой же, как на болоте.

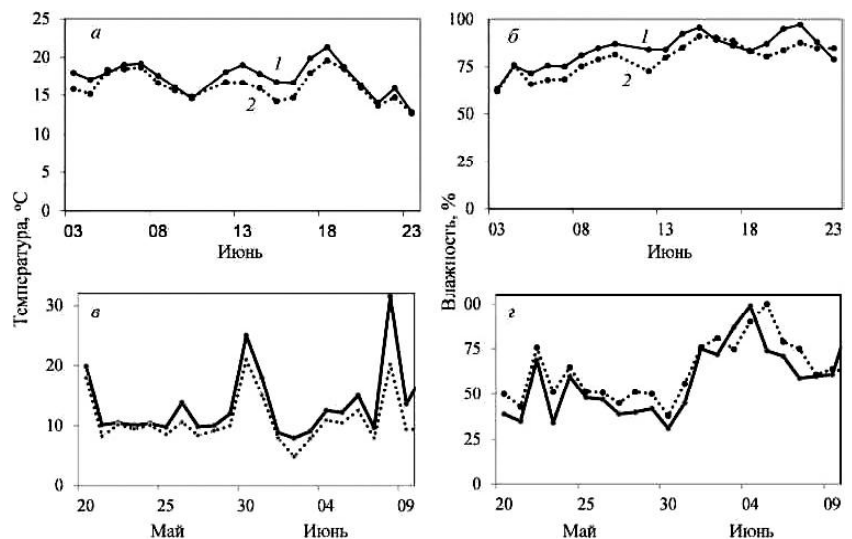


Рис. 2. Динамика среднесуточной температуры и относительной влажности воздуха (на высоте 2 м) в период пыления-«цветения» деревьев *Pinus sylvestris* на болоте (1) и суходоле (2). а, б – сосняки бруснично-ракетниковый (суходол) и осоково-кустарничково-сфагновый (переходное болото) в подзоне южной тайги (с. Мурзинка, 2009 г.); в, г – сосняки бруснично-чернично-зеленомошный (суходол) и багульниково-касандрово-сфагновый (верховое болото) предлесостепи Западной Сибири (с. Заводоуспенское, 1976 г.).

Специфичные различия гидротермического режима воздуха наблюдаются на суходоле и верховом болоте в предлесостепи (с. Заводоуспенское). Максимальная температура воздуха на суходоле в полуденные часы (14 час.) в солнечную погоду (например, 30 мая и 8 июня) значительно меньше (на 6-12 °С), но в остальные дни лишь на 2-3 °С ниже синхронной на болоте (рис. 2, в). В общем синхронные термические режимы воздуха, в частности дата достижения потенциальных экологических минимумов для начала пыления – «цветения» деревьев сосны (13-15 °С по температуре и 55-60% по относительной влажности), на суходоле и болоте существенно не различаются. Адекватно градиентам температуры протекает и динамика относительной влажности воздуха (см. рис. 2, г). На суходоле она обычно на 5-10%, а иногда (в начале июня) на 15-20% выше, чем на смежном верховом болоте.

Генетические дистанции. Попарный анализ генетических дистанций Нея (Nei, 1978) между суходольными ценопопуляциями сосны в борах лишайниковых (*Pineta cladinoso*) на минеральных автотрофных почвах и смежными поселениями на верховых (*Pineta sphagnosa*) и переходных болотах в южной части Западной Сибири показал следующее: репродуктивная изоляция между смежными суходольными популяциями и популяциями переходных болот не превышает 37%, что почти на 56% меньше, чем на верховых болотах (93.2%). D_{N78} составляет в среднем 0.015 между смежными поселениями на суходоле и верховом болоте, что по шкале генетических дистанций между внутривидовыми таксонами *P. sylvestris* L. (Санникова, Петрова, 2003) соответствует уровню локальных популяций. А между смежными поселениями на суходоле и переходном болоте генетическая ди-

станция Нея D_{N78} не превышает 0.007, соответствуя уровню субпопуляции.

Заключение

Мезотрофные болота, представляя переходную стадию развития болотообразовательного процесса, отличаются от верховых несколько меньшими градиентами их гидротермического режима по сравнению с суходольными популяциями, а также имеют меньшие различия в сроках начала и прохождения фенофаз пыления – «цветения».

Резкие экотопические различия между сосняками на суходолах и болотах установлены в термическом режиме корнеобитаемого слоя почвы. Экологический минимум для начала роста корней сосны (+5 °С) в торфяном субстрате наступает на 10-19 дней позднее, его температура в период пыления – «цветения» сосны на верховом болоте на 8-15, на переходном – на 3-5 °С ниже, чем на смежном суходоле. Вероятно, именно этот фактор является ведущим, детерминируя запаздывание фенофаз пыления – «цветения» сосны на болотах, и, как следствие, наличие генетической специфичности популяций сосны, произрастающей на верховых болотах южной части Западной Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

- Корочкин Л.И., Серов О.Л., Пудовкин А.И. Генетика изоферментов. М.: Наука, 1977. 275 с.
 Петрова И.В., Санников С.Н. Изоляция и дифференциация популяций сосны обыкновенной. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. 141 с.
 Санников С.Н., Петрова И.В. Дифференциация популяций сосны обыкновенной. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 247с.
 Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals // Genetics, 1978. Vol. 89. P. 583-590.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛОВОГО ПОДРОСТА ПОД ПОЛОГОМ ЕЛЬНИКОВ ЧЕРНИЧНЫХ

Н.П. Шаньгина

Поморский государственный университет

E-mail: n.shangina@gmail.com

Процесс естественного самовозобновления леса проявляется в виде произвольного возникновения новых сообществ как на месте вырубленных или погибших насаждений, так и под пологом имеющегося древостоя. И одними из основных критериев результативности этого процесса являются качество и количество подростов основных лесообразующих пород.

Объектом данных исследований был подрост ели в ельниках-черничниках Приморского р-на Архангельской области. На шести пробных площадях были проведены лесоводственно-таксационные исследования (табл. 1). Все исследуемые

ельники относятся к IV классу бонитета. В составе присутствуют лиственница, береза, сосна и единично осина. Подлесок представлен можжевельником обыкновенным, рябиной обыкновенной, шиповником иглистым и красной смородиной.

На каждой пробной площади был произведен подсчет подростов ели на 30 учетных площадках размером 4 м² (Побединский, 1993). Подрост разбивали по категориям крупности (крупный, средний, мелкий) и категориям благонадежности по шкале Мелехова (ББ – безукоризненно благонадежный, БД – благонадежный

Лесотаксационная характеристика древостоя

№ п/п	Состав древостоя	Порода	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Полнота относительная	Сумма площадей сечения, м ² /га	Класс бонитета	Возраст, лет	Запас, м ³ /га
1	9Е1ЛЦ+Б	Е	27.8	18.5	0.63	21.2	IV	134	187
		Лц.	51.8	28.0	0.05	2.2	IV	254	30
		Б	24.7	17.3	0.01	0.5	V	124	4
2	9Е1Лц+Б	Е	28.3	18.6	0.63	21.7	IV	118	194
		Лц.	45.4	25.7	0.07	2.8	IV	226	30
		Б	29.7	19.3	0.01	0.3	–	Гнилая	3
3	8Е2.Лц.+Б	Е	26.0	17.7	0.50	16.5	V	119	139
		Лц.	39.1	26.7	0.12	5.1	IV	206	66
		Б	20.7	14.7	0.007	0.2	V	101	2
4	7Е2Б1С+Ос.	Е	23.1	16.2	0.45	13.4	IV	80	106
		С	28.0	19.4	0.10	3.6	III	85	34
		Б	16.9	15.4	0.12	2.9	III	60	23
5	7Е3Б1С	Е	21.9	16.8	0.34	10.6	IV	96	86
		С	25.3	18.0	0.04	1.3	III	67	12
		Б	17.1	15.1	0.15	3.8	III	60	29
6	6Е3Б1Сед.Ос	Е	27.7	17.6	0.20	6.8	IV	99	58
		С	28.9	18.1	0.04	1.2	III	69	11
		Б	17.3	14.8	0.11	2.7	III	63	21

дефектный, Сом – сомнительный, Нен – ненадежный, Сух – сухой (Мелехов, 1999). А также были изучены следующие морфометрические показатели благонадежного подроста ели: возраст дерева и хвои, высота, диаметр ствола, протяженность кроны и величина прироста в высоту за последние 3, 5, 10 лет.

Естественное возобновление в исследуемых ельниках представлено только елью, подрост других древесных пород обнаружено не было. Известно, что подрост этой породы, даже будучи очень угнетенным, может очень долго составлять конкуренцию материнскому пологу. Следовательно, вид лесовозобновления по составу лесобразующих пород – хвойное (ель составляет более 80 %).

Возобновление происходит с помощью анемохорных семян. Но иногда и встречается вегетативное возобновление – ветки упавших взрослых деревьев тянутся вверх и образуют вполне сформированный самостоятельный молодой подрост. Данное явление очень не характерно для хвойных пород, но в некоторых районах северной подзоны тайги оно стало периодически встречаться, что и подтверждают наши исследования.

На исследуемых пробных площадях было отмечено, что подрост ели распределен по площади неравномерно. Его расположение носит групповой характер (куртинный). Также было отмечено, что наибольшее количество подрост ели было сосредоточено на разлагающемся валежнике, покрытом мхами, на пнях или около них, около стволов крупных деревьев и на более открытых участках леса. Такое расположение может быть связано с наиболее благоприятными для

подроста условиями произрастания: валежник и старые пни способны задерживать воду и питательные вещества, обеспечивают дренаж (Генсирук, 1958); на открытых пространствах наиболее благоприятный световой режим.

На рис. 1 представлено среднее количество подрост ели на пробных площадях. Было установлено, что в основном количественно преобладает средний по высоте подрост всех категорий благонадежности (97-820 шт./га). Крупного подрост ели всех категорий очень мало (14-264 шт./га), по-видимому, с возрастом подрост отмирает, не достигая стадии тонкомера (диаметра ствола 6 см).

Среднее количество благонадежного подрост (категории ББ и БД) преобладает над другими категориями, но это в основном средний и мелкий по высоте подрост. Общее же количество благонадежного подрост не может обеспечить возобновление древостоя, так как его количество очень мало и составляет 2240 шт./га, а необходимо как минимум 3000 шт./га (Белов, 1983).



Рис. 1. Среднее количество елового подрост по категориям благонадежности и крупности.

Таблица 2

Морфометрические параметры благонадежного подростка ели

№ п/п	Категория крупности	Возраст, лет		Высота, см	Протяженность кроны, см	Диаметр ствола, см
		деревя	хвои			
1	Мелкий	15.33±0.54	5.20±0.37	34.55±1.16	21.74±1.35	0.63±0.06
	Средний	26.27±1.62	7.80±0.34	83.34±3.57	50.48±2.61	1.75±0.11
	Крупный	46.60±4.08	10.40±2.25	203.8±10.10	153.20±13.02	4.82±0.41
2	Мелкий	17.88±0.37	5.08±0.29	37.12±1.47	26.04±1.24	0.70±0.04
	Средний	26.40±0.81	8.40±0.35	75.92±3.73	52.07±2.48	1.96±0.11
	Крупный	42.00±1.60	10.87±0.64	183.69±7.82	125.44±7.36	4.31±0.18
3	Мелкий	15.07±0.94	4.47±0.40	34.40±2.30	23.93±1.83	0.65±0.06
	Средний	29.07±0.78	6.80±0.60	83.60±5.33	57.33±4.15	1.92±0.15
	Крупный	38.87±1.64	10.27±0.33	182.07±6.40	125.13±6.21	4.49±0.17
4	Мелкий	13.57 ±0.67	5.13±0.33	30.13±1.63	19.90±1.14	1.28±0.08
	Средний	23.07±1.15	7.70±0.32	63.12±3.03	44.18±2.06	2.22±0.24
	Крупный	48.90±2.75	11.30±0.47	190.5±7.49	104.9±7.06	4.58±2.83
5	Мелкий	16.89±0.69	4.07±0.18	34±1.43	22.17±0.93	1.32±0.10
	Средний	25.40±0.82	7.93±0.58	67.6±2.72	42.1±1.80	2.46±0.41
6	Мелкий	13.40±0.95	5.20±0.48	35.03±2.44	26.00±1.66	1.39±0.12
	Средний	22.47±1.28	8.80±0.51	69.13±3.71	46.20±2.67	2.21±0.49

Рассмотрим параметры подростка, приведенные в табл. 2. Средний возраст мелкого подростка составляет 13-16, среднего – 22-29, крупного – 42-48 лет.

Продолжительность жизни хвои на дереве у мелкого подростка ели 4-5, у среднего – 6-8 лет, хвоя крупного подростка держится на дереве 10-11 лет. Можно сказать, что хвоя остается на дереве достаточно продолжительное время. Были обнаружены экземпляры, у которых отмечалась хвоя 12-14 лет, но это единичные случаи. Однако было отмечено, охвоенность побегов у крупного подростка несколько ниже (в среднем 10 шт./см), чем у мелкого и среднего по высоте подростка (11 и 13 шт./см соответственно).

Протяженность кроны в среднем составляет 2/3 высоты побега, что характерно, и подтверждает признак благонадежности подростка (Сеннов, Грязькин, 2006).

Прирост главного побега в высоту также является важным показателем в развитии и формировании подростка. Известно, что ель за год обладает незначительным приростом побега,

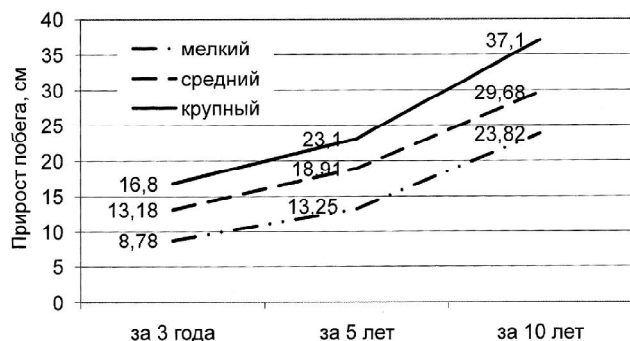


Рис. 2. Прирост побега подростка ели в высоту.

особенно в первые годы своей жизни. Это оказалось свойственно и подросту (рис. 2).

Среднегодовой прирост побега составляет у мелкого подростка 2.15, среднего – 2.55, крупного – 3.15 см/год. Получается, что крупный подросток растет быстрее, так как дает наибольший прирост за год терминального побега.

Выводы:

- естественное возобновление под пологом ельников черничных представлено только еловым подростом;
- количество елового подростка не достигает необходимой густоты для успешного возобновления древостоя (3 тыс. шт./га) и составляет 2240 шт./га;
- преобладает средний по высоте подросток всех категорий благонадежности (97-820 шт./га), крупного подростка всех категорий очень мало (14-264 шт./га);
- морфометрические показатели подростка подтверждают его качество, но количество подростка ели очень низко;
- подросток ели обладает незначительным приростом главного побега в высоту, хотя интенсивность растет с увеличением возраста.

ЛИТЕРАТУРА

Белов С.В. Лесоводство. М., 1983. 376 с.
 Генсирук С.А. Естественное возобновление ели в горных условиях Карпат // Лесной журн., 1958. № 5. С. 3-12.
 Мелехов И.С. Лесоведение. М.: МГУЛ, 1999. 302 с.
 Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М., 1993. 64 с.
 Сеннов С.Н., Грязькин А.В. Лесоведение: учебное пособие. СПб.: СПбГЛТА, 2006. 156 с.

ИНТРОДУКЦИЯ *HEDYSARUM ALPINUM* L. В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Э.Э. Эчишвили, М.Г. Фомина
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: elmira@ib.komisc.ru

В мировой медицинской практике для лечения многих заболеваний предпочтение часто отдается препаратам растительного происхождения, которые, по сравнению с синтетическими, характеризуются мягким и более широким спектром терапевтического действия. В свою очередь, интенсивные, часто неконтролируемые заготовки лекарственного сырья приводят к обеднению видового разнообразия, а некоторые виды растений ставят на грань исчезновения (Свиридова, Зиннер, 2008). *Hedysarum alpinum* L. – копеечник альпийский – многолетнее травянистое растение из семейства бобовых (*Fabaceae*), включен в Красную книгу Республики Коми (2009), как вид с естественно низкой численностью, распространенный на ограниченной территории или спорадически встречающийся на значительных территориях. Известны разрозненные местонахождения данного вида на реках Цильма, Кожва, Нем, Локчим, в предгорьях Приполярного и Северного Урала (Красная книга..., 2009). *H. alpinum* L. – ценное лекарственное растение, используемое в официальной медицине, надземная часть которого содержит ксантоновый гликозид мангиферин. На основе мангиферина создан препарат Алпизарин, который применяют для лечения герпесных инфекций. С целью сохранения природных растительных ресурсов и расширения сырьевой базы *H. alpinum* L. целесообразно введение данного вида в культуру в разных регионах России и разработка агротехники его возделывания.

Целью данной работы являлось изучение биологии *H. alpinum* L. при интродукции в средне-таежной подзоне Республики Коми.

В Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН в коллекционном изучении *H. alpinum* находится с 1994 г. (Опыт интродукции..., 2003). В качестве исходного материала использовали семена, полученные из Всероссийского института лекарственных и ароматических растений (1984) (ВИЛАР). При проведении интродукционных исследований мы придерживались методики, рекомендованной ВИЛАР. Следует отметить, что интродукция данного вида в новых для него эколого-географических условиях достаточно трудоемка. Как у большинства видов из семейства бобовых, семена *H. alpinum* характеризуются твердосемянностью (Левина, 1981). В первые семь лет интродукционных исследований (1994-2000 гг.) изучались различные способы выращивания данного вида: посев скарифицированных семян в грунт в разные сроки (весенний, раннелетний, летний и осенний), а также рассадный способ выращивания в теплице с последующей пересадкой растений

в открытый грунт. В исследуемые годы оптимальные результаты были получены при высеве семян на делянку гнездовым способом (3-5 шт. семян в лунку) 17.05.1994 г., 11.06.1997 г. и 11.07.1999 г., в другие годы (1995, 1996, 1998, 2000) в эти же сроки посева семена не прорастали или прорастали единично. Осенний (подзимний) срок посева семян в грунт в разные годы в конце сентября на наших среднеокультуренных, дерново-подзолистых глееватых почвах суглинистого механического состава положительных результатов не дал. При рассадном способе выращивания в теплице прорастало 20-24% скарифицированных семян, но при переносе сеянцев в июне в открытый грунт приживаемость этих стержнекорневых каудексовых растений была низкой, в течение первого года жизни они выпадали полностью. Наблюдения за многолетними растениями *H. alpinum* позволили провести оценку успешности интродукции данного вида в условиях коллекционного питомника средне-таежной подзоны Республики Коми.

По шкале интродукционной устойчивости (Трулевич, 1991), которая может служить интегральным показателем биологической приспособленности растений к новым условиям существования, *H. alpinum* можно отнести к устойчивым растениям. Вид отличается высокой зимостойкостью, с переходом растений в генеративный период на второй-третий годы жизни он регулярно проходит полный цикл развития побегов, ритмические процессы стабильны и приспособлены к местным климатическим условиям, жизненное состояние высокое, темп онтогенеза значительно ускоренный по сравнению с природным. В условиях средне-таежной подзоны Республики Коми *H. alpinum* формирует полноценные семена.

В культуре *H. alpinum* – длинностержнекорневое каудексовое травянистое поликарпическое растение. Надземная часть представляет собой растение из различного числа генеративных (5-29 шт.) и удлинённых вегетативных побегов (3-7 шт.). Стебли прямостоячие, разветвленные (7-11 побегов второго порядка), в диаметре 3-6 мм, при цветении высотой 106-145 см. Листья непарноперистосложные, листочки короткочерешковые в числе 5-9 пар, продолговато-яйцевидные или удлинённо-эллиптические. Соцветие – многоцветковая густая кисть. Цветоносы с соцветиями (23-40 см) по длине превышают стеблевые листья (10-16 см). Цветки в числе 30-85, длиной 10-15 мм, темно-розовые, на коротких цветоножках с линейными прицветниками;обы состоят из 2-5 члеников. Цветет в июле, плоды созревают в конце августа.

Собранная во время бутонизации или цветения и высушенная обмолоченная трава *H. alpinum* используется в качестве лекарственного сырья (Растения..., 1996). Сырьевая фитомасса отдельных побегов с пересчетом на особь определялась в фазе массового цветения (14.07.2003 г.) на растениях пятого года жизни, высаженных с площадью питания 20×20 см. Из 20 растений было выбрано 13 среднеразвитых генеративных особей. У каждой особи было подсчитано и проанализировано от 5 до 10 побегов. Следует отметить, что число побегов на особи варьировало значительно от 5 до 29 шт./особь, в среднем 15.1 ± 1.8 шт. (см. таблицу), при этом число особей с 5-6 побегами составляло 3 шт., с 11-16 – 5, с 19-29 – 5. Сырая масса одного побега варьировала от 10.9 до 22.4 г и в среднем составляла 17.5 ± 2.3 г. В интродукции диаметр генеративных побегов *H. alpinum* с третьего года жизни выше требований, предъявляемых к лекарственному сырью при сборе (не более 2 мм) и составляет 3-5 (6) мм. При анализе структуры побега (свежесрезанного) на долю стеблей приходится в среднем 35%, листьев и соцветий – 65. Содержание воздушно-сухого вещества в образцах из листьев и соцветий составляло в среднем 29%, стебли не анализировались (удалялись). В результате сырая сырьевая фитомасса *H. alpinum* в пересчете на одну особь в среднем составила 172 ± 21 г, воздушно-сухая – 50 ± 6 . Следует отметить, что аналогичные результаты получены и на растениях седьмого года жизни (см. таблицу).

Если при коллекционном изучении *H. alpinum* семена высевали гнездовым способом (3-5 шт. в лунку) с площадью питания растений 40×40 (1994, 1997, 2006 гг.) и 20×20 см (1999 г.), то в микрополевом опыте закладки 2010 г. были имитированы условия для механизированной обработки участка трактором и семена высевали в рядки с междурядьями 70 см. Для создания более загущенных посевов, в которых возможно диаметр побегов будет менее 2 мм и стеблевую часть побега также можно использовать на лекарственное сырье, на 1 м погонный высевали 1500 шт. семян при 20%-ной лабораторной

всхожести. Семена скарифицировали и высевали в оптимальный срок – 21 июня 2010 г. Создавали два варианта опыта: 1. Контроль (семена без обработки); 2. Обработка (инокуляция) семян перед посевом ризоторфином для копеенника альпийского, полученным из Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург). Опыт заложен в двукратной повторности. Всходы отмечены 10 июля, на 20-й день после посева. 23 июля, на 33-й день после посева, сделаны первые промеры и подсчет растений. В рядке на 1 м погонный в вариантах: 1. Контроль – отмечено 11-23 (18.3 ± 2.6) растений; 2. Обработка семян ризоторфином – 7-20 (14.7 ± 3.0) растений. 27 июля, на 37-й день после посева, средняя высота растений была 4.0 ± 0.5 и 3.9 ± 0.6 см соответственно. Высота растений в динамике в контроле была несколько выше. Первое морфометрическое описание растений было проведено 2.09.2010 г., на 55-й день после появления всходов. Большинство растений находятся в иматурном онтогенетическом состоянии, достигают 8.5-24.5 см высоты и формируют побеги второго порядка и небольшая часть – ювенильные растения (3.7 см). Различия между растениями в двух вариантах недостоверны. В варианте с обработкой семян ризоторфином на корнях отмечены клубеньки, в контроле их нет.

Таким образом, в результате исследований установлено, что в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми *H. alpinum* проходит полный цикл развития и образует жизнеспособные семена. Итоги первичной интродукции позволяют отнести *H. alpinum* к перспективным растениям, который может быть рекомендован для введения в культуру в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми.

ЛИТЕРАТУРА

Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 792 с.

Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений (Обзор проблемы). М.: Наука, 1981. 96 с.

Методика исследований при интродукции лекарственных растений / Н.И. Майсурадзе, В.П. Киселев, О.А. Черкасов и др. // Лекарственное растениеводство. М., 1984. Вып. 3. 33 с.

Опыт интродукции лекарственных растений в среднетаежной подзоне Республики Коми / В.П. Мишуров, Н.В. Портнягина, К.С. Зайнуллина и др. Екатеринбург, 2003. 243 с.

Растения для нас: Справочное издание / К.Ф. Блинова, В.В. Вандышев, М.Н. Комарова и др. СПб., 1996. 654 с.

Свиридова Т.П., Зиннер Н.С. Перспективы выращивания *Hedysarum alpinum* L. и *Hedysarum theinum* Krasnob. в условиях Томской области // Вест. Томского гос. ун-та. Биология, 2008. № 2. С. 5-11.

Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 216 с.

Сырьевая фитомасса *Hedysarum alpinum* разного возраста в фазе массового цветения, 14.07.2003 г.

Показатели	Год жизни	
	Пятый	Седьмой
Высота растений, см	78.0±5.0	77.0±5.0
Число генеративных побегов на особь, шт.	15.1±1.8	13.8±3.2
Сырая масса одного побега, г	17.5±2.3	17.9±4.8
Сырая масса одного растения, г	249.8±3.8	247.0±57.3
Диаметр побега в основании, см	0.4±0.04	0.4±0.04
Структура побега: листья, соцветия/стебли	65/35	62/38
Сырая масса сырьевой части растения (листья и соцветия), г	172.4±21.0	153.2±35.5
Сухая масса сырьевой части растения, г	50.0±6.0	49.3±11.4
Воздушно-сухое вещество, %	29.0±1.0	32.2±2.0

Секция 2. ИЗУЧЕНИЕ, ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИВОТНОГО МИРА

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ БАРЕНЦЕВОМОРСКИХ ВСЕЛЕНЦЕВ В ТРАЛОВЫХ УЛОВАХ В БЕЛОМ МОРЕ В ПЕРИОД 2000-2010 гг.

А.С. Безбородов

Северный филиал Полярного научно-исследовательского института
морского рыбного хозяйства и океанографии

E-mail: bezborodov@sevpinro.ru

Исследованию видового состава ихтиофауны Белого моря посвящено значительное количество работ, часть из которых имеют большую значимость и являются основными источниками информации о видовом составе и систематике рыб Северного бассейна. Основу ихтиофауны Белого моря составляют беломорская сельдь *Clupea pallasii marisalbi* Berg, навага *Eleginus nawaga*, азиатская корюшка *Osmerus mordax*, мойва *Mallotus villosus*, камбаловые и непромысловые рыбы – арктический шлемоносный бычок *Gymnocanthus tricuspis* и люмпен Фабриция *Lumpenus fabrcii* (Андрияшев, 1954).

Белое море соединено с Баренцевым узким проливом, являющимся естественным барьером для взаимного обмена видами. Мощный гидрологический фронт в пограничной области Бассейн–Горло обуславливает некомфортное присутствие и даже гибель многих видов из-за термохалинного шока (Евсеенко, 2006). Нами проведен анализ траловых уловов в Белом море за период 2000-2010 гг. Описаны случаи поимки промысловых баренцевоморских видов: пикша, атлантическая треска, камбала-ерш, морская камбала.

Материалы и методика

Для сбора ихтиологического материала с судна использовали придонный трал проекта ББГЛ, оснащенный досками российского типа, с горизонтальным раскрытием 14 м, вертикальным – 5 м и шагом ячеи в кутке 16 мм. Траления выполняли со средней скоростью 3.2 узла с временным периодом 15-30 мин. В 2000 г. и период 2007-2010 гг. для более тщательного изучения донных видов рыб применяли донный трал ББГЛ с идентичными показателями раскрытия.

При описании находок нами рассматривались траления, проведенные во внутренних заливах Белого моря (Онежский, Двинский, Кандалакшский) и на акватории Бассейна и Горла. Мезен-

ский залив и Воронка, как районы Белого моря очень тесно связанные с Баренцевым, в данном исследовании не рассматривались.

Результаты и обсуждение

Основные находки представителей ихтиофауны Баренцева моря были отмечены в Кандалакшском заливе и под Терским берегом (рис. 1). Совместно эти два района акватории Белого моря вместили более 83.5% всех выловленных экземпляров баренцевоморских видов за указанный период. Их проникновение в южные и западные районы моря сдерживается резким снижением уровня солености, значительным уменьшением абсолютных и средних глубин, географической удаленностью.

За исследуемый период среднегодовой показатель вылова представителей Баренцева моря в акватории Белого моря составил 34 экз./год. В 2000 и в 2005-2007 гг. вылов соответствовал среднему значению. Наименьшие показатели наблюдались в 2001, 2004, 2008, 2009 гг. (от одного до 11 экз./год). Максимум приходился на 2003 и 2010 гг. – 96 и 108 экз. соответственно (рис. 2).

Пикша *Melanogrammus aeglefinus*. Пикша распространена в Северной части Атлантиче-

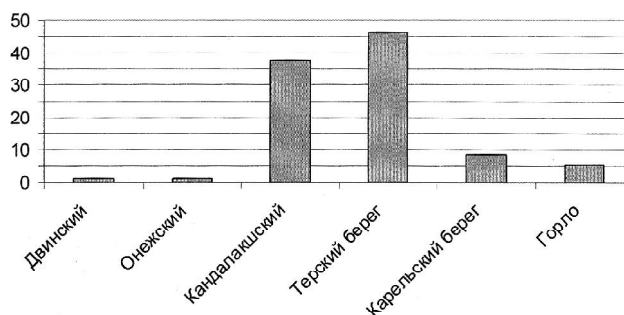


Рис. 1. Распределение вылова видов Баренцева моря по акватории Белого моря, %.

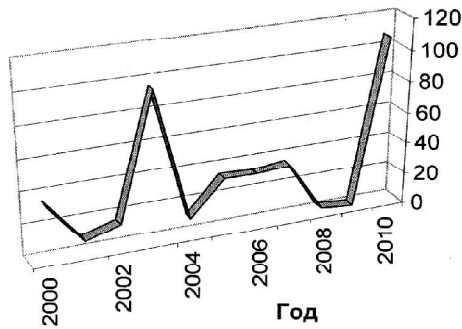


Рис. 2. Число особей баренцевоморских видов в траловых уловах с 2000 по 2010 г., шт.

ского океана до Баренцева моря, а на восток до Гусиной банки. В теплые годы неполовозрелая пикша заходит летом в промысловых количествах до Печорско-Вайгачского района. В небольших количествах встречается у юго-западных берегов Новой Земли и в Югорском Шаре (Андрияшев, 1954). Два экземпляра были пойманы в Двинском заливе 16.09-12.10.2006 г., два экземпляра в августе 2001 г. у Терского берега. Средняя длина составила 20.5 см. Наибольший улов пикши приходится на 2010 г. – 31 шт. Они были выловлены в Горле Белого моря и у Терского берега.

Треска атлантическая *Gadus morhua morhua*. Распространена в северной части Атлантического океана до Баренцева моря, у берегов Новой Земли. В юго-восточной части Баренцева моря до Карских ворот и Югорского Шара; единичные экземпляры могут заходить и в юго-западную часть Карского моря. Нередко заходит также в ареал своих подвидов в Белом и Балтийском морях (Андрияшев, 1954). За исследуемый период в уловах было зафиксировано 339 особей трески атлантической. Средняя длина составила 17.6 см. Большая часть вылова приходится на Кандалакшский залив (118 шт.) и Терский берег (73). Наибольшие показатели приходятся на 2003 и 2010 гг. (96 и 58 шт. соответственно).

Камбала-ерш *Hippoglossoides platessoides*. Ареал обитания камбалы-ерша занимает северную часть Атлантики и прилегающую часть Северного Ледовитого океана. Встречается вдоль Норвежского побережья и по всему Баренцеву морю, избегая его мелководную юго-восточную часть. Половозрелые особи камбалы-ерша были

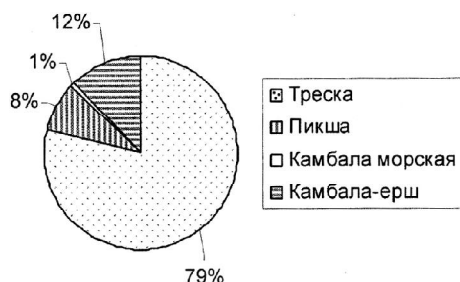


Рис. 3. Соотношение видов Баренцева моря в траловых уловах по числу экземпляров.

обнаружены в Байдарацкой губе (сентябрь). Молодые экземпляры найдены на границе между Баренцевым и Карским морями (Андрияшев, 1954). С 2000 по 2010 г. в акватории Белого моря было выловлено 52 экз. камбалы-ерша, средняя длина 17.8 см. Наибольшее количество собранного материала приходится на Терский берег (44 шт.), самые успешные годы – 2000 и 2010 гг. (34 и 16 шт. соответственно).

Морская камбала *Platessa platessa*. Встречается от берегов Португалии до Баренцева моря, где распространена главным образом вдоль берегов Мурмана, доходя на восток до Горла Белого моря и Канинских банок (Андрияшев, 1954). Представители данного вида в Белом море были обнаружены лишь в 2010 г. в ходе проведения осеннего рейса на НИС «Профессор Бойко». Два экземпляра (длина 40 и 27 см) были пойманы у Терского берега, еще одна морская камбала выловлена в Горле Белого моря.

Общее количество выловленных особей баренцевоморских видов с 2000 по 2010 г. составило 431 экз. Их количественное соотношение по видам в уловах четко различается: наибольшее число особей трески атлантической (339 шт.), далее камбалы-ерша (52), пикши (35), камбалы морской (3) (рис. 3).

В истории наблюдений представители ихтиофауны из Баренцева моря встречались неоднократно. В береговых орудиях лова сотрудниками СевПИПРО отмечались такие виды, как скумбрия, сайда и др. Можно упомянуть о вылове клюворылого морского окуня *Sebastes mentella* в г. Княжая Кандалакшского залива и под Терским берегом в районе с. Кошкоранцы (9.9 и 17.7 см соответственно). Данный вид нехарактерен для внутренних заливов Белого моря, встречаемость его в указанных районах крайне низка. Также имелись случаи, когда в г. Чупа на удочку удавалось поймать несколько клюворылых окуней.

Выводы

1. Многие представители баренцевоморской ихтиофауны имеют широкий ареал обитания. Зависит он от условий обитания (соленость, температура воды, глубины, давление и др.), от способности вида переносить некомфортные условия среды, от изменения климатического и гидрологического режимов акватории, от ширины зоны оптимума. В случае большого увеличения величины запаса возможно проникновение в акваторию Белого моря видов, типичных для Баренцева моря – трески атлантической, пикши, морской камбалы и камбалы-ерша (<http://www.fishbase.org>).

2. В Кандалакшском заливе и у Терского берега в период 2000-2010 гг. было выловлено наибольшее количество представителей баренцевоморских видов. Объяснить это можно тем, что указанные районы обладают наиболее схожими характеристиками с Баренцевым морем.

3. Наиболее часто встречается треска атлантическая. За исследуемый период было выловлено 339 экз., зафиксированных в рейсовых отчетах. Средняя длина составила 17.6 см. Для трески в Белом море существуют приемлемые для жизни условия по температуре (0-5 °С), глубине (до 200 м) и кормовой базе (в большом количестве сельдь, мойва, «капшак»).

4. Камбала-ерш, морская камбала и пикша встречались в меньших количествах, чем треска. Расселены они не так широко, как треска атлантическая, главным образом у Терского берега и в Горле Белого моря. Эти виды ведут донный и придонный образ жизни, держатся на глубине, избегая мелководных районов. Случаи вылова этих видов Баренцева моря довольно редки, но не являются уникальными.

Проникновению баренцевоморской ихтиофауны в Белое море способствуют Мурманское течение, приносящее их икру и личинки (Евсеев, 2006), а также благоприятные изменения температурного режима, кормовой базы и др. Последние носят среднесрочный характер (по

данным СевПИПРО наблюдается превышение среднегодового значения температуры воды в поверхностном горизонте в Кандалакшском заливе на величину от 0.1 до 0.6 °С, у Терского берега – от 0.2 до 0.6 °С). При этом баренцевоморские виды занимают подходящую для них экологическую нишу, включаются в пищевые цепи. Происходит это, пока существуют комфортные для них условия. В случае изменения условий среды стратегия их поведения будет меняться. Виды ихтиофауны из Баренцева моря встречаются в последние годы все чаще, сохраняется тенденция на увеличение их числа.

ЛИТЕРАТУРА

- Андрияшев А.П. Рыбы северных морей СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 566 с.
Глебов И.И. Субтропические мигранты в юго-западной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии, 2010. Т.50. № 4. С. 480-494.
Евсеев С.А. Видовой состав и распределение ихтиопланктона Белого моря в июле 2003 г. // Вопросы ихтиологии, 2006. Т. 46. № 5. С. 672-684.
<http://www.fishbase.org.cn/search.php?lang=Russian>.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИКОБИОТЫ У *RHOXINUS PHOXINUS* (L.) ИЗ РЕКИ ЧОВЬЮ

В.В. Белых

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: micolog_86@mail.ru

Грибы – неотъемлемая часть любой экосистемы (Пидопличко, 1977). Видовой состав грибов в водоемах, отношение их к другим организмам, географическое распространение представляют научный интерес. Грибы, обитающие в водоемах, изучены значительно хуже не только по сравнению с почвенными и наземными грибами, но также и другими водными организмами (Воронин, 1986). Рыбы могут быть одним из субстратов для грибов в водных экосистемах. Известно много видов грибов, поражающих рыбу, которые влияют на численность популяции. В качестве компонентов микобиоты воды и рыб представлены микромицеты из классов *Deuteromycetes*, *Chytridiomycetes*, *Oomycetes*, *Zygomycetes* и *Basidiomycetes* (Билай, Коваль, 1988; Дудка, 1991).

Целью работы явилось изучение видового состава и сезонных изменений в составе сообществ микромицетов гольяна из р. Човью (левый приток р. Вычегда).

Для изучения видового состава и сезонной динамики грибов отбирали половозрелых особей *Phoxinus phoxinus* (L.). Рыбу отлавливали с июня по ноябрь 2010 г. из р. Човью в окрестностях г. Сыктывкар в микрорайоне Верхний Чов с помощью водного сачка, одновременно проводили микологический контроль воды.

Посевы проводили с наружных покровов (методом отпечатка), с жабр и кишечника на чаш-

ки Петри с твердыми питательными средами (Чапека, Сабуро и пивное сусло). Для подавления развития бактерий в питательную среду добавляли антибиотики: стрептомицина сульфат и бензилпенициллина калиевую соль. Одновременно отбирали пробы воды для фонового микологического анализа. Использовали метод глубинного посева. Для обнаружения патогенных представителей класса *Oomycetes* использовали общепринятый метод приманок. Микромицеты культивировали при комнатной температуре. Определяли численность колоний грибов, из которых методом моноспорового рассева получали чистые культуры.

Было исследовано более 350 экз. гольяна, около 120 проб воды и выделено более 250 изолятов грибов (155 штаммов), определено 105 видов, которые относятся к 18 родам, пяти семействам, четырем порядкам, пяти классам, двум отделам, двум царствам. Все выделенные микромицеты не являются строго приуроченными к рыбе, они встречаются в почве, воде, на различных субстратах растительного и животного происхождения (Воронин, 1986).

Исследования микобиоты гольяна из р. Човью в течение летне-осеннего периода позволило установить видовой состав и встречаемость грибов на поверхности тела, жабрах и в кишечнике, а также выявить сезонные изменения в структуре сообществ микромицетов. Встречае-

Таблица 1
Встречаемость микромицетов с *Phoxinus phoxinus* (L.)
из р. Човью в течение летне-осеннего периода

Род	Месяц				
	июнь	июль	сентябрь	октябрь	ноябрь
<i>Aspergillus</i>	++	++	+++	+++	+++
<i>Aureobasidium</i>	+	+	–	–	–
<i>Cytospora</i>	+	+	–	–	–
<i>Fusarium</i>	++	++	+	–	–
<i>Mortierella</i>	++	++	+	–	–
<i>Mucor</i>	++	++	+	+	–
<i>Penicillium</i>	++	++	+++	+++	+++
<i>Phialophora</i>	+	+	+	–	–
<i>Phoma</i>	++	+	+	–	–
<i>Rhodotorula</i>	+	+	++	+++	+++
<i>Saprolegnia</i>	++	++	+	–	–
<i>Trichoderma</i>	++	++	+++	+++	++
<i>Mycelia sterilia</i>	+	+	–	–	–

Примечание: +++ – встречается очень часто; ++ – встречается часто; + – встречается единично; прочерк – не встречается.

мость родов грибов с *Phoxinus phoxinus* (L.) отражена в табл. 1. Частота встречаемости родов грибов в воде и на гольяне обыкновенном из р. Човью представлена в табл. 2.

На гольяне во время летне-осеннего периода обнаружено 14 родов грибов, выявлены различия по частоте встречаемости и массовости в зависимости от сезона. Так, грибы родов *Penicillium* и *Aspergillus*, доминирующие на гольяне, часто отмечались во время исследования, но наиболее многочисленны они были в осенний период (табл. 1). В осенние месяцы доминировали виды *Penicillium verrucosum*, *P. implicatum*,

Таблица 2
Частота встречаемости (в % проб)
основных родов микромицетов
с *Phoxinus phoxinus* (L.) и воды из р. Човью

Роды грибов	Вода	Поверх- ность	Жабры	Кишечник
<i>Acremonium</i>	3	0	0	0
<i>Aspergillus</i>	91	93	0	97
<i>Aureobasidium</i>	13	9	0	8
<i>Candida</i>	19	0	0	0
<i>Cladosporium</i>	22	0	0	0
<i>Cryptococcus</i>	14	0	0	19
<i>Cytospora</i>	0	8	0	16
<i>Fusarium</i>	27	38	0	0
<i>Mortierella</i>	0	8	0	12
<i>Mucor</i>	57	45	33	62
<i>Mycelia sterilia</i>	13	6	0	0
<i>Penicillium</i>	94	93	90	97
<i>Phialophora</i>	6	4	0	9
<i>Phoma</i>	0	12	0	0
<i>Rhodotorula</i>	73	24	0	20
<i>Saprolegnia</i>	0	12	0	7
<i>Sclerocium</i>	8	0	0	0
<i>Trichoderma</i>	97	86	83	98

Aspergillus niger и *A. clavatum*. Часто встречались грибы рода *Trichoderma* и *Rhodotorula*, максимальная численность которых была отмечена в сентябре и октябре. Часто отмечали виды *Trichoderma viridi*, *T. koningii* и *Rhodotorula aurantiaca*. Грибы родов *Mucor*, *Fusarium*, *Saprolegnia*, *Phoma* и *Mortierella* часто встречались в летние (июнь, июль) месяцы и их численность постепенно снижалась к осени. Виды родов *Aureobasidium*, *Cytospora* и *Mycelia sterilia* были обнаружены только в июне-июле в незначительных количествах, что характеризует их как теплолюбивые виды. Таким образом, в летние месяцы на поверхности рыбы сообщества грибов более разнообразны, чем в осенние.

С поверхности тела гольяна были выделены грибы из 12 родов (табл. 2, см. рисунок), среди них отмечены следующие виды: *Aspergillus niger*, *A. clavatum*, *A. sp.*, *Aureobasidium pullulans*, *Phialophora sp.*, *Penicillium fellutanum*, *P. frequentans*, *P. implicatum*, *P. nigricans*, *P. vellutinum*, *P. verrucosum*, *P. sp.*, *Trichoderma viride*, *T. koningii*, *T. album*, *T. sp.*, *Cytospora sp.*, *Fusarium sp.*, *Mucor sp.*, *Mortierella sp.*, *Saprolegnia sp.*, *Phoma sp.*, *Mycelia sterilia*, *Rhodotorula aurantiaca*. Виды родов *Phoma* выделены только с поверхности тела рыб (табл. 2, см. рисунок). Виды рода *Fusarium* и *Mycelia sterilia* встречались только на поверхности тела и в воде. Грибы родов *Mortierella*, *Cytospora*, *Saprolegnia* встречались на поверхности тела и в кишечнике.

С жабр выделены микромицеты, относящиеся к трем родам (табл. 2, см. рисунок). На жабрах гольяна и поверхности тела преобладали грибы рода *Trichoderma*. Состав доминирующих видов на жабрах гольяна был такой же, как и на поверхности тела: виды родов *Penicillium*, *Mucor*, *Trichoderma*. Это связано с постоянным контактом воды с поверхностью тела гольяна и жабрами рыбы.

Из кишечника выделены микромицеты из 11 родов (табл. 2, см. рисунок). В кишечнике число доминирующих родов грибов было больше, чем на поверхности тела и жабрах. В составе микобиоты кишечника преобладали грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mucor*, также в небольшом количестве обнаружены грибы родов *Cytospora*, *Phialophora*, *Rhodotorula*, *Mortierella*. Грибы рода *Cryptococcus* отмечены только в воде и кишечнике рыб. Микобиота кишечника гольяна в значительной степени отражает видовой состав его корма и отличается большим разнообразием.

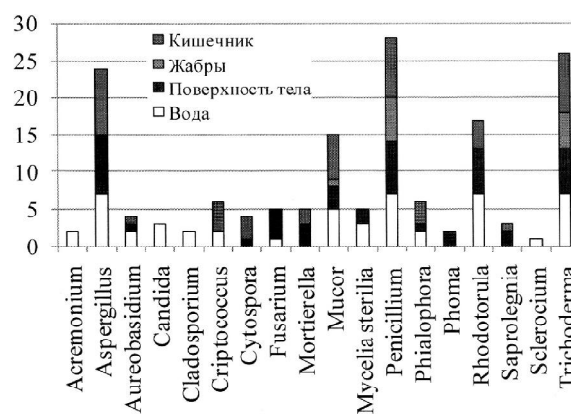
Представители родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* составляют основу комплекса грибов на рыбе и в воде. Также имеют высокую частоту встречаемости на рыбе грибы родов

Fusarium, *Mucor*, *Rhodotorula*, а воде *Fusarium*, *Mucor*, *Rhodotorula*, а также *Cladosporium*, *Candida*. Частота встречаемости грибов различается в зависимости от их локализации. Так, представители родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* имеют наибольшие частоты встречаемости в кишечнике (табл. 2).

Таким образом, комплексы грибов на различных участках органов рыб в значительной степени сходны по составу, они состоят из довольно узкой группы грибов. Существующие отличия по частоте встречаемости и степени доминирования грибов свидетельствует о некоторых качественных различиях при изменении времени года.

Из проб воды р. Човью в летне-осенний период выделены микромицеты, относящиеся к 14 родам (табл. 2, см. рисунок). Среди них встречались следующие виды: *Acremonium sp.*, *Aspergillus niger*, *A. clavatum*, *A. sp.*, *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.*, *Mucor sp.*, *Mycelia sterilia*, *Penicillium velutinum*, *P. sp.*, *Phialophora sp.*, *Sclerotium sp.*, *Trichoderma viride*, *T. koningii*, *T. sp.*, *Candida sp.*, *Cryptococcus albus*, *Rhodotorula aurantiaca*. Микромицеты из четырех родов были отмечены только в воде: *Acremonium*, *Cladosporium*, *Candida*, *Sclerotium*, что говорит об их временном пребывании в водных условиях и попадании в реку из почвы или с прибрежной растительности.

Анализ сезонных изменений микобиоты рыб и воды показал, что между ними существует тесная связь. Это подтверждается сходным характером изменения встречаемости видов грибов на гольяне и в воде. Микобиота гольяна по своему составу, встречаемости и массовости отдельных родов не является точным отражением микобиоты воды. Не все грибы, которые присутствуют в воде, могут находиться на поверхности тела рыб, и, тем более, жить и использовать слизь и выделения рыбы в качестве субстрата. Грибы, которые доминируют на гольяне, составляют основу ее микобиоты, встречаются только в виде спор и попадают на поверхность с воды. В первую очередь к ним относятся



Видовая насыщенность родов микромицетов с гольяна и из воды.

ся грибы рода *Aspergillus*, *Penicillium* и *Trichoderma*.

Таким образом, из гольяна и воды за период исследования выделено около 250 изолятов грибов, из которых 155 приобрели статус штамма. Систематический анализ микромицетов находится на разной стадии определения. Сезонные исследования микобиоты гольяна из р. Човью показали, что контакт рыбы с грибами происходит постоянно, причем, доминируют грибы одних и тех же родов. Среди выделенных микромицетов встречаются виды, отмеченные в качестве патогенных и потенциально опасных для рыб. К ним относятся грибы родов *Rhodotorula*, *Saprolegnia*, *Phoma*, *Fusarium*.

ЛИТЕРАТУРА

- Билай В.И., Коваль Э.З. Аспергиллы. Киев: Наукова думка, 1988. 204 с.
- Воронин Л.В. Грибы, развивающиеся на лещах и судаках некоторых пресных водоемов // Микология и фитопатология, 1986. Т. 20. Вып. 5. С. 353-361.
- Воронин Л.В. Зооспоровые грибы в экосистемах пресных водоемов // Биология внутренних вод. Л., 2008. № 4. С. 33-38.
- Дудка И.А., Исаева Н.М., Нагорная С.С. Грибы и их роль в патогенезе рыб // Микология и фитопатология, 1991. Т. 25. Вып. 2. С. 166-176.
- Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель. Т. 2. Грибы несовершенные. Киев: Наукова думка, 1977. 229 с.

ПАЗИТОФАУНА ГОЛЬЯНА *RHOXINUS RHOXINUS* (L.) ИЗ РЕКИ БОЛЬШАЯ ВИЗИНГА (БАСЕЙН РЕКИ ВЫЧЕГДА)

М.В. Булгакова

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: mari_21.08@mail.ru

Река Большая Визинга – левый приток р. Сысола. В районе с. Визинга в ее русле преобладает песчаный грунт с наилком, развита высшая водная растительность. Одним из самых распространенных представителей рыбного населения этого района является гольян обыкновенный –

Phoxinus phoxinus (L.). Его паразитофауна была изучена здесь относительно недавно (Смирнова, 2008; Доровских и др., 2009).

Цель данной работы – дополнить видовой состав паразитов гольяна из р. Большая Визинга.

Материал и методы

Сбор материала произведен из русла р. Большая Визинга в районе с. Визинга. Исследовали 210 экз. голяна возраста 0+...3+, отловленно в июне-августе 2007-2009 гг. Рыбу вскрывали по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1985) с учетом поправок для работы с фиксированной в формалине рыбы (Пугачев, 1999). На наличие паразитов просматривали и осадок, образовавшийся в материальных банках, в которых держали голяна до вскрытия. Для характеристики инвазированности паразитами рыбы в работе использованы следующие количественные показатели: число зараженных рыб и индекс обилия – среднее число особей паразитов на одну исследованную рыбу. Для червей сем. *Gyrodactylidae* определен только индекс обилия, так как большая их часть была найдена в осадке, образовавшемся в материальной банке при фиксации рыбы, что делает невозможным подсчет других параметров зараженности. Для инфузорий р. *Trichodina* параметры зараженности не определены. Указывали только наличие (+) или отсутствие (-) этих паразитов у хозяев.

Результаты исследования и их обсуждение

У голяна из русла р. Большая Визинга обнаружено 16 видов паразитов (табл. 1, 2), относящихся к шести классам: *Peritricha* – 1, *Myxosporidia* – 2, *Monogenea* – 8, *Trematoda* – 3, *Nematoda* – 1, *Bivalvia* – 1. Основу паразитофауны составляют виды с простым циклом развития (10 видов). Сложный цикл развития имеют шесть видов. Выявлены девять представителей, которые специфичны для рыб р. *Phoxinus*: *Dactylogyrus borealis*, *Pellucidhaptor merus*, *Gyrodactylus aphyae*, *G. macronychus*, *G. pannonicus*,

G. limneus, *G. magnificus*, *G. laevis* и *Diplostomum phoxini*. Остальные семь видов приурочены к широкому кругу хозяев, но преимущественно к карповым рыбам.

Паразитофауна голяна из р. Большая Визинга характеризуется относительно невысоким видовым богатством, которое сопоставимо с разнообразием паразитов голяна из других водоемов Вычегодского бассейна. У голяна из бассейна верхнего течения р. Вычегды отмечено 20 видов паразитов, притоков р. Сысола – рек Вазью и Поинга – 20 видов, бассейна р. Вымь – 18 видов (Доровских и др., 2009).

В р. Большая Визинга у голяна очень бедно представлены миксоспоридии, встреченные в единичных экземплярах. Из инфузорий зарегистрированы в незначительном количестве активно подвижные формы, относящиеся к сем. *Trichodinidae*.

Фауна моногеней состоит из представителей родов *Dactylogyrus*, *Pellucidhaptor* и *Gyrodactylus*. Последние занимают ведущее положение. Среди гиродактилид наиболее многочисленным видом является *Gyrodactylus aphyae*. Наибольшая зараженность им голяна отмечена в июне, что подтверждает имеющиеся в литературе сведения о том, что увеличение инвазированности этими моногенейми рыбы идет при низкой температуре воды и удлинении светового дня (Шульман, 1977; Степанов, Доровских, 2008).

Трематоды представлены тремя видами, два из которых отмечены на стадии метацеркария (*Diplostomum phoxini*, *Rhipidocotyle campanula*). Церкарии этих паразитов активно нападают на голяна и используют его в качестве второго промежуточного хозяина. Первыми промежуточными хозяевами *Rhipidocotyle campanula* являются двустворчатые, а *Diplostomum phoxi-*

Таблица 1

Паразитофауна голяна из р. Большая Визинга, n = 15

Вид паразита	Даты отлова и возраст рыб						
	2008 г.					2009 г.	
	14.06 0+	14.06 1+...2+	21.06 0+...1+	21.06 2+	21.06 3+	25.06 0+...1+	25.06 2+...3+
<i>Trichodina</i> sp.	+	-	-	-	+	-	+
<i>Dactylogyrus borealis</i> Nybelin, 1936	-	-	-	-	3 (0.26)	-	-
<i>Pellucidhaptor merus</i> Zaika, 1961	-	1(0.06)	-	-	2 (0.13)	-	-
<i>Gyrodactylus aphyae</i> Malmberg, 1957	? (1.4)	? (1)	? (0.6)	? (2.2)	? (123)	? (0.6)	? (4.8)
<i>G. macronychus</i> Malmberg, 1957	? (0.2)	? (0.13)	1(0.06)	? (0.6)	? (3.66)	1 (0.06)	2(0.2)
<i>G. limneus</i> Malmberg, 1964	-	2 (0.13)	1(0.06)	1(0.06)	-	-	-
<i>G. pannonicus</i> Molnár, 1968	-	-	-	? (0.06)	? (0.2)	-	5(0.33)
<i>G. laevis</i> Malmberg, 1957	1(0.06)	-	-	-	? (0.06)	-	-
<i>G. magnificus</i> Malmberg, 1957	? (0.27)	1(0.06)	2(0.13)	-	? (4.27)	? (0.26)	? (1.13)
<i>Allocreadium isoporum</i> (Looss, 1894)	5 (0.6)	-	7(0.6)	-	2 (0.46)	4 (0.26)	3(0.2)
<i>Diplostomum phoxini</i> l. Faust, 1918	10 (2)	15 (24.13)	13(2.93)	15(11)	15 (55.67)	7 (0.93)	12(7.73)
<i>Rhipidocotyle campanula</i> L. (Dujardin, 1845)	-	1(0.06)	-	1(0.06)	-	-	-
<i>Raphidascaris acus</i> l. (Bloch, 1779)	1(0.06)	1(0.06)	-	2(0.13)	2 (0.2)	3 (0.2)	-

Примечание: здесь и в табл. 2: n – число исследованных рыб, «+» – наличие инфузорий рода *Trichodina*, «?» – паразиты собраны из осадка в материальной банке, в которых рыба хранилась до вскрытия; перед скобками – число зараженных рыб данным видом паразита; в скобках – индекс обилия.

Паразитофауна голяна из р. Большая Визинга (июль-август), n = 15

Вид паразита	Даты отлова и возраст рыб						
	5.07.2008 0+...1+	5.07.2008 2+	5.07.2008 3+	14.07.2007 2+...3+	25.07.2008 1+...2+	25.07.2008 3+	17.08.2007 1+...2+
<i>Myxobolus musculi</i> Keysselitz, 1908	–	–	1 (0.06)	–	–	–	–
<i>M. bramae</i> Reuss, 1906	–	–	–	–	–	–	1(0.13)
<i>Dactylogyrus borealis</i>	–	3 (0.2)	2 (0.26)	1(0.07)	–	–	–
<i>Gyrodactylus aphyae</i>	? (0.6)	? (2.86)	? (3.33)	4(0.4)	? (1.2)	? (0.6)	–
<i>G. macronychus</i>	–	? (0.13)	? (0.4)	2(0.2)	? (0.06)	–	1(0.07)
<i>G. limneus</i>	–	–	–	–	1 (0.06)	1 (0.06)	–
<i>G. pannonicus</i>	–	–	–	–	–	–	–
<i>G. magnificus</i>	–	? (0.06)	? (0.33)	–	? (0.06)	–	–
<i>Allocreadium isoporum</i>	2 (0.13)	3 (0.26)	2 (0.26)	1(0.07)	2 (0.13)	–	–
<i>Diplostomum phoxini</i> L.	15 (9.06)	15 (32.4)	15 (39.6)	15(67.93)	15 (30.6)	15 (27)	15(60.73)
<i>Rhipidocotyle campanula</i> L.	–	–	–	–	–	3 (0.2)	–
<i>Raphidascaris acus</i> L.	–	–	2 (0.13)	–	–	2 (0.13)	–
<i>Unionida gen. sp. L.</i>	–	4 (0.33)	3 (0.2)	1(0.13)	–	–	–

ni – брюхоногие моллюски. Окончательными хозяевами этих паразитов являются соответственно хищные рыбы и рыбаодные птицы.

Инвазированность голяна другими видами гельминтов связана непосредственно с его питанием бентосными организмами. Заражение рыб трематодой *Allocreadium isoporum* происходит при поедании их промежуточных хозяев – личинок насекомых. Инвазированность рыб личинками нематоды *Raphidascaris acus* тоже указывает на интенсивное питание голяна донными организмами, а также на наличие здесь щуки (окончательный хозяин этого гельминта).

Довольно обычны для голяна личинки пластинчатожабрных моллюсков *Unionidae gen. sp.*, паразитирующие на плавниках и жабрах рыб.

Таким образом, паразитофауна голяна из р. Большая Визинга в районе с. Визинга состоит из 16 видов паразитов, относящихся к шести систематическим группам. Ее состав отражает положение, занимаемое этим видом рыб в гидробиоценозах, свидетельствует о придонном образе жизни голяна, питании бентосными организмами, а также подчеркивает его связь с водными хищниками и рыбаодными птицами.

ЛИТЕРАТУРА

- Быховская-Павловская И.Е.* Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 122 с.
- Доровских Г.Н., Степанов В.Г., Шергина Н.Н.* Паразитофауна и микобиота голяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из водоемов северо-востока европейской части России. Сыктывкар: Изд-во Сыктывкарского ун-та, 2009. 114 с.
- Пугачев О.Н.* Паразиты пресноводных рыб Северной Азии (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб., 1999. 50 с.
- Смирнова М.В.* Паразитофауна голяна обыкновенного бассейна р. Вычегды // Человек и окружающая среда: Тез. докл. XVII Коми респуб. науч. конф. студентов и аспирантов. Сыктывкар, 2008. С. 1.
- Степанов В.Г., Доровских Г.Н.* Экология паразитов голяна *Phoxinus phoxinus* (L.) и хариуса *Thymallus thymallus* (L.) и их компонентные сообщества в бассейнах рек северо-востока европейской части России // Рыбоводство и рыбное хозяйство, 2008. № 7. С. 39-48.
- Шульман Б.С.* Сезонная динамика моногеней рода *Gyrodactylus* голяна, *Phoxinus phoxinus*, реки Печи (Кольский полуостров) // Исследования моногеней в СССР: Матер. докл. Всесоюз. симпоз. по моногеней. Л., 1977. С. 65-71.

ИСТОРИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ГРАНИЦ АРЕАЛА ЖЕМЧУЖНИЦЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ *MARGARITIFERA MARGARITIFERA* (L.) НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

И.В. Вихрев

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: vikhrevilja@gmail.com

Естественные местообитания жемчужницы в Европе охватывают западную часть континента, Скандинавию и северо-запад России. Восточная граница, исторически сложившегося ареала может быть обозначена условной линией огибающей с востока Ладожское и Онежское озера и идущей по водоразделу рек Солза и Северная

Двина в Архангельской области, сюда же необходимо включить Кольский п-ов (Беспалая и др., 2007). Таким образом, мы можем говорить о бассейнах рек Финского залива, Белого и Баренцева морей, Ладожского и Онежского озер как о местообитаниях жемчужницы на северо-западе России. Главным источником сведений

о былом существовании популяции жемчужницы европейской в том или ином водоеме являются данные о промысле жемчуга. Эти данные играют ведущую роль при характеристике ареала вида в XVI-XIX вв. Только с 20-х гг. XX в. мы можем оперировать данными научных исследований, посвященных пресноводной жемчужнице.

На основании литературных данных можно выделить более 150 больших и малых рек, для которых существуют упоминания о встречаемости там жемчужницы. Однако далеко не все из них можно достоверно картировать. Нами отмечено 98 местообитаний, которые удалось сопоставить с современными картами. Большая часть этих водоемов была известна ловцам жемчуга с XVIII в., а некоторые и раньше. В конце XVII в. один иностранный дипломат отмечал, что на Кольском п-ове находят довольно большие жемчужины (Журц, 1915). Сохранилась челобитная 1734 г. от крестьян и купцов Олонецкой губернии, в которой просители перечисляют реки, по их мнению, населенные жемчужницей. С полным доверием к данному документу относиться нельзя, но более поздние свидетельства подтверждают некоторые реки, указанные в челобитной. Так, указания на лов жемчуга в 1770-е гг. имеются для рек Шуя, Кемь, Умба, Варзуга, Повенчанка, Вытегра. На то время речные экосистемы в массе своей были не нарушены, поэтому можно говорить, что жемчужница обитала в границах своего естественного ареала, распределяясь по нему более-менее равномерно. Восточная граница ареала маркировалась реками Яреньга, Сюзьма, Казанка, Онега, Сомба, Вытегра.

Антропогенная нагрузка на местообитания жемчужницы возрастала поступательно. Изначально основной угрозой для существования жемчужницы была добыча жемчуга и связанная с этим методы вылова раковин. На эту проблему еще в 1787 г. обратил внимание известный русско-финский публицист С. Алопеус, писавший, что жемчуга в р. Кадес находится гораздо меньше из-за сплошного вылова раковин. На протяжении всего XIX в. эта проблема не раз поднималась в публикациях и нашла отражение в законодательных нормах (Попов, 1914). Наиболее интенсивно жемчуг вылавливался в середине XIX в., впоследствии это проявилось в резком сокращении объемов добычи жемчуга и в серьезном сокращении численности моллюска в некоторых реках. Этот эффект стал отмечаться в начале XX в. в реках Шоткус, Поной, Хайно-ручей, Малошуйка, Нименьга.

Кроме прямого воздействия на жемчужницу, серьезной угрозой ее существованию являются факторы, воздействующие на ее среду обитания. На гидрографической карте 1846 г. отмечены реки, по которым осуществлялся сплав

леса, среди них 12 известны как местообитания жемчужницы (СПФ АРАН¹ Ф.р. IX, оп. 16, д. 394). Если на протяжении XIX в. и в начале века XX жемчужница в них обитала, то уже к нашему времени в большинстве этих рек популяции отсутствуют или деградируют. Интенсификация молевого сплава имела место на рубеже веков, что связано с промышленным подъемом. С одной стороны, в результате появления многочисленных лесопильных заводов в Карелии местное население отвлекалось от промысла жемчуга, с другой – постоянной и нарастающей угрозой для популяций жемчужницы стал сплав леса. Систематический лесосплав приводил к засорению дна водоемов, что в итоге способствовало исчезновению довольно крупных колоний моллюска, как например, в реках Кемь, Умба, Малошуйка, Нименьга, Водла. В р. Олонок, также использовавшейся для сплава леса, отмечена крайне низкая средняя плотность особей моллюска – 1-3 экз./м².

Наряду с лесосплавом серьезной угрозой для жемчужницы стало гидростроительство. Изменение гидрологического режима рек приводило к сокращению популяций лосося и кумжи – рыб, участвующих в цикле размножения жемчужницы. Интенсификация хозяйственного использования таких рек сказывалась на качестве воды, к которому данный вид моллюска предъявляет повышенные требования. Подтверждено, что гидростроительство уничтожило популяцию жемчужницы в р. Повенчанка, которая стала частью Беломоро-балтийского канала (Махров, 2009). По-видимому, тоже можно сказать и о р. Выг. В южной части ареала, в реках Ленинградской области, неконтролируемый вылов форели и сведение лесов в прибрежной полосе поставили популяции моллюска на грань исчезновения (Островский и др., 2008).

Современные исследования показывают, что в настоящее время жемчужница сохранилась в притоках оз. Вадозеро, где имеются жизнеспособные популяции с устойчивой тенденцией к самовоспроизводству. В удовлетворительном состоянии находятся популяции в р. Гридина (плотность моллюсков – до 250 экз./м²) (Махров, 2009). В р. Варзуга обитает одна из самых многочисленных в Европе популяций численностью около 100 млн. особей. В р. Суна популяция жемчужницы в удовлетворительном состоянии, благодаря мерам по восстановлению численности лосося. В южной части ареала выделяется р. Пейпия с численностью популяции около 40 тыс. особей и средней плотностью 29.6 экз./м², что является хорошим показателем, но учитывая изолированное положение популяции и сильную антропогенную освоенность региона, сложно говорить о стабильности данного сообщества жемчужницы (Pорov et. al., 2010).

Основные районы, где популяции сохранились, расположены в Беломорской Карелии и на Кольском п-ове, а исчезнувшие и депрессив-

¹ Санкт-Петербургский филиал Архива РАН.

ные популяции относятся к южным районам ареала. На такое пространственное распределение повлияла степень антропогенного воздействия, которое более сильно выражено в южной Карелии и Ленинградской области.

Таким образом, можно сделать вывод, что ареал жемчужницы европейской подвергся серьезной трансформации. Особенно значительные изменения произошли в последние полтора века. Сокращения площади ареала начались с южных районов, и в настоящее время при сохранении тенденции исчезновения южных популяций граница ареала может пройти по северным берегам Ладожского и Онежского озер. Наибольшее количество жизнеспособных популяций сохранилось в Беломорской Карелии и на Кольском п-ове.

Сокращение ареала происходит под постоянно нарастающим антропогенным давлением как на сам вид, так и на его среду обитания. Если в XIX в. можно говорить только о хищническом промысле, то впоследствии ему на смену приходят молевой сплав леса, гидростроительство, сокращение численности рыб-хозяев глохий жемчужницы.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 10-04-00897, междисциплинарного проекта УрО РАН «Ландшафтно-зональные условия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере», ФЦП «На-

учные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МД-4164. 2011.5.

ЛИТЕРАТУРА

Беспалая Ю.В., Болотов И.Н., Махров А.А. Состояние популяции европейской жемчужницы *Margaritifera margaritifera* (L.) (Mollusca, Margaritiferidae) на северо-восточном краю ареала (р. Солза, бассейн Белого моря). Экология, 2007. № 3. С. 222-229.

Курц Б.Г. Сочинение Кильбургера о русской торговле в царствование Алексея Михайловича. Киев, 1915. 606 с.

Махров А.А., Иешко Е.П., Щуров И.Л., Широков В.А. Европейская жемчужница (*Margaritifera margaritifera* (L., 1758) / Состояние изученности и пути сохранения в реках Карелии: Труды Карельского НЦ РАН, 2009. № 1. С. 101-113.

Островский А.Н., Попов И.Ю. Пресноводная жемчужница в реках заказника «Гладышевский» (Ленинградская область) // Зоол. журн., 2008. Т. 87. № 5. С. 624-625.

Попов Н.А. Терский берег // Известия Архангельского общества изучения Русского Севера, 1914. № 1. СПФ АРАН Ф.р. IX, оп. 16, д. 394, л. 2.

Popov I.Yu., Ostrovskiy A.N., Kovalyov D.N. Survival of the european pearl mussel *Margaritifera margaritifera* under heavy anthropogenic pressure around the city of Saint-Petersburg, // Conservation of freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* populations in Northern Europe. Petrozavodsk, 2010. P. 76-83.

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ОПУХОЛЕЙ И ИХ ЛОКАЛИЗАЦИЯ У *RHOXINUS RHOXINUS* (L.) В РЕКЕ ШАЙТАНОВКА (БАСЕЙН ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПЕЧОРА)

Л.Е. Гаврилина, А.А. Ситар

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: sitaraa@yandex.ru

Все большее значение приобретает комплексная система наблюдения за состоянием среды, что позволяет оценивать и прогнозировать изменения в биосфере или в отдельных ее частях. Для такой оценки используют разные методы исследования (Ильницкий и др., 1994). В частности, показателем бластомогенного загрязнения гидросферы служит регистрация и анализ опухолей у водных животных. Для этой цели обычно используют рыб, что объясняется их высокой чувствительностью к канцерогенным агентам, практически полным отсутствием спонтанных опухолей, возможностью использовать одновременно большее количество животных, быстрым получением ответа (Боговский, Худoley, 1987). Помимо теоретической необходимости изучения опухолей, существует еще и практическое значение. У пораженных опухолями рыб нарушаются процессы жизнедеятельности, в том числе воспроизводства, что, возможно, влияет на численность их популяции. Множе-

ственные новообразования приводят к потере товарного вида рыб. Также существует вероятность влияния опухолей на потребителей таких рыб, в том числе и человека. Изучение опухолей у рыб на базе лаборатории Сыктывкарского госуниверситета началось в 2002 г. Объектом исследования, в виду многочисленности, простоты отлова и повышенной чувствительности к онкогенным факторам, выбран голяян. За прошедшие 10 лет исследования проводились в водоемах бассейнов рек Северная Двина и Печора (Доровских и др., 2007, 2009). Параллельно изучались возможные причины появления опухолей у рыб. С поверхности и из содержимого новообразований были выделены более 70 штаммов микромицетов, которые представлены девятью видами. При этом с/из каждой опухоли всегда выделяли только один вид гриба. Но сам факт выделения грибов в культуру еще не говорит о том, что именно они являются причиной развития опухолей (Доровских, Шерги-

на, 2009). Другой причиной возникновения новообразований у рыб могут служить тяжелые металлы, которые относятся к основным антропогенным загрязнителям водной среды. В верховьях Печоры отмечена высокая концентрация Cd, который даже в относительно низких концентрациях обладает высокой токсичностью в отношении живых организмов (Мазур, Доровских, 2011). Роль Cd в формировании опухолей требует дальнейших исследований.

Цель работы – определение частоты встречаемости и локализация опухолей у гольяна в р. Шайтановка (бассейн верхнего течения р. Печора).

Рыбу на наличие опухолей проверяли из бассейна р. Печора, протекающей по территории Печоро-Ильчского государственного природного заповедника. Гольян с опухолями был собран из р. Шайтановка (заливчик, стоянка лодок) в начале июля в 2010 г. Всего было изучено 83 экз. гольяна, пораженных новообразованиями, с длиной тела (AD) 15.0-40.8 мм.

У пораженных особей гольяна отмечали число опухолей, их локализацию. Опухоли измеряли и взвешивали. Всего проанализировано 336 новообразований. Их размеры варьируют от 0.29×0.08×0.01 до 4.19×2.96×2.72 мм. Материал просматривали под биноклем МБС-10 при увеличении 8×2, измерение опухолей проводили под биноклем МС-2 ZOOM с использованием видеонасадки DSM130 и программного обеспечения Scop Photo.

Опухоли обнаружены у гольяна на плавниках, голове, спинной и брюшной сторонах тела. Более 70% новообразований локализовано на плавниках. Чаще ими поражен хвостовой плавник, далее грудные, спинной и еще реже анальный и брюшные плавники. Около 12% опухо-

лей отмечено в области головы, где они локализованы на кожных покровах, поражают глаза, покровы носовых ямок, жабры, верхнюю и нижнюю губы. Около 17% опухолей разбросаны по телу рыбы. Экстенсивность поражениями опухолями гольяна составила 20.6±1.4%.

В большинстве случаев опухоли на плавниках имеют удлинненную, палочковидную, овальную форму. По форме новообразования на теле и голове варьируют от округлой, сферической, куполообразной до морщинистой, бесформенной, в виде нагромождений и вздутий поверхности тела. Цвет всех опухолей изменяется от светло-желтого до темно-коричневого и даже черного. Часто опухоли пигментированы неравномерно, поэтому в пределах одного такого образования может встречаться несколько цветовых сочетаний.

Высокая численность новообразований в выборке подтверждает предыдущие исследования, согласно которым наибольшее число опухолей зарегистрировано именно в районе бассейна р. Шайтановка. По данным за 2005 г., общее число опухолей, обнаруженных на одной рыбе, составляло от 1 до 12 экз. (Доровских, Шергина, 2009), в 2009 г. обнаружили от одной до 33 экз. меланом на одной особи гольяна (Ситар, 2010), в 2010 г. данный показатель составил 1-21 экз. новообразований на рыбу. Причины столь высокого канцерогенного поражения гольяна в бассейне р. Шайтановка пока непонятны.

Обобщая результаты исследований последних лет изучения новообразований у гольяна из бассейнов рек Северная Двина и Печора, можно сделать следующее заключение:

– опухоли могут встречаться у рыб всех возрастов, но чаще других ими поражен гольян в возрасте 0+...1+. Гольян (возраст 1+) с опухо-

Локализация опухолей на теле гольяна из бассейнов рек Северная Двина и Печора, 2002-2010 гг. (n = 198, число опухолей на одной особи – от 1 до 33)

Пораженная часть тела	Число отмеченных опухолей	Процент опухолей от числа отмеченных	Пораженный участок части тела	Число отмеченных опухолей	Процент опухолей от числа отмеченных на конкретной части тела	Процент опухолей от числа отмеченных
Голова	164	16.8±1.2	Передняя часть головы	48	29.3±3.6	4.9±0.7
			Задняя часть головы	6	3.7±1.5	0.6±0.3
			Глаза	25	15.2±2.8	2.6±0.5
			Жаберная крышка	14	8.5±2.2	1.4±0.4
			На голове	71	43.3±3.9	7.3±0.8
Поверхность тела	194	19.9±1.3	Кожа тела кроме головы	127	65.5±3.4	13.0±1.1
			Кожа хвостового стебля	63	32.5±3.4	6.5±0.8
			У ануса	4	2.1±1.0	0.4±0.2
Плавники	617	63.3±1.5	Грудные	149	24.1±1.7	15.3±1.2
			Брюшные	26	4.2±0.8	2.7±0.5
			Спинной	100	16.2±1.5	10.3±1.0
			Хвостовой	312	50.6±2.0	32.0±1.5
			Анальный	30	4.9±0.9	3.1±0.6
Всего	975	100	Итого	975	–	100

лями имеет более мелкие размеры и меньший вес тела по сравнению с одновозрастными экземплярами без опухолей. Последнее, видимо, связано с увеличением веса тела рыбы за счет разросшихся новообразований (Доровских и др., 2006). Особи возраста 1+ с опухолями имеют и меньший темп роста по сравнению со здоровыми экземплярами того же возраста (Доровских и др., 2006). В большем числе у рыб опухоли регистрируются в конце июня–первой декаде июля, в это же время среди них отмечены и наиболее крупные экземпляры (Доровских и др., 2007);

– в период с 2002 по 2010 г. было проанализировано 975 новообразований (см. таблицу) (Доровских и др., 2006, 2007; Доровских, Шергина, 2009; Ситар, 2009). Установлено, что процесс опухолеобразования наиболее интенсивно протекает в плавниках (63.3%). Чаще всего поражается хвостовой плавник (50.6%), затем грудные (24.1) и спинной (16.2), далее – поверхность тела (19.9%), где наибольшее число опухолей приходится на кожу тела, кроме головы (65.5%). В области головы (16.8%) максимальная пораженность отмечена на ее поверхности (43.3);

– по опубликованным данным опухоли над поверхностью тела могут выступать на 5-8 мм. Их размеры варьируют в пределах 0.2-9.2×0.2-6.9 мм. Наши данные говорят о более узком диапазоне изменений размеров новообразований, что может быть связано с различиями в сроках сбора материала и погодными условиями.

Выводы:

1. Экстенсивность поражения гольяна новообразованиями в низовьях р. Шайтановка составила 20.6±1.4%.

2. Основные параметры опухолей варьируют (длина, ширина, высота, мм): 0.29-4.19, 0.08-2.96, 0.01-2.72 соответственно.

3. Наиболее подвержены воздействию бластоогенных факторов плавники, в меньшей степени – поверхность тела и голова.

4. Чаще всего поражается новообразованиями гольян в возрасте 0+...1+. Пик встречаемости опухолей приходится на конец июня–первую декаду июля.

ЛИТЕРАТУРА

Боговский С.П., Худoley В.В. Опухоли рыб, их распространение, хозяйственное значение и перспективы изучения // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1987. С. 273-279.

Доровских Г.Н., Степанов В.Г., Седрицева В.А., Бознак Э.И. Встречаемость опухолей у *Phoxinus phoxinus* (L.) из верхнего течения реки Печора и их влияние на организм гольяна, его паразитофауну и компонентное сообщество его паразитов // Паразитология, 2006. Т. 40. Вып. 3. С. 225-243.

Доровских Г.Н., Турбылева В.А., Вострикова А.В., Шергина Н.Н. Встречаемость опухолей у гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из бассейнов рек Северной Двины и Печоры // Биология внутренних вод, 2007. № 4. С. 76-82.

Доровских Г.Н., Шергина Н.Н. Сезонная встречаемость, локализация, размеры и микобиота опухолей у гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из бассейнов рек Северной Двины и Печоры // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. СПб., 2009. Вып. 338. С. 64-70.

Ильницкий А.П., Королев А.А., Худoley В.В. Канцерогенные вещества в водной среде. М.: Наука, 1994. 222 с.

Мазур В.В., Доровских Г.Н. Металлы в экосистеме реки Большая Шайтановка // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Современные проблемы водной токсикологии, к 100-летию со дня рождения профессора Е.А. Веселова». Петрозаводск: Петрозаводский госуниверситет, 2011. С. 234-239.

Ситар А.А. Локализация и размеры опухолей у гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из р. Шайтановки // Человек и окружающая среда: Тез. докл. республ. конф. Сыктывкар, 2010. С. 9.

УСПЕШНОСТЬ РАЗМНОЖЕНИЯ СИЗОЙ ЧАЙКИ (*LARUS CANUS*) НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М.Ю. Гарюшкина

Институт систематики и экологии животных СО РАН

E-mail: legnina@ngs.ru

Сизая чайка – один из наиболее многочисленных видов чаек. В северной Азии самые крупные колонии сизой чайки располагаются на островах оз. Чаны, где проводятся многолетние популяционные исследования этого вида. В настоящем сообщении анализируется влияние внешних факторов на успешность размножения этого вида.

Исследование проводилось на о-ве Узкоредкий, расположенном у северного побережья оз. Чаны (Новосибирская область). Общая численность гнездящихся здесь чаек составляет от 3 тыс. до 5 тыс. пар (Зубакин, 1988).

Для данного анализа использованы материалы, собранные автором и сотрудниками тематической группы экологии птиц Института систематики и экологии животных СО РАН в 1997-1998, 2003, 2006-2008 гг. За весь период исследования описано около 5.5 тыс. полных кладок и окольцовано около 3 тыс. птенцов.

Во время ежедневных обходов колонии отмечалось состояние гнезд. Кладка считалась погибшей, если в ней не обнаружено целых яиц, а только скорлупки со следами желтка и/или пролитые на выстилку гнезда белок, желток, кровь, разбросанные части зародышей или другие сле-

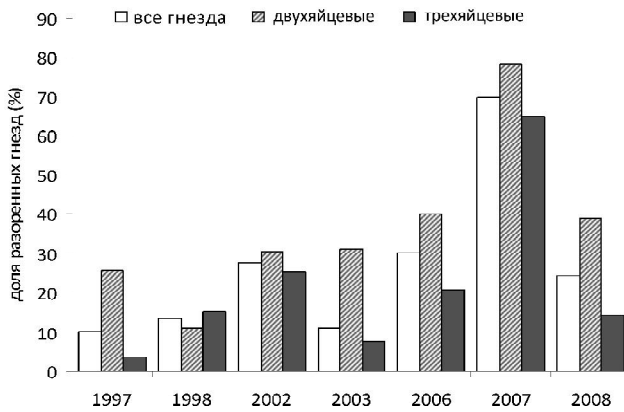


Рис. 1 Межкладковая изменчивость успешности насиживания гнезд по годам.

ды поедания яиц хищником, а также в случае бесследного исчезновения всех яиц. К частично разоренным кладкам относили гнезда, в которых было разорено одно или два яйца, а остальные яйца вылупились. Успешные кладки – это гнезда, в которых из всех отложенных яиц вылупились птенцы.

Сроки начала откладки яиц определяли прямыми наблюдениями по датам вылупления птенцов или по «водяной пробе» (Михельсон, 1963). Погодные данные взяты из архива, выложенного на сайте www.tutiempro.net для метеостанции «Чаны». Было рассмотрено влияние следующих факторов: ветер среднесуточный и порывы (средний за период и количество дней с ветром более 15 км/ч (для среднего) или 20 км/ч (для порывов)), количество выпавших осадков (мм) и количество дней с осадками за период, минимальная температура воздуха.

Основные результаты

Успешность вылупления птенцов в колонии изменяется от 33 в 2007 г. до 84% в 2003 г. В остальные годы она в среднем составляет 60-80%.

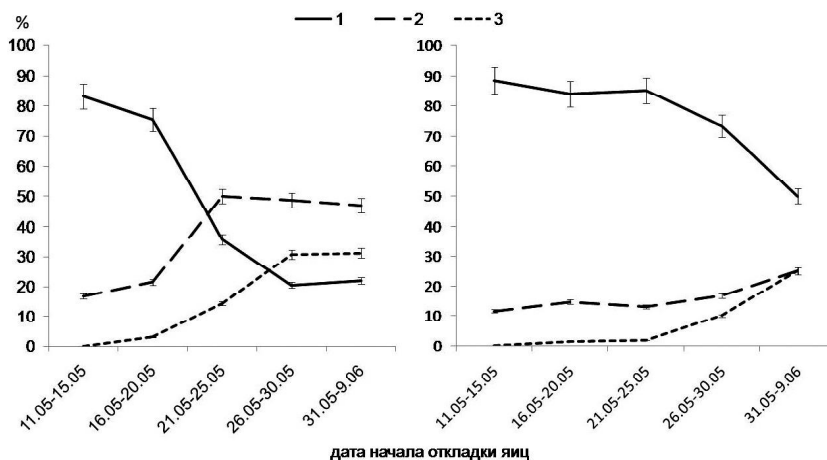


Рис. 2 Сезонная динамика успешности насиживания трех- (слева) и двухъяйцевых (справа) кладок в 1998г (1 – успешные, 2 – частично разоренные, 3 – полностью разоренные кладки).

Низкая успешность насиживания в 2007 г. связана с погодными условиями. В период размножения (1 мая–10 июня) в 2007 г. выпало более 54 мм осадков, в то время как в другие годы этот показатель не превышал 36 мм с единственным исключением в 2002 г. (выпало около 50 мм). За рассматриваемый период в 2007 г. было 20 дней с грозами, а в остальные годы этот показатель изменялся от 4 до 12. Кроме того, в этот год наблюдались наиболее сильные ветра из всех рассматриваемых лет.

Обнаружена достоверная корреляция между долей уничтоженных хищниками яиц в колонии и погодными условиями в течение 30 дней, начиная со дня откладки первого яйца колонии. Наибольшие значения корреляции отмечены для силы порывов ветра ($r_s = 0.89$, $P \leq 0.01$, $n = 7$), а также среднего ветра ($r_s = 0.95$, $P \leq 0.01$, $n = 7$), а также количества дней с порывами ветра более 20 км/ч ($r_s = 0.89$, $P \leq 0.01$, $n = 7$) и средней скоростью ветра ($r_s = 0.84$, $P \leq 0.05$, $n = 7$). Корреляции с другими погодными факторами обнаружено не было.

Несколько отличается картина при рассмотрении влияния погодных условий на разорение гнезд. Также прослеживается связь скорости среднего ветра ($r_s = 0.8$, $P \leq 0.05$, $n = 7$) и силы порывов ($r_s = 0.93$, $P \leq 0.01$, $n = 7$), в то же время приобретает важное значение количество выпавших осадков ($r_s = 0.79$, $P \leq 0.05$, $n = 7$) и температурный фон ($r_s = -0.82$, $P \leq 0.05$, $n = 7$).

Выявлены различия в выживании кладок разной величины. Величина кладки является показателем качества самки (Meathrel, 1987), так как у сизой чайки самые опытные и подготовленные особи откладывают большее количество яиц, которые имеют крупные размеры (Скрылева, 1977) и дают более жизнеспособных птенцов. Доля разоренных двухъяйцевых кладок изменяется от 11 до 78%, для трехъяйцевых кладок этот показатель ниже и изменяется в пределах 3.5-65% (рис. 1). Во все годы разорение двухъяйцевых кладок выше в среднем в два раза,

а в успешный 1997 г. даже в семь раз, т.е. чем ниже воздействие хищников на колонию, тем большую долю разоренных гнезд составляют двухъяйцевые кладки и, напротив, в годы с высоким разорением эти различия снижаются.

На протяжении всего сезона размножения успешность насиживания не остается постоянной. На примере 1998 г. отмечено уменьшение доли вылупившихся яиц к концу сезона до 50%, в то время как в начале они составляли 95% всех отложенных яиц, при этом отмечается снижение доли успешных кладок как двухъяйцевых, так и трехъяйцевых (рис. 2).

В первую пятидневку (11-15 мая) не отмечено ни одного полностью разоренного гнезда, а успешные кладки составляют более 80%. В дальнейшем наблюдается снижение доли успешных кладок на фоне резкого возрастания частично разоренных гнезд, которые в середине сезона (21-25 мая) уже составляют около 50%. К концу мая происходит дальнейшее снижение количества успешных гнезд до 20%. Доля полностью разоренных гнезд резко возрастает в течение всего периода насиживания и к его концу достигает 30%.

Таким образом, успешность насиживания у сизой чайки в среднем составляет 60-80%, но под влиянием погодных условий может снижаться до 33%. Основной фактор погоды, способствующий элиминации яиц пернатыми хищниками, – ветер. При сочетании сильного ветра, осадков и низкой температуры воздуха может происходить полное разорение гнезд.

Выживание трехяйцевых кладок значительно выше чем двухяйцевых. При более низком уровне разорения колонии большую долю разоренных гнезд составляют двухяйцевые кладки,

но при сильном разорении эти различия снижаются.

Успешность насиживания яиц в начале сезона выше, чем в конце. Независимо от размера кладки доля успешных гнезд к концу сезона размножения снижается.

Работа выполнена при поддержке проектов ИП.Р № 26.6 и ИП-К СО РАН № 109.

ЛИТЕРАТУРА

Зубакин В.А. Птицы СССР. Чайковые. М.: Наука, 1988. 415 с.

Михельсон Х.А., Леиньш Г.Т., Климпиньш В.А., Лиена В.К. Изучение динамики популяций некоторых уток в Латвии сплошным кольцеванием насиживающих самок и утят // Орнитология, 1963. Вып. 6. С. 280-292.

Скрылева Л.Ф. Методы морфофизиологических индикаторов для оценки популяции сизой чайки // Материалы 10-й Всесоюзной орнитологической конференции. Минск, 1991. Ч. 2. С. 213-214.

Meathrel C.E., Ryder J.P., Termaat B.M. Size and composition of Herring Gull eggs: relationship to position in the laying sequence and the body condition of females. Colonial Waterbirds, 1987. Vol. 10. № 1. P. 55-63.

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ *RANA TEMPORARIA* LINNAEUS ИЗ ВОДОЕМОВ С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

А.Ю. Герлинг

Сыктывкарский государственный университет

Специфика обитания земноводных и пресмыкающихся в урбанизированной среде определяется особенностями биологии этих животных. Это в первую очередь их тесная связь с определенными биотопами и высокая зависимость от конкретных условий, складывающихся в этих биотопах (Дабагян, Слепцова, 1975; Трубецкая, 2007). Важную роль играет не только наличие водоемов, но и их состояние: степень загрязненности теми или иными веществами, характер и состояние прибрежной растительности и т.д. В наземных местообитаниях играет роль наличие достаточного количества корма, подходящих убежищ, режим влажности и освещенности и многие другие факторы. Во-вторых, важной особенностью земноводных и пресмыкающихся является их низкая способность к расселению – практически нет примеров того, чтобы эти животные, единожды исчезнув с какой-то территории, вернулись бы туда при снижении антропогенного пресса и восстановлении подходящих для их обитания условий. В связи с этими особенностями земноводные оказываются одной из наиболее уязвимых в городской среде групп животных (Косинцева, 2006).

В силу своих биологических особенностей амфибии среди наземных позвоночных являются весьма удобным объектом для оценки состояния как наземных, так и водных экосистем в условиях антропогенной трансформации сооб-

ществ и загрязнения среды. Базой для разработки критериев оперативной зооиндикации состояния водоемов могут служить морфологические и популяционные характеристики. Одним из существенных критериев стал показатель эмбриональной и личиночной выживаемости (Трубецкая, 2007).

Обследования городских водоемов, в которых размножаются земноводные, показывают, что выживаемость икры и головастиков в них крайне низкая. Основные причины этого – в сильном загрязнении и трансформации водоемов, воздействии синантропных водных и околоводных хищников (Бугаева, 1983; Трубецкая, 1993, 1994).

Помимо собственно природоохранных аспектов, изучение состояния городских популяций земноводных позволяет делать выводы о состоянии природной обстановки в целом, т.е. использовать эти виды в качестве биоиндикаторов. Например, в нарушенных водоемах можно выявить изменения в особенностях развития яиц, личинок и молоди земноводных.

Для оценки величины антропогенной нагрузки на водоемы были выбраны участки, приуроченные к определенному виду антропогенного воздействия.

1. Водоем, находящийся в 30 км от города на давней вырубке хвойного леса, – контроль. Этот участок находится на значительном рас-

стоянии от автодороги, и в этом районе нет влияния производств.

2. Участок, находящийся в промышленной зоне Эжвы – пригорода Сыктывкара. Водоем вблизи лесоперерабатывающего комплекса (ЛПК). Этот участок наиболее сильно подвержен отрицательному влиянию. ЛПК, от которого водоем, выбранный для исследования, находится в 200 м, является одним из самых мощных стационарных источников загрязнения. Водоем также находится на расстоянии 15 и 50 м от железнодорожных путей и автомобильной дороги соответственно. Прибрежная растительность состоит из видов рода осок и густых зарослей ивняка.

3. Водоем находится в 50 м от фабрики нетканых материалов, расположенный вдоль асфальтированной дороги. Участок затенен хвойными породами деревьев.

4. Участок вблизи лесопромышленной компании «Сыктывкарский ЛДК» – озеро, вплотную граничащее со свалкой древесных отходов. Этот участок был выбран для исследования в 2010 г.

Отбор кладок в 2009 г. с участков № 2 и 3 производили 23 мая, с участка № 1 – 24 мая. В 2010 г. из-за раннего прихода весны кладки отбирали 9-10 мая. Каждая из кладок была помещена в отдельные пластиковые емкости объемом 20 л с отстаившейся в течение пяти суток водой. После массового выклева личинок производился подсчет неразвившихся яиц и свободно плавающих личинок. От каждой кладки было оставлено по 100 личинок в этих же емкостях. Каждую неделю велся подсчет умерших особей, а также взвешивание. В первые две недели личинки не взвешивались ввиду того что, это могло привести к их повреждению. Питанием для личинок служили вареные листья одуванчика. Температура воды в емкостях за весь период исследования была на уровне 20 °С.

Массовый выклев личинок в 2009 г. из кладок с исследуемых участков отмечен 30 мая, в 2010 г. – 19 мая. Подсчет свободно плавающих личинок и неразвившихся яиц производили 5 июня 2009 г. и 25 мая в 2010 г. Отмечается существенное различие в отношении количества выклюнувшихся личинок к числу неразвившихся

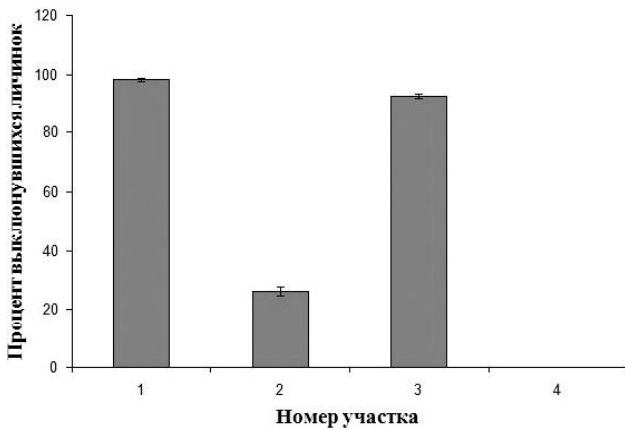


Рис. 1. Процент выклюнувшихся личинок *Rana temporaria* на разных участках в 2009 г. Здесь и далее номера участков соответствуют описанным в методике.

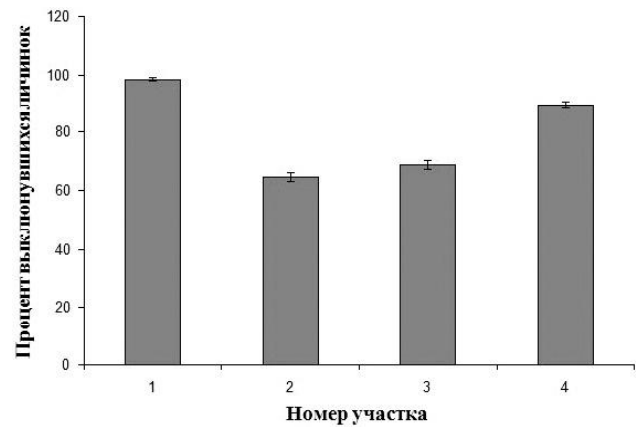


Рис. 2. Процент выклюнувшихся личинок *Rana temporaria* на разных участках в 2010 г.

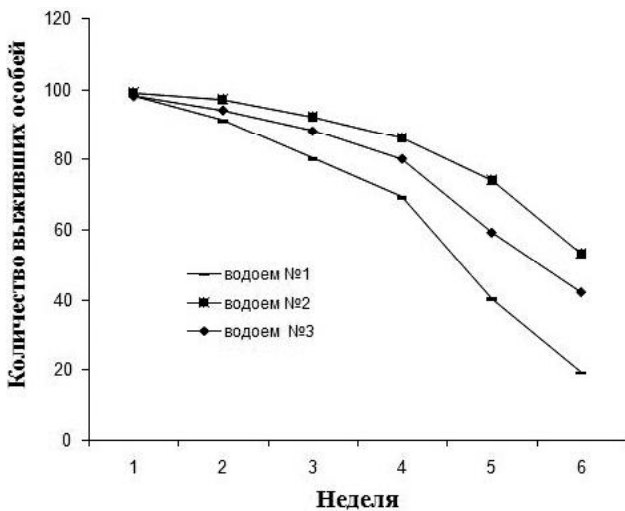


Рис. 3. Выживаемость личинок *Rana temporaria* из разных участков в 2009 г.

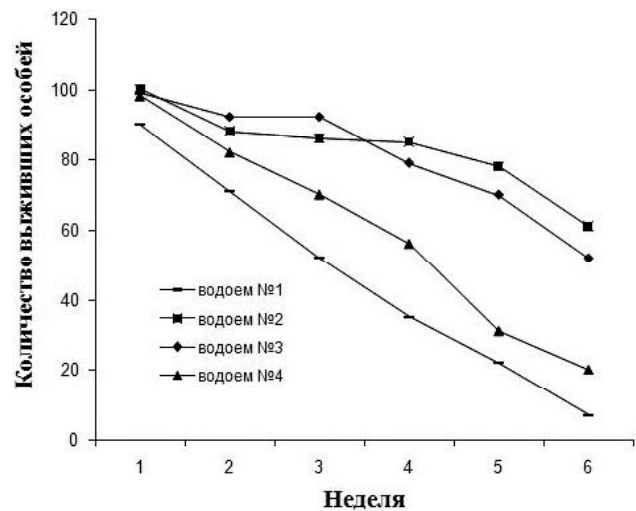


Рис. 4. Выживаемость личинок *Rana temporaria* из разных участков в 2010 г.

ся яиц (рис. 1, 2). Заметно и большее количество икринок в кладках у особей с урбанизированных территорий (табл. 1), но это может быть связано с возрастной структурой популяций (Трубецкая, 2007). Антропогенная нагрузка негативно влияет на стадии развития зародыша, что подтверждают и другие авторы (Косинцева, 2006; Трубецкая, 2007).

Особи из районов с антропогенной нагрузкой отличаются лучшей выживаемостью, в отличие от особей из контроля (рис. 3, 4). Подобная толерантность у личинок лягушек отмечена и в

Таблица 1
Характеристика кладок травяной лягушки на исследованных участках

Участки	Количество					
	яиц в кладке		выклюнувшихся личинок		неразвившихся яиц	
	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
№ 1	767	668	753	658	14	10
№ 2	916	1141	241	736	675	405
№ 3	1039	929	963	638	76	291
№ 4	–	811	–	728	–	83

Таблица 2

Рост личинок травяной лягушки на исследованных участках

Неделя	Средний вес особей, г						
	Участок № 1		Участок № 2		Участок № 3		Участок № 4, 2010 г.
	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	
3	0.29±0.025	0.24±0.019	0.21±0.017	0.20±0.012	0.27±0.024	0.24±0.013	0.25±0.022
4	0.39±0.034	0.38±0.028	0.28±0.025	0.25±0.018	0.33±0.019	0.29±0.027	0.32±0.03
5	0.48±0.041	0.55±0.036	0.34±0.022	0.29±0.023	0.39±0.032	0.35±0.021	0.41±0.014
6	0.60±0.027	0.61±0.038	0.41±0.031	0.37±0.032	0.47±0.028	0.39±0.032	0.57±0.042

опытах Е.А. Трубецкой (2007) с *Rana arvalis*. Особи из водоемов с антропогенной нагрузкой отставали в росте от особей из контрольного участка (табл. 2). Но такая тенденция может быть связана с плотностью личинок в емкостях, так как смертность особей из контрольного участка была выше, давая возможность для быстрого развития выживших.

Таким образом, в условиях антропогенно-нарушенных территорий наблюдается снижение процента выклюнувшихся личинок, однако их выживаемость выше, чем у особей из контрольного участка. Личинки травяной лягушки из водоемов вблизи промышленных зон оказываются более конкурентоспособными в условиях высокой плотности особей, однако по скорости роста они уступают личинкам из контрольного участка. Экологические особенности роста и развития животных формируют популяционную специфику, проявляющуюся в ряде особенностей, к которым относятся такие показатели, как выживаемость и доля вылупившихся личинок. По этим данным можно судить и о степени урбанизации территории.

ЛИТЕРАТУРА

- Бугаева Е.А. Влияние антропогенных факторов на рост, развитие и выживаемость личинок остромордой лягушки (*Rana arvalis* Nilss): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1983. 24 с.
- Вершинин В.Л. Экологические особенности популяций амфибий урбанизированных территорий: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Екатеринбург, 1997. 47 с.
- Дабаян Н.В., Слепцова Л.А. Травяная лягушка *R. temporaria* L. // Объекты биологии развития. М.: Наука, 1975. С. 442-462.
- Косинцева А.Ю. Возрастная структура и репродуктивные особенности городских популяций земноводных (на примере г. Тюмени) // Современные наукоемкие технологии, 2006. № 4. С. 20-22.
- Трубецкая Е.А. Особенности эмбриональной и личиночной устойчивости городской популяции *Rana arvalis* к действию детергентов // Биология и экология. Вестн. Днепропетровского ун-та, 1993. Вып. 1. С. 12-13.
- Трубецкая Е.А. Экспериментальное исследование эмбриональной и личиночной выживаемости двух видов бурых лягушек в среде загрязненной детергентами // Экология, 1994. № 3. С. 87-93.
- Трубецкая Е.А. Опыт определения эмбриональной и личиночной выживаемости разных популяционных группировок *Rana arvalis* Nilss в естественных условиях // Изв. Челябинского НЦ, 2007. Вып. 3. № 37. С. 60-65.

МИГРАЦИЯ ГУСЕОБРАЗНЫХ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫСОЛА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Е.В. Данилова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: hvdan@rambler.ru

Бассейн р. Сысола является одним из мест пролета гусеобразных, сложившихся исторически. В.Д. Андреев и В.Л. Бианки (1910) отмечали, что данная местность покрыта почти сплош-

ными лесами, непрерывность коих нарушается только узкими полосками заливных лугов вдоль рек и небольшими участками полей у селений. За прошедший период времени район с. Выль-

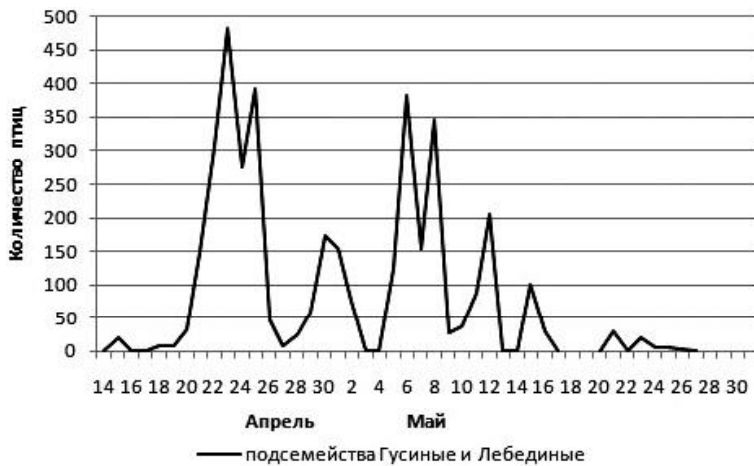


Рис. 1. Весенний пролет гусей и лебедей в низовьях р. Сысола в 2010 г.

горт изменился и в настоящее время характеризуется заливными лугами, сенокосными полями, карьерами, заполненными водой, озерами и старицами.

Исследования осуществлены 5 апреля–31 мая 2010 г. по методике Э.В. Кумари (1955). Визуальные наблюдения проводили в утренние и вечерние часы на пойменных лугах, на карьерах, заполненных водой, и на берегу р. Сысола.

Установлено, что доминировали на пролете гуменник (38.89%), белолобый гусь (35.46), субдоминантами были хохлатая чернеть (7.65%), свиязь (5.51), шилохвость (3.83) и кряква (3.43). Количество остальных видов незначительно.

Первые разведочные стаи гуменника и лебедя-кликун появились в начале апреля, когда на полях еще лежал снег. В конце апреля начался их интенсивный пролет. Перелет гуменника происходил с 15 апреля по 7 мая (рис. 1). Гуси останавливались на ночлежку на сенокосных лугах с хорошо просматриваемой местностью. Иногда вновь прибывшая стая присоединялась к уже отдыхающей.

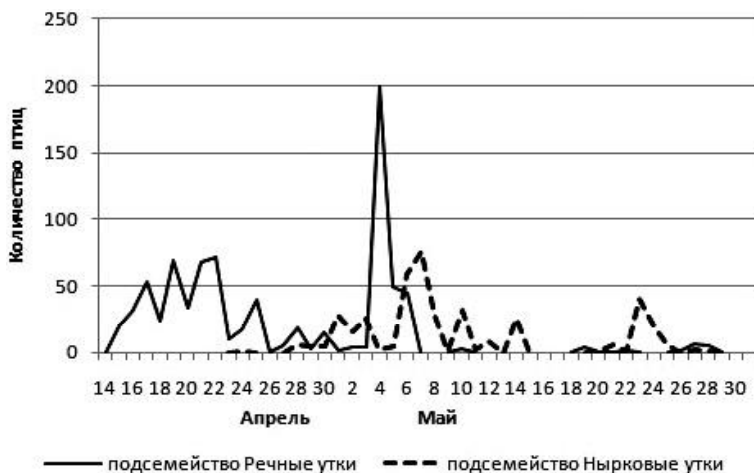


Рис. 2. Весенний пролет речных и нырковых уток в низовьях р. Сысола в 2010 г.

Первые белолобые гуси появлялись 22 апреля в стаях гуменников. Массовый пролет приходился на май с 5 по 8, 12 и 15 мая. Численность на пролете варьировала от двух до 400 особей. Окончание пролета отмечено 24 мая.

Массовый пролет кликуна проходил 28–29 апреля. Последние особи зарегистрированы 26 мая. На исследуемой территории кликуны наблюдались либо на карьерах, либо на пролете.

С появлением небольших проталин и заводей прилетают речные утки: кряква, чирок-свистунок, шилохвость, свиязь. Одним из самых ранних мигрантов является кряква. Наибольший подъем численности этого вида пришелся на вторую половину апреля (19, 21 и 23 числа), окончание пролета – 30 мая (рис. 2).

Численность чирка-свистунка и чирка-трескунка на пролете была небольшая.

Свиязь мигрировала с 17 апреля по 24 мая. Максимальное количество особей (88) отмечено 6 мая. Пролет шилохвosti проходил с 19 апреля по 8 мая, с пиком численности (61 особь) – 6 мая. Широконоску регистрировали с 24 апреля по 24 мая. Наибольшее количество уток (43 особи) отмечено 6 мая.

Местами остановок мигрантам служили карьеры, прирусловые озера, заливные луга, где во время кормления и отдыха птицы образовывали смешанные стаи. Чаще всего смешанные скопления состояли из свиязи и шилохвosti, а также кряквы, широконоски и чирка-свистунка.

В ходе пролета нырковые утки мигрировали несколькими волнами (рис. 2). Хохлатая чернеть летела с 28 апреля. Она была отмечена на заливных лугах, карьерах. Пики численности (40–70 особей) хохлатой чернети регистрировали 6–7 и 23 мая. Относительно немного красноголового нырка (до восьми особей) летело 7 и 23 мая. Гоголя регистрировали отдельными особями, парами и небольшими группами (до трех-четырёх птиц) в течение наблюдений с 24 апреля по 23 мая.

Впервые за все время наблюдения одиночный самец лутка отмечен 23 мая в стае гоголей на карьере, заполненном водой.

Весенний пролет 2010 г. проходил тремя волнами. В первую (17–26 апреля) мигрировали кряква, свиязь, шилохвость, гуменник и лебедь-кликун. Вторая волна (30 апреля–15 мая) представлена широконосой, хохлатой чернетью и белолобым гусем. В заключительный период миграции (21–24 мая) летели хохлатая чернеть и белолобый гусь.

Итак, весна 2010 г. была ранней и аномально теплой, поэтому численность мигрантов по сравнению с 2008-2009 гг. была меньше и проходила в сжатые сроки. Некоторые виды птиц, наблюдаемые в предыдущие годы (пискулька, морская чернеть, большой и длинноносый крохали), данной весной не отмечались.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев В.Д., Бианки В.Л. К авифауне Усть-Сысольского уезда Вологодской губернии // Ежегодник зоологического музея АН. СПб., 1910. Т. 15. Вып. 2. С. 247-253.

Кумари Э.В. Инструкция по изучению миграции птиц. Тарту, 1955. 28 с.

ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРА ЗОЛОТИЦКОЕ В РАЙОНЕ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ им. М.В. ЛОМОНОСОВА

З.В. Евтушенко

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: Evtushenko29@yandex.ru

Изучение разнообразия зоопланктонных сообществ актуально для понимания особенностей функционирования водных экосистем в различных природно-территориальных комплексах. Высокое видовое богатство зоопланктона вносит существенный вклад в биоразнообразие водных сообществ на региональном и глобальном уровнях. Широко известны индикаторные возможности зоопланктона, который оперативно реагирует на изменения окружающей среды, что применяется в мониторинге при оценке состояния водных экосистем (Андроникова, 1996, 2007; Крючкова, 1989; Лобуничева, 2009).

Очевидно, что при биологических наблюдениях любого характера всегда нужно знать, какие виды и в каком количестве входят в состав данного природного сообщества. Правильное определение организмов необходимо при детальных исследованиях, выполняемых для более полного анализа современного состояния водных экосистем. Полученные материалы могут служить той основой, по которой позднее можно будет обнаружить долговременные изменения под влиянием природных или антропогенных факторов. Это составляет одну из главных задач организуемой в настоящее время службы мониторинга за состоянием биосферы (Определитель..., 1977).

На территории европейского Севера в настоящее время довольно полно описан зоопланктон озер Карелии, озер бассейна Онежского озера в работах Т.П. Куликовой, озер Пинежского заповедника – в работах Н.Г. Баянова и др. Полноценных исследований зоопланктона озер Беломорско-Кулойского плато не проводилось. Имеются данные о видовом составе зоопланктона таких озер, как Черное, Волчье, Северное и Южное Басурманы, Мертвое, Ернзеро, Золотицкое, исследование которых провели сотрудники Северного филиала ФГУП ПИПРО, также озер Светлое и Мудюгское, которые изучали сотрудники ИЭПС УрО РАН (с 2010 г.). На этом исследовании видового состава зоопланктона ограничиваются.

Беломорско-Кулойское плато расположено к северо-востоку от Архангельска с выходом на

побережье Белого моря, его площадь составляет 1000-1200 тыс. га. Это массив коренных северо-таежных лесов, которые принимают на себя основные нагрузки воздушных масс, поступающих из Арктики, и определяют климат Архангельской области и Европы в целом. Эти леса требуют защиты. Район Беломорско-Кулойского плато уникален по природным условиям. Это один из последних в Европе хорошо сохранившийся в естественном состоянии природный комплекс (<http://www.arkheco.ru>).

Этот район представляет собой Архангельскую алмазонасную провинцию и относится к первоочередным объектам контроля окружающей среды (тест-полигонам) на территории Архангельской области (Юдахин, 1996; Болотов, Семушин, 2003; Гофаров, 2006; Шварцман, Болотов, 2008).

С 2002 г. начались работы, связанные с предстоящей разработкой месторождения им. М.В. Ломоносова. В 2007 г. введен в эксплуатацию горно-обогатительный комбинат. Планируется разработка месторождения им. В.П. Гриба. Таким образом, антропогенная нагрузка на эту территорию неуклонно возрастает – от поисковых геологоразведочных работ до добычи алмазов открытым способом.

В связи с этим и была выбрана тема данной публикации, в которой обсуждаются качественный состав и количественные показатели зоопланктона оз. Золотицкое.

Озеро Золотицкое принадлежит бассейну р. Зимняя Золотица. Водоем проточный, в юго-западной его части впадает река без названия. В противоположной части озера находится исток р. Зимняя Золотица. Форма озера вытянутая, длина 2.84 км, наибольшая ширина 0.67 км. Общая площадь водосбора составляет 126 км². Площадь зеркала водной поверхности порядка 1.2 км². Озеро мелкое, максимальные глубины не превышают 2 м. Котловина выстлана грубо-детритными илами. Озеро лежит в плоских равнинных берегах, окружено болотистыми моховинами и местами зарослями осоки. В промышленном отношении водоем принадлежит группе окунево-плотвичных озер (Жаков, 1984) и не имеет большой рыбохозяйственной ценности.

Характеристика летнего зоопланктона оз. Золотицкое (июль 2007 г.)

Параметры		Copepoda	Cladocera	Rotatoria	Итого
Численность	экз./м ³	3089	5666	1689	10444
	%	29.3	54.2	16.5	100
Биомасса	г/м ³	0.04	0.11	0.01	0.16
	%	22.9	67.8	9.3	100
Количество видов		8	18	6	32

Материалом для написания работы стали полевые сборы, проведенные в июле 2007 г. Отбор гидробиологических проб зоопланктона осуществляли на семи станциях с помощью сети Джеди. Попавшие в сетку организмы собираются в съемном стакане, который прикреплен к ее узкой нижней конусной части. Пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина. В лабораторных условиях обработка проб проводилась согласно стандартным методикам (Методические рекомендации..., 1989). Организмы идентифицировали с помощью определителей (Определители..., 1964; Определитель..., 1977). Математическая обработка проведена с использованием программного обеспечения АСОГД (Хазов, 2000).

В результате сборов зоопланктон был представлен 32 видами и формами, среди которых веслоногих ракообразных Copepoda – 8; ветвистоусых ракообразных Cladocera – 18; коловраток Rotatoria – 6 (см. таблицу).

При относительно высокой численности – более 10 тыс. экз./м³ – больших биомасс планктонное сообщество не формирует – средняя биомасса составляет 0.16 г/м³. Наиболее широко представлены ветвистоусые рачки (Cladocera), которые доминируют по численности (54.2%) и биомассе (67.8%).

В видовом отношении наиболее многочисленными представителями планктонного сообщества являлись: из веслоногих рачков науплеальные формы и молодь Calanoida и Cyclopoida, из взрослых организмов можно отметить *Mesocyclops leuckarti*; из ветвистоусых рачков – *Bosmina longirostris*, *B. obtusirostris* и *B. kessleri*; из ко-

ловраток – *Asplanchna priodonta*, *Conochilus sp.* и *Kellicottia longispina*. В формировании биомассы ведущую роль играет молодь Cyclopoida, *B. obtusirostris*, *B. kessleri* и *Asplanchna priodonta*.

Таким образом, в ходе исследования был собран гидробиологический материал в объеме семи зоопланктонных проб из оз. Золотицкое. Выявлено биологическое разнообразие планктонных сообществ. Видовой состав зоопланктона представлен 32 видами и формами. Среди них доминировали ветвистоусые ракообразные Cladocera, составлявшие более половины (54.2%) всех организмов и представленные 18 таксонами. В меньшем и примерно равном количестве в пробах были представлены веслоногие ракообразные Copepoda (8 таксонов, или 29.3%) и коловратки Rotatoria (6 таксонов, или 16.5%).

По результатам проведенного исследования оз. Золотицкое характеризуется как низкокормный водоем для рыб планктофагов. Численность планктонов поддерживается за счет молодежи веслоногих рачков и мелких кладоцер, не формирующих значительной биомассы планктона.

ЛИТЕРАТУРА

Жаков Л.А. Формирование и структура рыбного населения озер северо-запада СССР. М.: Наука, 1984. 144 с.

Лобуничева Е.В. Зоопланктон малых водоемов разных ландшафтов Вологодской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2009. 19 с.

Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1989. 43 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 510 с.

Шварцман Ю.Г., Болотов И.Н. Пространственно-временная неоднородность таежного биома в области плейстоценовых материковых оледенений. Екатеринбург, 2008. 302 с.

<http://www.arkheco.ru>.

ЭНТОМОФАУНА БОЛОТНОГО ЗАКАЗНИКА «СИМВИНСКИЙ»

А.Н. Зиновьева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: zinovjeva@ib.komisc.ru

Для сохранения природных комплексов в Республике Коми создана система особо охраняемых природных территорий (ООПТ), которая является необходимой и наиболее приемлемой формой охраны. Болота – сложный и своеобразный природный объект, занимающий определенное место в системе мероприятий по охране природы. Значение болотных экосистем велико, они сохраняют и поддерживают биологическое разнообразие региона. Это места обита-

ния редких видов сосудистых растений и мохообразных, беспозвоночных животных и птиц (Алексеева, 2009).

Цель работы – инвентаризация энтомофауны болотного заказника «Симвинский». Указанный ранее заказник представлен Большим болотом и 300-метровой буферной зоной. Болото Большое (953 га) располагается в Княжпогостском р-не Республики Коми на водоразделе рек Симва и Черная, в 2.5 км на северо-запад от

Таблица 1

Таксономический состав насекомых болотного заказника «Симвинский»

Название отряда	Количество		
	семейств	родов	видов
Plecoptera	1	1	1
Odonata	4	4	8
Heteroptera	7	7 (2)	9 (2)
Coleoptera	8	8	8 (4)
Neuroptera	2	1 (1)	(2)
Hymenoptera	1	2	(2)
Diptera	1	1	4
Итого: 7	24	24 (3)	30 (10)

Примечание: в скобках указано число не определенных до вида насекомых.

пос. Синдор (Кадастр..., 1993). По природной зональности район относится к подзоне средней тайги (Юдин, 1954). Исследования проводились в начале июля 2010 г. в юго-западной (62°52'40" с.ш.; 51°48'29" в.д.) и юго-восточной частях заказника (52°52'52.1" с.ш.; 51°49'34.4" в.д.), при этом подробно рассматривались окрайка и центральная часть болота. Материал собирали при помощи энтомологического сачка, водных представителей отлавливали водным сачком, также использовали визуальный учет и ручной метод сбора насекомых. Обилие видов оценивалось по пятибалльной логарифмической шкале (Песенко, 1982). Видовая принадлежность Carabidae и Odonata определена сотрудниками отдела экологии животных Института биологии Коми НЦ УрО РАН А.А. Колесниковой и А.Г. Татариновым, за что автор выражает им благодарность.

В результате проведенных исследований выявлено 30 видов насекомых из 24 семейств и семи отрядов. В таксономическом отношении наиболее полно представлены полужесткокрылые (9 видов), жесткокрылые и стрекозы объединяют по восемь видов. Веснянки, сетчатокрылые, перепончатокрылые и двукрылые включают 1-4 вида соответственно (табл. 1). Среди общего числа насекомых три вида – водные, три – надводные, 15 видов – наземные обитатели, отмечены также амфибиотические насекомые – веснянки и стрекозы (9 видов), личинки которых обитают в пресных водах, имаго в воздушной среде. Невысокое разнообразие видов в заказнике обусловлено непродолжительным периодом сбора материала.

Веснянки (Plecoptera) – неотъемлемый компонент водных биоценозов, являясь составной частью трофических цепей, они играют важную роль в экосистемах. Большую часть жизни представители отряда проводят в стадии личинки, населяя разнообразные водоемы. По данным О.А. Лоскутовой (2006), обнаруженный на болоте *Nemurella pictetii* – пресноводный убикист, обитающий как в текучих, так и стоячих водоемах, обилен в местообитаниях, питаемых родниками.

Одонатофауна заказника представлена стрелками, коромыслами, бабками и настоящими стрекозами. В таксономическом отношении преобладают коромысла (3 вида), бабки и настоящие стрекозы включают по два вида, стрелки состоят из одного вида. Коромысло лазурное (*Aeschna coerulea*), коромысло голубое (*Aeschna juncea*), бабка металлическая (*Somatochlora metallica*), стрекоза желтоватая (*Sympetrum flaveolum*), стрекоза черная (*Sympetrum danae*) обычны для равнинной и горной части европейского северо-востока России, распространение стрелки вооруженной (*Coenagrion armatum*) в регионе ограничивается лесотундрой и Приполярным Уралом. В фаунистическом отношении интересны находки в заказнике двух видов. Впервые в подзоне средней тайги Республики Коми отме-

чены коромысло субарктическое (*Aeschna subarctica*) и бабка Сальберга (*Somatochlora sahlbergi*). По данным А.Г. Татаринова и О.И. Кулаковой (2009), виды встречаются в северной и крайне-северной тайге, лесотундре, южной тундре Русской равнины, а также на Урале. Южная граница распространения в регионе *Aeschna subarctica* проходит по линии с. Усть-Цильма–г. Печора. По мнению авторов, на севере это один из самых обычных представителей семейства, в таежной зоне встречается локально и в небольшой численности. Южной точкой обнаружения *Somatochlora sahlbergi* являются окрестности г. Ухта, в тайге этот вид встречается спорадично и в низкой численности. Массовый вид в заказнике – *Sympetrum danae*, многочисленные – *Coenagrion armatum*, *Aeschna juncea*, обычные – *Aeschna coerulea*, *Somatochlora metallica* и *Sympetrum flaveolum*, малочисленными и редкими являются *Aeschna subarctica* и *Somatochlora sahlbergi* соответственно, что связано с их распространением. На болоте личинки стрекоз развиваются в больших водоемах, мелких озерах и лужах со стоячей водой или слабопроточной водой, илистым дном и богатой растительностью. Среди общего числа видов личинки *Aeschna coerulea* требовательны к чистоте воды (Татаринов, Кулакова, 2009).

Полужесткокрылые заказника включают водных и наземных представителей (табл. 2). Гребляки – распространенное семейство водных клопов, населяющее мелкие хорошо прогреваемые лужи, сфагновые озера, обводненные мочажинные болота. Распространение видов в регионе неоднозначно: ареал *Sigara distincta* ограничен таежной зоной региона, *Sigara semistriata* – лесотундрой, *Callicorixa praeusta* – южной тундрой. Водомерки объединяют обычные для региональной фауны виды, личинки гладышей (определение видовой принадлежности производится по имаго) многочисленны в протоке. Клопы-кружевницы представлены массовым видом *Agramma femorale*, который встречается на ситниковых и осоковых (Кержнер, Ячевский, 1964).

Видовой состав, баллы обилия и биотопическое распределение насекомых болотного заказника «Симвинский»

Семейство	Вид	Местообитание					
		Юго-западная часть заказника		Юго-восточная часть заказника			
		I	II	III	IV	V	
Отряд Плескоптера – веснянки							
Nemouridae	<i>Nemurella pictetii</i> Klap.	–	3	–	–	–	
Отряд Odonata – стрекозы							
Coenagrionidae	<i>Coenagrion armatum</i> (Charp.)	–	–	–	–	4	
Aeschnidae	<i>Aeschna coerulea</i> (Strom.)	–	–	–	–	3	
	<i>Aeschna juncea</i> (L.)	–	–	–	–	4	
	<i>Aeschna subarctica</i> Walk.	–	–	–	–	2	
Corduliidae	<i>Somatochlora metallica</i> (Lind.)	–	3	–	–	–	
	<i>Somatochlora sahlbergi</i> Tryb.	–	1	–	–	–	
Libellulidae	<i>Sympetrum flaveolum</i> (L.)	–	–	–	–	3	
	<i>Sympetrum danae</i> (Sulz)	–	–	–	–	5	
Отряд Heteroptera – полужесткокрылые							
Corixidae	<i>Callicorixa praeusta</i> (Fieb.)	–	–	–	–	3	
	<i>Sigara semistriata</i> (Fieb.)	–	–	–	–	5	
	<i>Sigara distincta</i> (Fieb.)	–	–	–	–	1	
Gerridae	<i>Gerris lacustris</i> (L.)	–	4	–	–	4	
	<i>Gerris odontogaster</i> (Zett.)	–	2	–	–	–	
	<i>Limnoporus rufoscutellatus</i> (Latr.)	–	3	–	–	3	
Notonectidae	<i>Notonecta</i> sp.	–	4	–	–	–	
Tingidae	<i>Agramma femorale</i> Thoms.	5	–	–	5	–	
Miridae	<i>Lygocoris contaminatus</i> (Fall.)	4	–	–	–	–	
Lygaeidae	sp.	–	–	1	1	–	
Pentatomidae	<i>Carpocoris purpureipennis</i> (Deg.)	2	–	–	2	–	
Отряд Coleoptera – жесткокрылые							
Carabidae	<i>Carabus glabratus</i> Payk.	1	–	–	–	–	
	<i>Pterostichus strenuus</i> Pz.	–	–	2	–	–	
	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (F.)	1	–	–	1	–	
Scarabaeidae	<i>Geotrupes stercorarius</i> L.	3	–	–	–	–	
Elateridae	<i>Denticollis linearis</i> L.	–	–	3	–	–	
Cantharidae	<i>Cantharis</i> sp.	3	–	–	–	–	
Coccinellidae	<i>Coccinella septemmaculata</i> (Deg.)	2	–	–	–	–	
	<i>Coccinella</i> sp.	–	–	2	–	–	
Cerambycidae	<i>Stenurella melanura</i> (L.)	–	–	3	–	–	
Chrysomelidae	<i>Plateumaris</i> sp.	4	–	4	–	–	
	<i>Lochmaea caprea</i> (L.)	3	–	3	–	–	
Curculionidae	sp.	–	–	3	–	–	
Отряд Neuroptera – сетчатокрылые							
Chrysopidae	<i>Chrysopa</i> sp.	–	–	1	–	–	
Gemerobidae	sp.	–	–	1	–	–	
Отряд Hymenoptera – перепончатокрылые							
Formicidae	<i>Formica</i> sp.	3	–	–	–	–	
	<i>Lasius</i> sp.	–	–	3	–	–	
Отряд Diptera – двукрылые							
Tabanidae	<i>Hybomitra bimaculata</i> (Maq.)	4	–	–	–	–	
	<i>Hybomitra lundbecki</i> Lyn.	3	–	–	–	–	
	<i>Hybomitra muehlfeldi</i> (Brauer.)	3	–	–	–	–	
	<i>Hybomitra tarandina</i> (L.)	3	–	–	–	–	
Итого:	24	30	15	7	11	4	11

Примечание: I – осоково-сфагновая ассоциация на окрайке болота, II – протока в центральной части болота, III – сосново-кустарничково-моршкovo-сфагновая ассоциация на окрайке болота, IV – пушицево-сфагновая ассоциация на окрайке болота, V – озерки и лужи в центральной части болота. Баллы обилия видов: 1 – единичный; 2 – малочисленный; 3 – обычный, 4 – многочисленный, 5 – массовый, прочерк – отсутствие вида.

В пуховках *Eriophorum vaginatum* L. отмечен клоп-наземник, на стеблях – *Carpocoris purpureirepennis*. На листьях березы многочисленен слепняк – *Lygocoris contaminatus*.

Разнообразие наземных жесткокрылых в заказнике невелико, поскольку обводненные болота пригодны для обитания небольшого числа видов. Жуки встречаются в основном на окраине болота, на растениях, с которыми они связаны консортивными связями. Жужелицы *Carabus glabratus*, *Pterostichus oblongopunctatus* – обитатели хвойных лесов, *Pterostichus strenuus* предпочитает увлажненные леса и болота. Землерой лесной – *Geotrupes stercorarius*, относящийся к семейству пластинчатоусых, обнаружен в экскрементах медведя, необходимых насекомому для питания и откладки яиц. Линейчатый щелкун *Denticollis linearis* – лесной вид, обитающий под пологом леса в различных влажных травянистых сообществах. По данным А.А. Медведева (2005), личинки развиваются под корой и в гнилой древесине ели, лиственницы, кедра, сосны, березы, ольхи. Мягкотелки (сем. *Cantharidae*) – небольшие, умеренно подвижные жуки с мягким удлинённым телом. Встречаются повсюду, особенно на растениях, не боязливы, в их организме вырабатывается яд, и птицы их не трогают. Хищники, дополнительным источником питания для них служат мясистые части цветков. Личинки развиваются в почве, лесной подстилке, некоторые – под корой или в гнилой древесине (Каталог жуков..., 2002). Семиточечная божья коровка – *Coccinella septempunctata* – отмечена на *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench. Стенурелла затемненная – *Stenurella melanura* – единственный представитель усачей, или дровосеков, обнаруженный в заказнике. В подзоне средней тайги вид населяет хвойные, смешанные и лиственные леса. Заселяет прикорневую часть берез и осин, отмечен также для сосен и елей.

Личинки питаются в гнилой древесине. Жуки появляются на различных цветущих растениях (Татарина и др., 2007). На стеблях *Carex pau-*

percula Michx. многочисленны листоеды рода *Plateumaris*. На листьях *Salix* sp. обычны листоеды – *Lochmaea caprea*. Таким образом, разнообразие насекомых в заказнике не велико. Наиболее богата энтомофауна окрайки болота, представленная в основном лесными видами, центральная часть болота обеднена и включает водных представителей.

Работа выполнена в рамках Международной программы по сохранению биологического разнообразия особо охраняемых природных территорий ПРООН / ГЭФ (2010-2013 гг).

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеева Р.Н. Болотные заказники бассейна средней Печоры / Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. Вып. 6. Сыктывкар, 2009. С. 3-7.
- Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. С. 46.
- Каталог жуков комплексного заказника «Белоярский». Сыктывкар, 2002. 104 с.
- Кержнер И.М., Ячевский Т.Л. Отряд Hemiptera (Heteroptera) – Полужесткокрылые, или клопы // Определитель насекомых европейской части СССР. М.-Л.: Наука, 1964. Т. 1. С. 655-845.
- Лоскутова О.А. Веснянки. СПб.: Наука, 2006. 224 с. (Фауна европейского северо-востока России. Веснянки. Т. IX).
- Медведев А.А. Жуки-щелкуны. СПб.: Наука, 2005. 158 с. (Фауна европейского северо-востока России. Жуки-щелкуны. Т. VIII, ч. 1).
- Татарин А.Г., Кулакова О.И. Стрекозы. СПб.: Наука, 2009. 213 с. (Фауна европейского северо-востока России. Стрекозы. Т. X).
- Татарина А.Ф., Никитский Н.Б., Долгин М.М. Усачи, или Дровосеки (Coleoptera, Cerambycidae). СПб.: Наука, 2007. 301 с. (Фауна европейского северо-востока России. Усачи. Т. VIII, ч. 2).
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
- Юдин Ю.П. Геоботаническое районирование Коми АССР // Производительные силы Коми АССР. Распространенный мир. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 3. Ч. 1. С. 323-360.

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В БЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВАХ БЕЛОГО ОЗЕРА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

К.Н. Ивичева, И.В. Филоненко
Вологодская лаборатория ФГНУ «ГосНИРОХ»
E-mail: ksenya.ivicheva@gmail.com

Белое озеро является крупнейшим озером Вологодской области. Площадь его акватории составляет 1284 км². Глубины плавно нарастают от берегов к центру, средняя глубина 4.1 м, максимальная – 6.3. Грунты озера представлены в основном серыми глинистыми илами, илистыми песками, песками, в некоторых местах встречаются валуны. Более 90% площади ложа

составляют илы, они и определяют облик его бентофауны. С 1810 г. озеро вошло в состав Мариинской водной системы, а в 1843 г. для облегчения судоходства на юге и юго-западе озера был построен обводной канал, зарегулировавший для многих рек сток в озеро. Кроме того, в связи со строительством Волго-Балтийского водного пути в 1963 г. уровень воды в озере поднялся на 1 м.

Исследования бентоса Белого озера начались с 30-х гг. XX в. Бентос озера изучали в 1930 г. Б.С. Грезе, в 1950 и 1962 гг. – М.Б. Стругач, в 1955, 1956, 1973, 1974 и 1975 гг. – Ф.Д. Мордухай-Болтовской, в 1963 и 1964 гг. – Т.Л. Поддубная, в 1973 и 1974 гг. – Г.А. Стальмакова, с 1973 по 1977 г. – О.В. Выголова, в 1994 и 1995 гг. – А.И. Баканов (Филиппов, 2010). Регулярные исследования на озере с 1970-х гг. проводятся силами Вологодской лаборатории ФГНУ «ГосНИОРХ».

По причине однородности грунтов Белого озера отмечается крайне скудное таксономическое разнообразие. Ведущими таксонами здесь являются хирономиды, олигохеты, двухстворчатые моллюски. Хирономиды имеют наибольшую биомассу и составляют в отдельные годы до 80% от биомассы бентоса. Наиболее продуктивные – глинистые илы. Специфика озера состоит в преобладании биомассы бентоса не осенью, как в большинстве водоемов таежной зоны, а в июле. Это связано с задержкой вылета хирономид, для личинок которых наибольшие показатели биомассы наблюдаются перед вылетом второй, наиболее многочисленной, генерации (Слепухина, 1981). Сроки вылета для каждого года во многом индивидуальны и зависят, в первую очередь, от погодных условий. Осенние же показатели численности близки к максимальным, так как к этому времени размножение и лёт уже закончены. Таким образом, для отражения многолетней динамики бентоса наиболее показательными являются организмы илов, а оптимальным сезоном сбора материала будет осенний период.

Начиная с 1955 г. бентосные съемки Белого озера проводились по единой сетке станций, предложенной Ф.Д. Мордухай-Болтовским (1959). Данные за многолетний период позволяют проследить динамику изменения бентосных сообществ

в Белом озере, для чего были проанализированы все гидробиологические пробы, отобранные осенью на глинистых илах разными исследователями.

Анализ пространственного распределения бентосных организмов на Белом озере выполнен в среде ArcGis 9.3. Тематические карты распределения показателей зообентоса построены интерполяцией данных со станций отбора гидробиологического материала методом обратно-взвешенных расстояний. Итоговые карты, отражающие среднеемноголетние показатели распределения численности и биомассы организмов по акватории озера, построены с применением алгебры карт путем суммирования тематических карт за сезоны 2002-2010 гг.

Данные, полученные исследователями в разный период, могут сильно отличаться даже при совпадении времени сбора материала, что затрудняет их анализ. Основными причинами, препятствующими сравнению результатов гидробиологических съемок разных лет, могут быть отличия в методах сбора материала, сроках работ и общем количестве станций. Возможно, поэтому тематические карты пространственного распределения биомассы бентоса по акватории озера, построенные на основе данных разных исследователей, общих закономерностей не выявили. Так, согласно съемке 1956 г. (Мордухай-Болтовской, Митропольский, 1959) максимальные показатели биомассы наблюдаются осенью в юго-западной и северо-восточной частях озера. Это зоны, наименее подверженные антропогенному влиянию. По другим данным (Слепухина, Выголова, 1981), наименьшие показатели наблюдаются по судовому ходу, а максимальные – в районе впадения р. Ковжа, что авторы связывают с направляющим действием ветров во время лета имаго. Четкого различия в пространственном распределении бентосных организмов до и после затопления Шекснинского водохранилища также не выявлено, хотя отмечено снижение биомассы бентоса сразу после повышения уровня воды (Поддубная, 1966).

Наиболее однотипные данные по состоянию бентосных сообществ получены с 1973 г. в ходе ежегодного осеннего научного тралового лова на Белом озере. В силу специфики проведения бентосной съемки пробы бентоса отбираются только на илистых грунтах. Среднеемноголетний показатель биомассы зообентоса на Белом озере осенью за период с 1989-2010 гг. составляет 6.27 г/м^2 ($m \pm 1.15$, $\delta = 4.6$). Динамика средней биомассы зообентоса Белого озера в осенний период представлена на

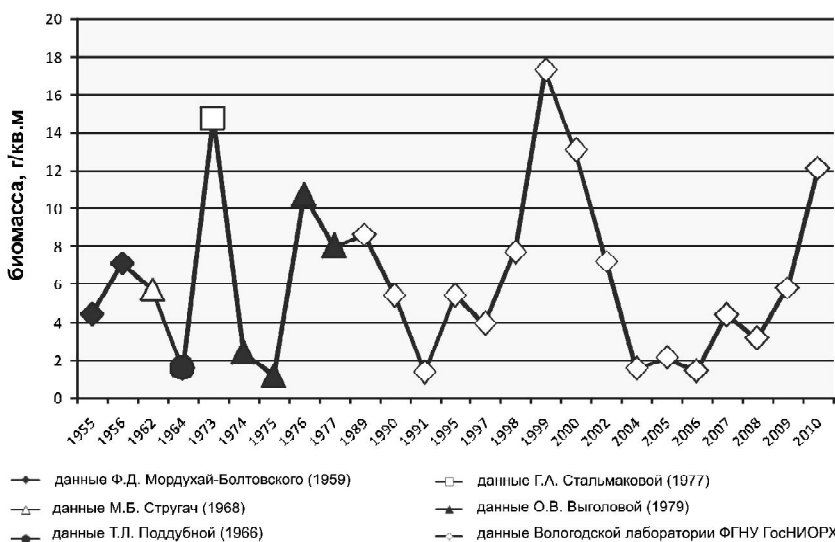


Рис. 1. Динамика осенней биомассы зообентоса Белого озера Вологодской области в осенний период.

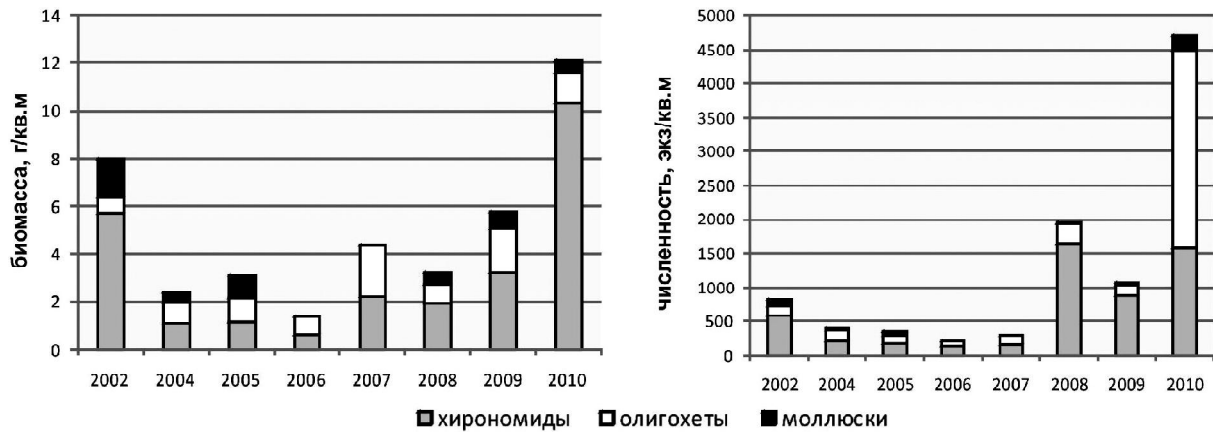


Рис.2. Динамика биомассы и численности основных групп зообентоса Белого озера Вологодской области в осенний период.

рис. 1. Представленность разных таксонов по годам показана на рис. 2. Максимальные показатели бентоса наблюдались в 2010 г., что связано с аномально высокими температурами воды и воздуха за этот сезон. Моллюски в пробах присутствуют редко, хотя их наличие дает достаточно большую биомассу. В целом по биомассе преобладают хирономиды (86% всей биомассы в 2010 г.), а в некоторые годы также отмечается большая доля олигохет. Увеличение численности олигохет в 2010 г. (60% всей численности), скорее всего, обусловлено более тщательным разбором гидробиологического материала, а не абиотическими факторами. В предыдущих исследованиях акцент сделан на показателях общей биомассы, и мелкие организмы могли быть не учтены.

Распределение численности и биомассы зообентоса Белого озера получены на основе данных количественных характеристик по станциям за период 2002-2010 гг. (рис. 3). Наибольшие показатели биомассы бентоса наблюдаются в северной и северо-восточной частях озера. Величина биомассы постепенно понижается от севера к центру и несколько возрастает к югу. Возможными причинами этого могут быть сле-

дующие факторы: 1) преобладающими ветрами для озера являются южные и юго-западные, которые относят имаго хирономид во время лета в северную и северо-восточную части озера, в то время как их личинки составляют основную биомассу; 2) в северо-восточной части озера наблюдается наибольшее содержание органического вещества в грунтах; 3) северная часть озера наименее всего подвержена антропогенному влиянию и лежит вдали от судового хода, в то время как на фарватере проводятся регулярные дноуглубительные работы, как следствие, по судовому ходу наблюдаются достаточно низкие показатели биомассы; 4) с южной стороны озера проходит обводной канал, принимающий в себя реки и регулирующий их сток в озеро.

На протяжении большей части года многие из южных рек в озеро не впадают и выноса органических веществ с речным стоком в озеро не происходит, что может формировать низкие показатели зообентоса в южной и юго-западной частях озера. На этом фоне хорошо прослеживаются участки, где канал имеет прорезь в озеро – район г. Белозерск и р. Мондома. На этом фоне неясны низкие показатели биомассы бентоса в районе впадения р. Чалексы. Возможно,

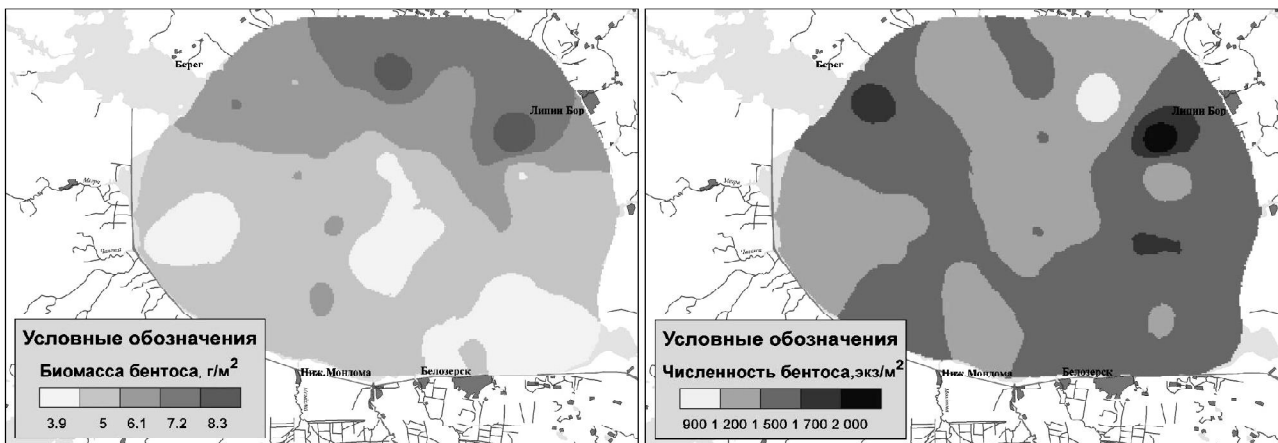


Рис. 3. Распределение биомассы и численности зообентоса Белого озера Вологодской области по среднемноголетним данным (2002-2010 гг.).

это объяснимо выносом большого количества песка и малыми глубинами в устьевом участке. Сток северных и северо-восточных рек в озеро препятствий не имеет и тем самым увеличивает содержание органических веществ, используемых бентосными организмами для питания. Высокие показатели биомассы наблюдаются в районе впадения крупного притока – р. Ковжа.

Значительная численность бентоса отмечается в восточной и юго-восточной частях озера, а также в районе впадения р. Ковжа. На протяжении всего судового хода отмечены высокие показатели численности бентоса. Наименьшая численность донных организмов наблюдается в северной части озера. Возможными причинами этого могут быть следующие: 1) олигохеты достаточно устойчивы к загрязнению и, как следствие, повышение их численности свидетельствует об усиленной антропогенной нагрузке, что и наблюдается вдоль фарватера; 2) максимум численности бентосных организмов на северо-востоке может быть обусловлен влиянием крупного населенного пункта – Липинога Бора, стимулирующим высокую долю олигохет; 3) значительные показатели бентоса в районе впадения р. Ковжа определяются привнесением со стоком дополнительного органического вещества.

Таким образом, существенных изменений в количественных показателях зообентоса Бело-

го озера в целом за последние 60 лет не выявлено. Пространственное распределение бентоса по биомассе и численности изменилось. Максимальные показатели бентосных организмов наблюдаются в северной и северо-восточной частях озера. Количественные показатели бентоса в прибрежных приустьевых участках выросли, что, возможно, является следствием антропогенного эвтрофирования водоема.

ЛИТЕРАТУРА

- Мордухай-Болтовской Ф.Д., Митропольский В.И.* Бентос Белого озера // Труды института биологии водохранилищ АН СССР, 1959. Вып. 2(5). С. 85-101.
- Поддубная Т.Л.* О донной фауне Череповецкого водохранилища в первые два года его существования // Планктон и бентос внутренних водоемов. М.-Л.: Наука, 1966. С. 21-33.
- Слепухина Т.Д., Выголова О.В.* Зообентос // Гидробиология и донные отложения озера Белого. Л.: Наука, 1981. С. 215-232.
- Стальмакова Г.А.* Бентос Белого озера Вологодской области (по наблюдениям 1973-1974 гг.) // Изв. ГосНИОРХ, 1977. Т. 116. С. 128-137.
- Филиппов Д.А.* Растительный покров, почвы и животный мир Вологодской области (ретроспективный библиографический указатель). Вологда, 2010. 217 с.
- Грезе Б.С.* Материалы по гидрологии и гидробиологии Белоозера по 1931 год. Дело № 2, 1932. 56 с. (Фонд. материалы ГосНИОРХ. инв. № 16).

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ХАРИУСА ЕВРОПЕЙСКОГО *THYMALLUS THYMALLUS* (L.) НЕКОТОРЫХ РЕК ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Комарова, М.Я. Борисов, Н.Ю. Тропин

Вологодская лаборатория ФГНУ «ГосНИОРХ»,
Вологодский государственный педагогический университет
E-mail: komarowa.aleks@yandex.ru

Европейский хариус *Thymallus thymallus* (L.) на территории Вологодской области населяет в основном средние и малые реки, а также отмечается в Онежском озере. Во всех водных объектах региона этот вид не достигает высокой численности и относится к категории «редких». К тому же популяции хариуса из рек бассейна верхней Волги включены в Красную книгу РФ и имеют статус охраны 2 как сокращающиеся в численности популяции широко распространенного вида (Красная книга..., 2001). На остальной территории региона хариус является излюбленным объектом спортивного и любительского рыболовства, поэтому изучение особенностей питания хариуса в водотоках Вологодской области является актуальным как с точки зрения выявления роли вида в системе трофических связей ихтиоценоза, так и с позиций получения сведений о редких и малоизученных видах рыб.

Материал и методика

Сбор ихтиологического материала для изучения питания хариуса осуществлялся в весен-

не-осенний период 2009-2010 гг. Лов рыбы производился крючковой снастью в среднем течении рек Вожега, Еденьга, Сухона и Вага. Всего было выловлено 63 экз. хариуса длиной от 10 до 20 см, массой 10-100 г и возрастом 1+...4+. Рыбы подвергались полному биологическому анализу, который проводился согласно общепринятым методикам (Правдин, 1966). Изучение питания хариуса осуществлялось по стандартным методикам (Методическое пособие..., 1974). Для оценки интенсивности питания рассчитывался индекс наполнения (IP). Кроме того, для выявления качественных и количественных особенностей питания хариуса определялись численность и биомасса кормовых объектов. Компоненты содержимого желудка идентифицировались в основном до уровня отрядов или семейств с использованием Определителя пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (1977). В работе рассматриваются особенности питания хариуса из разных водотоков региона, а на примере р. Вожега анализируется его сезонная динамика.

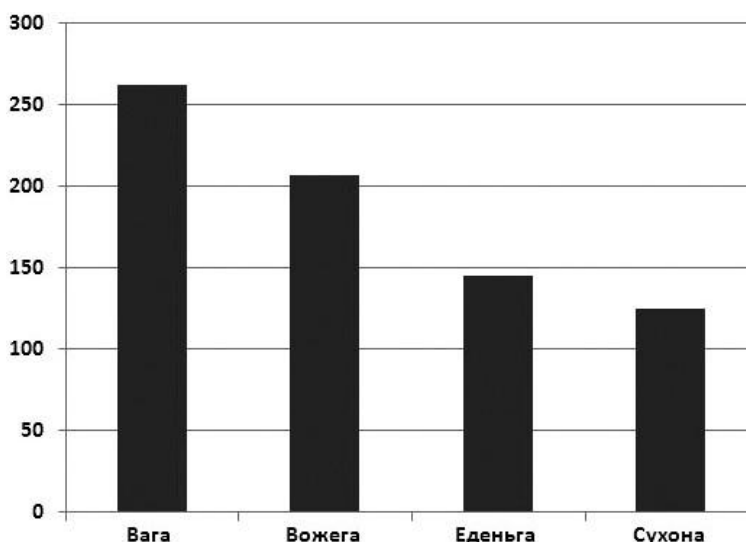
Результаты

При широком спектре потребляемых кормовых организмов характер питания хариуса в конкретном водоеме зависит от особенностей бентосных сообществ (Зиновьев, 1969). Видовой состав и динамика бентоса в свою очередь определяются характером донных отложений и скоростью течения водотока. Наиболее богатые и разнообразные бентосные сообщества формируются при сочетании глубоких и широких плесов с каменистыми перекатами, что типично для рек Вага и Вожега. Именно в этих водотоках для хариуса характерно большее разнообразие кормовых объектов и более высокие индексы наполнения.

Сравнительный анализ индекса наполнения желудков (IP) хариуса из разных водотоков показал, что наиболее высокие значения характерны для рек Вага ($262^{\circ}/_{\text{‰}}$) и Вожега ($206^{\circ}/_{\text{‰}}$). В то же время в реках Еденьга и Сухона он составил соответственно 145 и $125^{\circ}/_{\text{‰}}$ (см. рисунок).

В реках Вожега и Вага в пищевом комке отмечено соответственно 19 и 15 компонентов разных систематических групп, а в реках Еденьга и Сухона – по 12. (см. таблицу). Кроме того, водотоки отличаются и по соотношению объектов питания. В реках Сухона и Еденьга отмечается значительное доминирование одной из систематических групп. Так, в питании хариуса р. Еденьга 64.7% составляли хирономиды, в р. Сухона 46.6% численности относилось к олигохетам. В то же время в реках Вага и Вожега такого не выявлено. В основные объекты потребления хариуса в равных количествах входили три систематические группы. К ним в р. Вага относились двукрылые, сетчатокрылые и ручейники, а в р. Вожега – ручейники, поденки и двукрылые. Суммарная доля трех преобладающих групп в р. Вага составила 78%, а в р. Вожега – 72.

Анализ распределения пищевых компонентов по биомассе показал несколько другую картину. Существенное влияние на структуру питания хариуса оказывал вес организмов. Наряду с группами, имеющими высокую численность, к доминирующим компонентам по биомассе относились рыба, моллюски и жуки. Так, в реках Вожега и Вага относительная численность рыб в питании хариуса составила 2.6 и 2.3% соответственно, а их доля по биомассе возросла до 29.6 и 47.4%. В р. Еденьга при незначительной (0.7%) встречаемости жуков их



Индекс наполнения (IP) желудков хариуса некоторых рек Вологодской области, ‰.

роль по биомассе достигала 12.8%. Аналогичная закономерность выявлена для моллюсков и ручейников из р. Сухона.

Питание хариуса существенно зависит от сезона года, что связано как с динамикой развития бентосных сообществ, так и со сменой пещедобывательной активности рыб. При изучении питания хариуса было отмечено, что ин-

Пищевой спектр хариуса некоторых водотоков Вологодской области

Компонент питания	Вага	Вожега	Еденьга	Сухона
Nematoda	–	+	–	+
Oligochaetae	–	–	–	+
Mollusca	+	–	–	–
Asellus aquaticus	–	+	–	–
Hydracarina	–	+	+	–
Arachnida	–	+	–	–
Ephemeroptera	+	+	+	+
Odonata	+	–	+	–
Plecoptera	–	+	+	+
Heteroptera:				
Heteroptera sp.	–	–	–	+
Corixidae	+	+	+	–
Coleoptera (водные):				
Gyrinidae	–	+	–	–
Dytiscidae	+	+	–	+
Coleoptera (наземные):				
Coleoptera sp.	+	+	–	+
Carabidae	+	+	–	–
Neuroptera	+	+	–	–
Trichoptera	+	+	+	+
Hymenoptera	–	+	+	+
Orthoptera	+	–	–	–
Diptera:				
Brachycera	+	+	+	–
Simuliidae	+	+	+	+
Chironomidae	+	+	+	+
Pisces	+	+	–	–
Растительные остатки	+	+	+	–

декс наполнения желудка (IP) был выше в весенне-летний период (май-июнь) и составлял в среднем $206^{\circ}/_{\text{‰}}$. В то же время у рыб, отловленных в осенний период (сентябрь-октябрь), этот показатель равнялся $123^{\circ}/_{\text{‰}}$. Такие различия, по-видимому, связаны с тем, что в посленерестовый период происходит усиление пищедобывательной активности хариуса во время массового вылета амфибиотических насекомых.

Сезонные отличия в питании хариуса проявлялись не только в величине показателя индекса наполнения, но и в качественном составе рациона питания. Так, например, в пищевом комке хариуса из р. Вожега осенью наблюдалось значительное снижение численности веснянок, поденок и имаго насекомых. Одновременно с этим осенью увеличивалась доля жесткокрылых, ручейников и личинок хирономид.

Заключение

Пищевой спектр европейского хариуса определяется особенностями бентосных сообществ, видовой состав и количественные показатели которых зависят от характера донных отложений, а также от скорости течения водотока, поэтому наибольшее количество пищевых объектов и более высокие показатели индекса наполнения наблюдались у хариуса рек Вага и Вожега, для которых характерно значительное разнообразие биотопов.

В целом в пищевом комке хариуса исследованных водотоков было отмечено около 25 компонентов. По численности во всех изученных реках преобладали имаго насекомых, личинки

ручейников и поденок. Кроме того, в р. Еденьга доминирующее положение также занимали хирономиды, а в р. Сухона – олигохеты. По биомассе наряду с группами, имеющими высокую численность, к доминирующим компонентам относились рыба, моллюски и жуки.

Кроме этого, отмечаются значительные отличия в питании рыб в зависимости от сезона года. Сезонные отличия в питании хариуса проявляются как в величине индекса наполнения, так и в качественном составе пищевого спектра. В пищевом комке хариуса р. Вожега в осенний период наблюдается снижение численности веснянок, поденок и имаго насекомых, при этом увеличивается доля жесткокрылых, ручейников и личинок хирономид.

ЛИТЕРАТУРА

- Зиновьев Е.А. Характеристика питания хариуса в разнотипных водоемах бассейна р. Кама // Учен. зап. Перм. ун-та, 1969. № 195. 83-94.
- Красная книга Российской Федерации (животные). М., 2001. 862 с.
- Кудерский Л.А. Материалы о биологии хариуса Онежского озера // Труды Карельского отделения ГосНИОРХ. Петрозаводск, 1966. Т. IV. Вып. 1. С. 130-140.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 254 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. Л.: Наука, 1977. 510 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая пром-ть, 1966. 375 с.

ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРА БОЛЬШОЙ ХАРБЕЙ (БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА)

О.Н. Кононова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kon@ib.komisc.ru

Долговременные исследования водоемов позволяют получить данные о направлении и характере изменений их экосистем. В восточной части Большеземельской тундры расположено большое количество озер, обладающих высоким разнообразием рыбного населения и беспозвоночных, имеющих важное природоохранное и хозяйственное значение. Наиболее ранними сведениями о сообществах озер Харбейской системы являются результаты их комплексного гидрологического, гидрохимического и биологического изучения, проведенного в 60-е гг. прошлого столетия (Продуктивность озер..., 1976). Позднее, в 1990-е гг., были проведены гидробиологические исследования на озерах Большой Харбей и Головка.

Цель наших исследований – установить современный состав и структуру зоопланктона как одного из наиболее чувствительных к измене-

ниям окружающей среды водных сообществ оз. Большой Харбей.

Большой Харбей – самое большое озеро Харбейской системы, его площадь – 21.3 км^2 , максимальная глубина – 18 м. Береговая линия сильно изрезана, имеется множество заливов и бухт. В прибрежье донные субстраты представлены песками, галькой и валунами. В глубоководной части распространены илистые глины. Воды озера гидрокарбонатно-кальциевые по составу, отличаются низкой минерализацией.

Отбор проб зоопланктона проводили в июле-августе 2009-2010 гг. как в прибрежье (батометром Рутнера), так и в глубоководной части озера (планктонной сетью Джекки с размером ячеи 80 мкм). Камеральную обработку проб зоопланктона проводили по стандартным методикам (Киселев, 1969). В период исследований температура воды в озере составляла: в 2009 г. –

Показатели количественного развития зоопланктона в оз. Большой Харбей

Показатель	Rotatoria		Cladocera		Copepoda	
	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
Численность, тыс. экз./м ³	98.3±8.8	205.3±29.3	22.8±6.2	8.1±1.5	12.9±1.3	11.9±2.6
Биомасса, г/м ³	0.1±0.01	0.4±0.09	0.4±0.07	0.2±0.1	0.3±0.04	0.3±0.06

14-16 °С, в 2010 г. – 9-12 °С. Насыщение воды кислородом было высоким (10.3-10.5 мг/л).

На современном этапе наблюдений в зоопланктоне оз. Большой Харбей выявлено 60 видов и форм. Наибольшим числом видов были представлены коловратки (55%), а из ракообразных – ветвистоусые раки (28.3). По сравнению с исследованиями, проведенными ранее на озерах Харбейской системы, список таксонов в составе зоопланктона за счет изучения оз. Большой Харбей в настоящее время обогатился 30 видами и подвидами коловраток (включая формы, идентифицированные до рода), но и стал беднее на 19 видов рачков. Последнее может быть связано с несоответствием методик отбора и анализа проб в различные периоды. Основной состав зоопланктона оз. Большой Харбей представлен комплексом видов: *Keratella cochlearis* (Gosse), *K. quadrata* (Muller), *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Conochilus unicornis* Rousselet, *Asplanchna* sp., *Sida crystallina* (O.F. Muller), *Limnospida frontosa* Sars, *Holopedium gibberum* Zaddach, *Daphnia cristata* Sars, *Chydorus sphaericus* (O.F. Muller), *Alonopsis elongatus* (Sars), *Alona affinis* (Leydig), *Bosmina* sp., *Leptodora kindtii* (Focke), *Cyclops scutifer* Sars, *Megacyclops viridis* (Jurine), *Eudiaptomus gracilis* Sars и *Heterocope appendiculata* Sars. Эти виды находили в водоеме в 1960-е, 1990-е, 2009 и 2010 гг. Из них по акватории водоема в период наших исследований были широко распространены (встречены в более чем 80% проб) пелагические виды, хорошо приспособленные для обитания в водной толще: *Asplanchna priodonta* Gosse, *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *H. appendiculata*, *C. scutifer*, *L. frontosa*, *H. gibberum*, *B. longispina* и эврибионтный *C. sphaericus*, способный обитать даже в открытой литорали. Виды *S. crystallina*, *D. cristata*, *A. elongatus*, *A. affinis*, *M. viridis* больше тяготеют к мелководным участкам. К настоящему времени в озере увеличилась встречаемость кладоцеры *Daphnia longiremis*, которую в 1960-е гг. находили единично, а в 1990-е гг. не отмечали в водоеме вовсе. В настоящее время этот рачок распространен по всему озеру (91% проб) и входит в состав доминантов зоопланктона.

Показатели количественного развития планктонных организмов в период наблюдений различались (см. таблицу). При сходных средних

значениях биомассы зоопланктона численность в 2010 г. была вдвое выше за счет массового развития мелких коловраток и уменьшения роли низших раков.

Во все периоды наблюдений в зоопланктоне оз. Большой Харбей в летние месяцы по численности преобладали коловратки, составляя от 72.5 до 92.5%.

Состав превалирующих в зоопланктоне озера видов и форм существенно не изменялся по периодам исследований, происходила лишь смена видов супердоминантов. Межгодовые изменения состава доминант в планктонных сообществах озер являются обычным явлением и обусловлены их высокой динамичностью и быстрым откликом на изменяющиеся условия.

Таким образом, современный зоопланктон оз. Большой Харбей по видовому составу и обилию форм сопоставим с богатством планктонной фауны в других крупных озерах Большеземельской тундры (Амбарты, Падимейские, Вашуткины озера) (Флора и фауна..., 1976). Сообщество планктонных организмов обследованного водоема характеризовалось относительно небольшим богатством доминирующего комплекса, состав которого за последние 40 лет не претерпел существенных изменений. В целом, состав зоопланктона озера и невысокие показатели его количественного развития соответствовали географическому положению водоема и суровым природно-климатическим условиям высоких широт центральной части Палеарктики.

Автор выражает благодарность Е.Б. Фефиловой, М.А. Батуриной и Л.Г. Хохловой за помощь в сборе гидробиологического материала.

Работа была выполнена в рамках проекта фундаментальных исследований, выполняемых совместно организациями УрО и СО РАН: № 09-С-4-1017 и № 65 и при поддержке гранта РФФИ: № 11-05-00246-а.

ЛИТЕРАТУРА

- Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. Т. 1. 658 с.
 Продуктивность озер восточной части Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1976. 147 с.
 Флора и фауна водоемов европейского Севера. Л.: Наука, 1978. 192 с.

**ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ МИГРАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ КОПЫТНЫХ
(ARTIODACTYLA, MAMMALIA) В РАМКАХ ПРОЕКТА ПРООН/ГЭФ 00059042
«УКРЕПЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
РЕСПУБЛИКИ КОМИ В ЦЕЛЯХ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПЕРВИЧНЫХ ЛЕСОВ
В РАЙОНЕ ВЕРХОВЬЕВ РЕКИ ПЕЧОРА»**

А.Н. Королев, Е.А. Порошин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: korolev@ib.komisc.ru, poroshin@ib.komisc.ru

Миграции млекопитающих – это закономерные исторически сложившиеся перемещения животных по более-менее определенным путям между различными пространственно разобщенными участками обитания (сезонными, суточными). Основная причина миграций – изменение внешних абиотических или кормовых условий или внутривидовой структуры, делающее затруднительным или невозможным пребывание животных в пределах определенной территории. Миграционные перемещения животных не являются строго константными, они могут иметь разные пространственный и временной размах и интенсивность потока мигрантов, усиливаться и затухать. Оттого исследование миграционной активности животных, и в частности копытных, имеющих в большинстве своем большое практическое значение, является насущной необходимостью. Данные, которые можно получить в процессе изучения миграций копытных, необходимы прежде всего для рационального управления их популяциями, оптимизации системы природопользования в целом и развития сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

В 2009-2010 гг. в Республике Коми (РК) в рамках проекта ПРООН/ГЭФ 00059042 «Укрепление системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в целях сохранения биоразнообразия первичных лесов в районе верховьев реки Печора» были проведены исследования миграционной активности копытных – кабан (*Sus scrofa*), лось (*Alces alces*), дикий северный олень (*Rangifer tarandus*) – с целью разработки предложений по реструктуризации имеющейся региональной системы ООПТ и подготовки планов управления планируемых к созданию резерватов. Сведения о миграционной активности копытных были получены преимущественно путем анкетирования (проведено в 2009 г.) и устных опросов работников государственного охотничьего надзора, охотничьих хозяйств, лесной отрасли, природоохранных организаций, рядовых охотников и любителей природы (применяли также материалы, собранные непосредственно в природе при проведении экспедиционных работ). В своих ответах респондентам предлагалось указать: 1) сроки (с точностью до декады) начала и конца осенней и весенней миграций копытных; 2) основные направления движения животных; 3) характер

движения (широким фронтом или по определенным миграционным коридорам); 4) примерное количество мигрантов; 5) изменилось ли направление и интенсивность миграций по сравнению с концом 1990-х гг. Всего по республике разослали 381 анкету, обратно получили 50 (13.1%), из которых после соответствующего анализа 36 (9.4%) приняли к обработке в качестве базового источника информации. Используемые методы сбора данных при небольших финансовых затратах позволяют обследовать обширные территории и получить довольно значительный объем необходимых сведений. При наличии некоторой субъективности собранных таким образом материалов их сопоставление позволяет получить общее представление о миграционной активности копытных в регионе. Степень полноты данных об осенних и весенних миграциях, полученных в процессе анкетирования, различна. В большинстве случаев осенняя миграция описывается более полно (наблюдается в осенне-зимний охотничий сезон), поскольку весенняя миграция обычно приходится на период таяния и схода снежного покрова, когда нахождение и передвижение в природе затруднены.

В результате проведенных исследований были конкретизированы сроки прохождения и направления сезонных миграций копытных на значительной части территории РК, выявлена степень перекрытия миграционных путей с существующей системой ООПТ, оценены некоторые факторы, влияющие на численность и структуру популяций копытных. Ниже приведены основные итоги изучения миграционной активности копытных в регионе и рекомендации по их охране.

Кабан. В республике встречается вплоть до широты Северного полярного круга, но его более-менее устойчивое население существует лишь на юге региона. На зимний период большая часть животных покидает область своего летнего обитания, охватывающую южные и часть центральных районов республики. В северных районах появление кабана в любое время года носит исключительный характер. Осенняя миграция в целом имеет южное – юго-западное направление и начинается в октябре. Окончание миграции в разных районах приходится на первую декаду ноября – январь и определяется, по всей видимости, местными эколо-

гическими условиями, а также особенностями погоды конкретного года. Весенняя миграция в обратном направлении наблюдается с конца марта по начало июня. Количество мигрирующих животных оценивается как незначительное. Предположительно, в целом по республике оно не превышает уровня в 400 особей. Сравнительно многочисленные наблюдения кабана (в том числе и следов его жизнедеятельности) в природе можно объяснить тем, что звери встречаются в основном на обжитых территориях, где чаще попадаются на глаза.

Лось. Обитает на всей территории республики. В течение года пространственное распределение лося в регионе существенно меняется. Осенняя миграция на значительной части территории РК в целом имеет южное – юго-западное направление, в Приуралье (примерно до 65° с.ш.) – юго-восточное. В ряде районов существуют миграционные потоки, выбивающиеся из общей региональной картины движения животных, что, возможно, связано с локальными особенностями структуры местообитаний. Сроки начала миграции определяются расположением района: на северо-востоке республики направленные перемещение животных начинается обычно в середине – второй половине октября, на юго-западе – на месяц позже. Сроки окончания миграции в разных районах сильно растянуты, что, скорее всего, определяется местными экологическими особенностями. В конце зимнего периода минимальные плотности населения вида отмечаются в северо-восточных районах республики, максимальные – в юго-западных и ряде центральных. Начало весенней миграции в обратных направлениях приходится обычно на конец марта – начало апреля, в многоснежных приуральских районах – на конец апреля – начало мая. Недостаток сведений не позволяет хотя бы примерно оценить количество мигрирующих животных. Тем не менее косвенные данные позволяют говорить о том, что количество мигрантов очень велико (тысячи особей).

Дикий северный олень. В РК распространение оленя носит очаговый характер. Основное поголовье вида сосредоточено в пределах Тиманского края и прилежащих территорий, таежного Приуралья и гор западных макросклонов Приполярного и Северного Урала. Небольшие группировки сохранились в бассейнах рек Вычегда и Мезень. На зимний период значительная часть оленей, обитающих на востоке республики (Интинский, Печорский, Вуктыльский, отчасти Троицко-Печорский районы), покидает летние местообитания (правобережье р. Печора, предгорья и горы западного макросклона Приполярного и Северного Урала) и мигрирует в восточном направлении в центральную часть Уральского хребта и ближнее Зауралье. Протяженность этих миграций достигает от нескольких десятков до более чем сотни километров.

Довольно протяжными являются также миграции оленей в Усть-Цилемском р-не республики. На остальной территории региона протяженность перемещений между сезонными местообитаниями, очевидно, не превышает нескольких десятков километров. Как и в случае с лосем, сроки начала миграции определяются местоположением района: на северо-востоке республики направленное движение животных обычно начинается в начале октября, на юго-востоке – на месяц позже. Сроки окончания миграции в разных районах сильно растянуты, что определяется, очевидно, погодными условиями конкретного года и местными экологическими особенностями. Весенняя миграция в обратных направлениях отмечается обычно во второй половине апреля – мае. Общее количество действительно мигрирующих животных (как равнинно-таежной (Усть-Цилемский р-н), так и горно-таежной (Интинский, Печорский, Вуктыльский, Троицко-Печорский районы) форм вида) можно оценить на уровне в 2.0-2.5 тыс. особей.

В большинстве анкет отмечено, что по сравнению с концом 1990-х гг. каких-либо существенных изменений направления миграций не наблюдается, в то время как численность мигрантов повсеместно сократилась (оценки размеров сокращения численности у респондентов сильно разнятся). Проблема снижения численности особенно актуальна для дикого северного оленя. За период 1990-х гг. практически все группировки оленя, локализованные в относительно легкодоступных местах, были уничтожены, а его поголовье в равнинной части РК уменьшилось примерно в три раза (Королев и др., 2009). Затянувшийся кризис состояния вида стал основанием для внесения дикого северного оленя во второе издание Красной книги РК (2009). В настоящее время олень сохранился главным образом в центральных и северных районах республики на необжитых и слабо затронутых хозяйственной деятельностью человека землях. В качестве основных мер охраны вида рекомендованы борьба с браконьерством, пропаганда бережного отношения к природе, регламентация лесозаготовок в лишайниковых сообществах и создание специализированных заказников (Красная книга..., 2009). Материалы, собранные в процессе данного исследования, позволили выделить два перспективных участка для создания специализированных ООПТ, нацеленных на сохранение дикого северного оленя. Места предполагаемого размещения будущих резерватов расположены в районе между речья рек Вишера, Нившера и Ропча (Княжпогостский и Корткеросский районы, подзона средней тайги) и на стыке бассейнов рек Цильма и Пеза (Усть-Цилемский р-н, подзоны северной тайги и лесотундры).

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта ПРООН/ГЭФ 00059042.

ЛИТЕРАТУРА

Королев А.Н., Кочанов С.К., Порошин Е.А. и др. Дикая северный олень (*Rangifer tarandus* L.) в Республике Коми: многолетняя динамика и современное состояние популяций. Сыктывкар, 2009. 40 с.

(Научные достижения – практике / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 125).

Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 792 с.

ФАУНА МОНОГЕНЕЙ ГОЛЬЯНА ОБЫКНОВЕННОГО *PHOXINUS PHOXINUS* (L.) ИЗ РЕКИ ЧОВЬЮ

О.А. Костромина

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: Olga_K-09@mail.ru

Несмотря на значительный объем накопленных к настоящему времени знаний о моногенах рыб (Жарикова, 1986; Доровских, 1988; Голикова, 2000 и др.), остается множество нерешенных вопросов, связанных с биологией некоторых видов моногеней и с особенностями их жизненного цикла. В наших исследованиях сбор рыбы производился с периодичностью в 10 дней, что позволяет более полно проследить жизненные циклы паразитов и выявить закономерности инвазированности.

Отлов рыбы производился в период с июня по октябрь 2009 г. из р. Човью (приток р. Вычегда) в районе пос. Верхний Чов (микрорайон г. Сыктывкар). Сбор и обработка материала проведены по общепринятой методике (Быховская-Павловская, 1985). Всего исследовано 156 экз. голяна, из них зараженными моногенами оказались 94 (60.2%).

Моногенеи составляют 37% от общего числа паразитов голяна и представлены семью видами, относящимися к трем родам, двум семействам и двум отрядам: *Dactylogyrus borealis*, *Pellucidhaptor merus*, *Gyrodactylus macronychus*, *G. aphyae*, *G. limneus*, *G. magnificus*, *G. laevis*. Все моногенетические сосальщики являются специфичными паразитами голяна, как и хозяин, относятся к бореально-предгорному комплексу. Период максимального разнообразия видов приходится на июнь-июль, нами отмечено семь видов. К осени видовое разнообразие снижается, отмечено четыре вида (см. таблицу). На протяжении всего срока наблюдения многочисленными видами являлись *Dactylogyrus borealis*, *Pellucidhaptor merus* и *Gyrodactylus aphyae*, остальные виды встречались реже и в небольших количествах.

Исследование сезонной динамики моногеней проведено на примере *Dactylogyrus borealis*, *Pellucidhaptor merus* и *Gyrodactylus aphyae*. В зараженности *Dactylogyrus borealis* отмечается один пик численности, который приходится на начало июля по показателям индекса обилия (ИО) и экстенсивности инвазии (ЭИ) (ИО = 2.3; ЭИ = 66.7), а к осени происходит снижение уровня инвазированности (рис. 1). Это можно объяснить тем, что *D. borealis* является теплолюбивым видом (Жарикова, 1986), т.е. максимальный уровень зараженности приходится на пе-

риод с высокой температурой воды (24 °С). Известно, что температура порядка 26 °С – оптимальная для размножения моногеней р. *Dactylogyrus*. Осенью с понижением температуры зараженность рыб моногенами резко уменьшается. Рядом авторов (Жарикова, Изюмова, 1990) выявлено, что в зимний, крайне неблагоприятный для дактилогирозов период на рыбах находятся лишь единичные, в основном половозрелые экземпляры паразитов. Сохраняется в течение холодного периода и какое-то количество отложенных осенью яиц. Весной вышедшие из них личинки первыми заражают рыб. Следующая волна заражения связана с появлением личинок, развившихся из яиц, отложенных перезимовавшими червями (Гинецинская, Добровольский, 1978). В наших исследованиях в июне встречались молодые и половозрелые особи *D. borealis*, готовые к откладке яиц. В июле преобладали яйцекладущие черви. В начале сентября стали появляться отдельные прозрачные дактилогирозы с атрофированным яичником, в октябре отмечены только половозрелые особи.

Уровень зараженности *Pellucidhaptor merus* был невысоким и стабильным по показателям индекса обилия, наибольший уровень инвазированности зафиксирован с конца июня до середины июля (ИО = 0.6) (рис. 2). В июне-июле встречались половозрелые с развивающимися мелкими яйцеклетками и неполовозрелые черви, а осенью – половозрелые особи с округлыми яйцеклетками (3 октября). Известно, что *P. merus* является холодолюбивым видом. Возможно, в жизненном цикле *P. merus* развитие яйцеклеток и размножение паразита приходится на осенний период, ранней весной происходит откладка яиц и формирование молодых особей.

Моногенеи *Gyrodactylus aphyae* в основном отмечены в начале лета, пик численности приходится на середину июня (ИО = 33.1). К середине июля инвазированность данным паразитом резко снижается (ИО = 0.3), а осенью не отмечены вовсе либо в единичных экземплярах (рис. 3). Полученные результаты подтверждают имеющиеся в литературе сведения о том, что увеличение инвазированности рыб представителями р. *Gyrodactylus* идет при низкой температуре воды и удлинении светового дня (Shulman, 1989). Воз-

Видовой состав моногеней

Вид паразита	Даты отлова рыбы											
	N = 15 7.06	N = 15 18.06	N = 6 24.06	N = 15 6.07	N = 15 13.07	N = 15 16.07	N = 15 18.07	N = 15 3.09	N = 15 26.09	N = 15 3.10	N = 15 10.10	
<i>Dactylogyrus borealis</i>	13.3 (1-2)	40.0 (1-2)	50.0 (1)	66.7 (1-13)	26.7 (1-7)	40.0 (1-4)	53.3 (1-5)	13.3 (2)	6.7 (2)	26.7 (1-3)	6.7 (1)	
<i>Pellucidhaptor merus</i>	-	6.7 (1)	33.3 (1-3)	33.3 (1-2)	46.7 (1-3)	20.0 (1-2)	33.3 (1-3)	20.0 (1-3)	33.3 (1-3)	20.0 (1-4)	6.7 (1)	
<i>Gyrodactylus macronychus</i>	6.7 (1)	40.0 (1-2)	-	-	-	-	-	-	-	-	6.7 (1)	
<i>G. aphyae</i>	66.7 (1-62)	87.0 (3-101)	16.7 (1)	73.3 (1-90)	40.0 (1-2)	26.7 (1-5)	26.7 (1-2)	-	-	-	26.7 (1)	
<i>G. limneus</i>	13.3 (1)	40.0 (1-6)	-	13.3 (1-4)	-	-	-	-	-	-	-	
<i>G. magnificus</i>	60.0 (1-14)	60.0 (1-39)	-	26.7 (2-28)	-	-	-	-	-	-	-	
<i>G. laevis</i>	-	-	-	20.0 (2)	26.7 (1-2)	-	-	-	-	-	-	

Примечание: за скобками экстенсивность инвазии; в скобках – интенсивность инвазии, N – число вскрытых рыб.

можно, уровень зараженности может зависеть от стайности рыб, и таким образом максимальная зараженность гиродактилидами наблюдается в период нереста рыб. Известно, что у гиродактилид в жизненном цикле чередуются поколения, размножающиеся половым путем и поколения партеногенетических самок, т.е. имеет место гетерогония, когда каждая особь уже несет в себе зародыш следующего поколения (Гинецинская, Добровольский, 1978). Нами было отмечено, что в июне 70% особей встречались с зародышами, а с июля по август – без зародышей, что обусловлено процессом их отрождения. Осенью встречались зрелые и незрелые особи.

Таким образом, для *D. borealis* наблюдается летний пик, обусловленный размножением червей, а осеннее снижение уровня инвазии рыб связано с особенностями биологии. В зараженности *P. merus* достоверных различий по сезонам года не выявлено. Моногенеи *D. borealis*, *P. merus* в своем развитии в условиях севера имеют одногодичный жизненный цикл с одной генерацией в год. Пик численности гиродактилид приходится на начало лета в период большого скопления рыб во время нереста, с июля идет постепенное снижение встречаемости червей.

ЛИТЕРАТУРА

Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб – руководство по изучению. Л., 1985. 121 с.

Гинецинская Т.А., Добровольский А.А. Частная паразитология / Паразитические простейшие и плоские черви. М., 1978. 303 с.

Голикова Е.А. Сезонная динамика *Gyrodactylus aphyae* гольяна (*Phoxinus Phoxinus L.*) малых рек бассейна средней Вычегды // Актуальные проблемы биологии и экологии: Тез. докл. VII молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 2000. С. 49.

Доровских Г.Н. Паразиты рыб бассейна среднего течения р. Вычегды (фауна, экология, зоогеография): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1988. 21 с.

Жарикова Т.И. Экологический анализ дактилогид рода *Gyrodactylus* Горьковского водохранилища. Борок, 1986. 50 с.

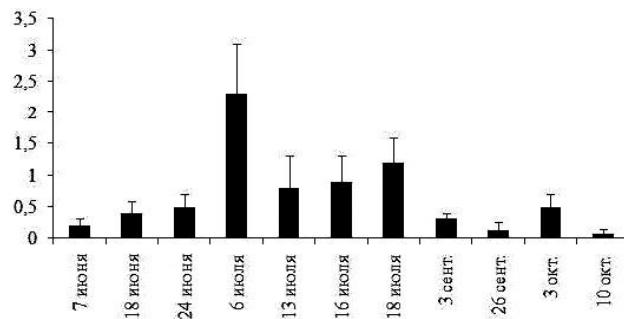


Рис. 1. Показатели индекса обилия зараженности рыб *Dactylogyrus borealis*.

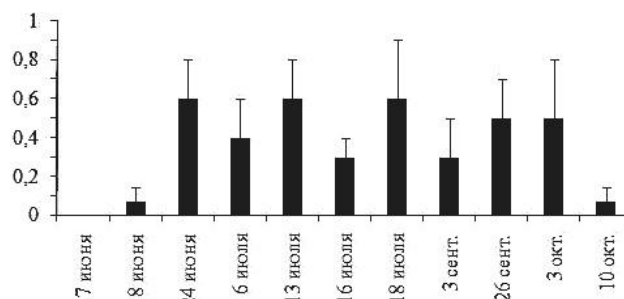


Рис. 2. Показатели индекса обилия зараженности рыб *Pellucidhaptor merus*.

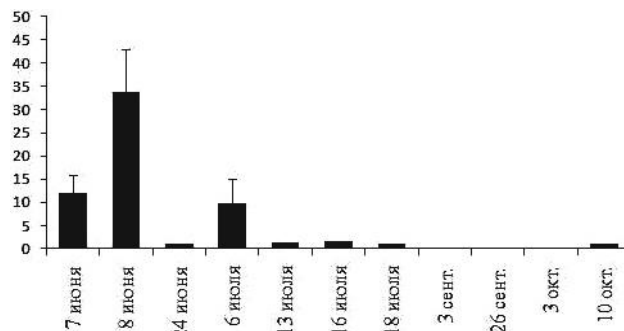


Рис. 3. Показатели индекса обилия зараженности рыб *Gyrodactylus aphyae*.

Жарикова Т.И., Изюмова Н.А. Возрастная структура популяции *Dactylogyrus chranilowi* (Monogenea) – паразита синца (*Abramis ballerus*) // Зоол. журн., 1990. № 69 (7). С. 25-30.

Shulman B.S. Effect of ecological factors on the abundance dynamics of *Gyrodactylus* (Monogenea, Gyrodactylidae) under polar conditions // Materials of the International Symposium «Parasites of freshwater fishes of North-West Europe». Petrozavodsk, 1989. P. 136-145.

СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД ЛЕСНЫХ И ЛУГОВЫХ БИОТОПОВ ПОЙМЫ РЕКИ ПЕЧОРА

А.А. Кудрин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: allkudrin@gmail.com

Формирование и функционирование почв тесно связано с жизнедеятельностью почвенной биоты (Brussaard et al., 1997), составной частью которой являются почвенные нематоды. Они играют важную роль в протекании многих процессов почвообразования. Свободноживущие нематоды включены в общую пищевую сеть и оказывают влияние на многие группы почвенных беспозвоночных, регулируя их численность, а тем самым и выполняемые ими функции (Vincierra, 1979). В процессе метаболизма нематод в почву поступает большое количество питательных веществ в доступной для растений, бактерий и других животных форме (Ferris et al., 1998). Кроме того, нематоды – одни из лучших индикаторов изменения почвенных условий, вызванных как естественными причинами, так и деятельностью человека (Neher, 2001).

Цель работы заключалась в сравнительном анализе сообществ почвенных нематод лесных и луговых биотопов поймы р. Печора.

Исследования проводили в пойме среднего течения р. Печора (Северная тайга) в 2009-2010 гг. На территории левобережной пойменной террасы был выделен ряд лесных и луговых сообществ (см. таблицу), которые занимают различные элементы рельефа поймы и образуют естественный ряд по степени нарастания увлажнения.

Пробы отбирали с июня по сентябрь из наиболее заселенных нематодами горизонтов почвы А0 и А1. Всего за период исследования было отобрано 472 пробы. Численность нематод оп-

ределяли в экз./100 см³ почвы. Экстракцию проводили в течение 48 ч при помощи модифицированного метода Бермана. Нематод фиксировали 4% -ным формалином с последующим изго-товлением временных и постоянных глицериновых препаратов. Эколого-трофические группы нематод выделяли согласно классификации Ятса (Yeates et al., 1993).

В ходе исследования в пойме р. Печора зарегистрирован 61 род почвенных нематод из 29 семейств. В лесных биотопах отмечено 57 родов, в луговых – 55. Рассматривая изменение количества родов (рис. 1) в исследованных рядах, можно отметить, что в лесных биотопах с увеличением влажности происходит уменьшение количества отмеченных родов (на наиболее сухом участке зарегистрирован 51 род, на увлажненном – 43). Наименьшее количество родов отмечено на лесном участке, который формируется в глубоком межгрядном понижении с аллювиальной лугово-болотной почвой, что обусловлено сильным переувлажнением данного участка. В луговых биотопах все участки представлены равным количеством родов, и тенденция снижения таксономического разнообразия здесь не прослеживается.

Дендрограмма сходства (рис. 2), построенная на основе индекса Жаккара, позволяет выделить два кластера – кластер лесных и кластер луговых участков, уровень схожести которых составляет 60%, что указывает на определенное отличие лесных и луговых биотопов в таксономи-

Характеристика исследованных участков

Участок	Тип почвы	Растительная ассоциация	Участок поймы	Влажность, %
Лес 1	Аллювиальная дерново-лесная	Осиново-березовый лес	Вершина гривы в центральной части поймы	37
Лес 2	Аллювиальная лугово-лесная	Осиново-березовый лес	Понижение в центральной части поймы	40
Лес 3	Аллювиальная лугово-болотная	Осиново-березовый лес	Межгрядное понижение в притеррасной части поймы	59
Луг 1	Аллювиальная дерновая	Красноовсяничный-разнотравный луг	Вершина гривы в прирусловой части поймы	23
Луг 2	Аллювиальная дерново-луговая	Разнотравно-злаковый луг	Невысокая гряда в центральной части поймы	38
Луг 3	Аллювиальная луговая	Крупноразнотравно-щучковый луг	Понижение в центральной части поймы	42

ческом плане. Следует отметить достаточно большое отличие третьего лесного участка от двух других, что также связано с сильным переувлажнением и наличием здесь влаголюбивых и пресноводных нематод.

В среднем численность нематод в луговых биотопах выше, чем в лесных – 1248 и 880 экз./100 см³ соответственно (рис. 3). В ряде лесных почв прослеживается тенденция уменьшения численности с увеличением влажности почвы. На луговых участках такая взаимосвязь отсутствует, возможно это связано с тем, что луговой участок № 1 расположен в прирусловой части поймы, почвы которой отличаются резким дефицитом влаги. И в луговых ценозах наиболее оптимальные условия по параметрам увлажнения складываются на втором участке, влажность почвы которого близка к влажности почвы первого лесного участка. Соответственно и численность нематод на этих двух участках находится примерно на одном уровне. А на участках лугов № 1 и 3 более низкая численность обусловлена в первом случае дефицитом влаги, а в третьем – ее избытком.

В пойме р. Печора зарегистрированы нематоды, относящиеся к шести экологическим группам. Это микотрофы, нематоды ассоциированные с растениями, хищники, политрофы бактериотрофы и паразиты растений. Доминирующее положение как в лесных, так и в луговых биотопах занимают бактериотрофы (рис. 4). Однако следует отметить: в луговых биотопах по сравнению с лесными увеличивается доля микотрофных нематод, что может свидетельствовать об увеличении доли микроскопических грибов в микробных сообществах луговых почв, а также увеличение доли паразитических нематод, что связано с увеличением численности и разнообразия растений хозяев.

Таким образом, тип растительности оказывает существенное влияние на структуру и состав нематодных комплексов: в лесных сообществах выше таксономическое разнообразие почвенных нематод, но меньше численность по сравнению с луговыми биотопами. В составе нематодных комплексов как лесных, так и луговых биотопов доминирующее положение занимают бактериотрофы, доля микотрофных и паразитических нематод возрастает при перехо-

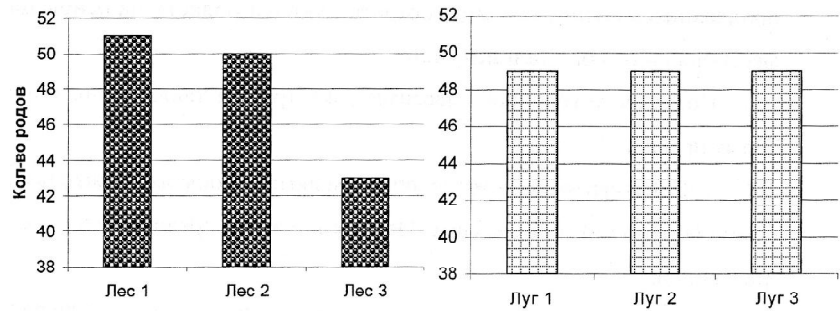


Рис. 1. Количество родов почвенных нематод на исследованных участках.

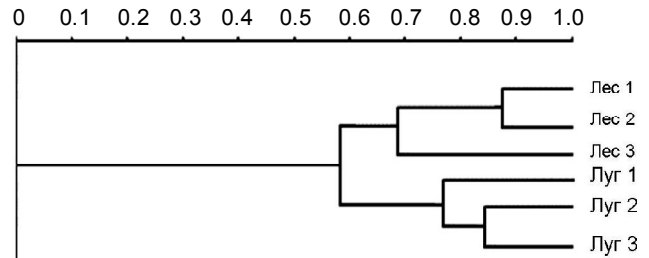


Рис. 2. Дендрограмма сходства исследованных биотопов.

де от пойменных лесов к луговым сообществам. В пойменных лесах увеличение степени гидроморфизма (увлажнения) аллювиальных почв обуславливает закономерное снижение таксономического разнообразия и численности почвенных нематод.

Автор выражает огромную благодарность Л.И. Груздовой за помощь в определении и проверке материала, а также всем, кто помогал в выполнении данной работы.

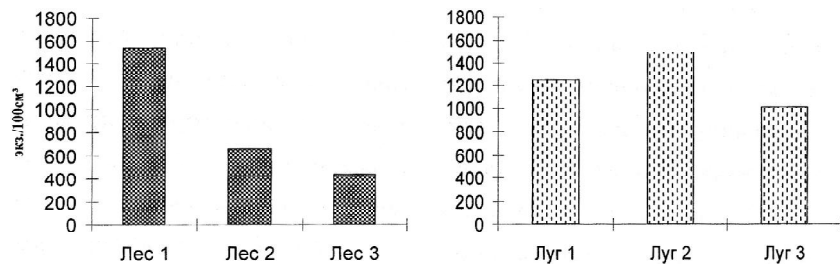


Рис. 3. Численность нематод в рядах исследованных биотопов.

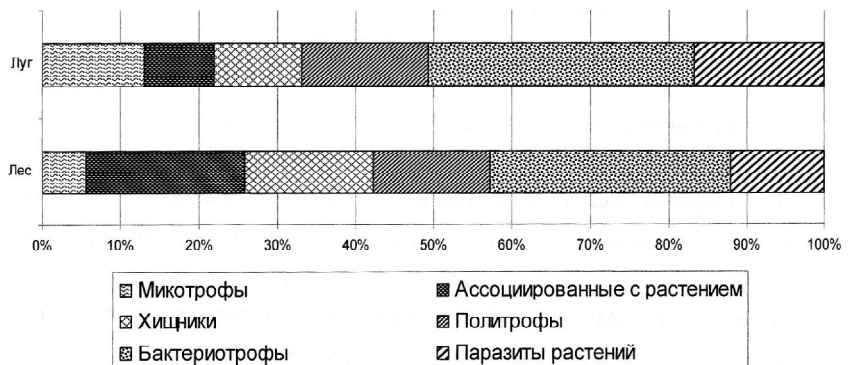


Рис. 4. Трофическая структура сообществ нематод луговых и лесных пойменных биотопов.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта «Выявление закономерностей формирования биоразнообразия, взаимосвязей макро- и микроорганизмов и их роли в трансформации органического вещества в почвах пойменных лесов европейского Северо-Востока» программы Президиума РАН № 23 «Биологическое разнообразие».

ЛИТЕРАТУРА

Brussaard L. Biodiversity and ecosystem functioning in soil // *Ambio*, 1997. Vol. 26. № 8. P. 563-570.

Vinciguerra M.T. Role of nematodes in the biological processes of the soil // *Italian Journal of Zoology*, 1979. Vol. 46. № 4. P. 363-374.

Ferris H., Venette R.C., van der Meulen H.R., Lau S.S. Nitrogen mineralization by bacterial-feeding nematodes: verification and measurement // *Plant and Soil*, 1998. Vol. 203. P. 159-171.

Neher D.A. Role of nematodes in soil health and their use as indicators // *J. Nematol.*, 2001. P. 161-168.

Yeates G.W., Bongers T., de Goede R.G.M. et al. Feeding habits in soil nematode families and genera – an outline for soil ecologists // *J. Nematol.*, 1993. Vol. 4. P. 315-331.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ПЕРЛАМУТРОВКИ БЛАГОРОДНОЙ (*ISSORIA EUGENIA*) (LEPIDOPTERA, NYMPHALIDAE) НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

О.И. Кулакова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: iduna@rambler.ru

Для эффективной охраны и мониторинга численности редких и исчезающих видов животных, а также для обоснования их статуса в региональных Красных книгах большое значение имеет знание их особенностей хорологии и экологии.

Перламутровка благородная *Issoria eugenia* (Eversmann, 1847) – гипоаркто-бореомонтанный вид, основная часть ареала которого располагается в Сибири и на Дальнем Востоке. В 1908 г. известный русский энтомолог А.Н. Кириченко в специальном сообщении указал ее для уральской фауны. Позже Н.Я. Кузнецов в работе, посвященной восточносибирским и американским элементам в лепидоптерофауне Северной Европы (Kuznetsov, 1925), упомянул несколько местонахождений этого вида в Большеземельской тундре. К настоящему времени локальные популяции перламутровки обнаружены на западном макросклоне Приполярного и Полярного Урала от 65 до 68° с.ш., в Воркутинском, Усинском, Интинском и Усть-Цилемском районах, в срединной части Большеземельской тундры (верхнее течение р. Шапкина в районе буровой-23) и в южной части Югорского п-ва (бассейн р. Силоваяха).

На западной периферии ареала перламутровка благородная считается редкой, поэтому включена в Красные книги Республики Коми, Ненецкого, Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов. Биология этой красивой бабочки исследована очень слабо не только в регионе, но и по всему ареалу. На Урале и в Большеземельской тундре не были известны основные места обитания и фенология вида, отсутствовали какие-либо сведения о трофических связях, данные о преимагинальных стадиях развития.

Изучение особенностей хорологии и биологии перламутровки благородной проводилось в

период с 1999 по 2009 г. в различных географических точках Приполярного, Полярного Урала и Большеземельской тундры. В 2004 г. в нижнем течении р. Хальмер-Ю (Полярное Предуралье, ~68° с.ш., 65° в.д.) осуществлялись количественные учеты имаго перламутровки на трансекте 10×2000 м, заложенном в пойме вдоль речного русла. Так как массовый безвозвратный вылов вида не соответствует природоохранным требованиям, для определения обилия имаго была опробована методика маршрутного учета численности и расчета плотности булавоусых чешуекрылых, предложенная Н.Г. Челинцевым (2002). Регистрация бабочек на маршруте осуществлялась невооруженным глазом и с помощью бинокля Pentax 8.5×21 Papilio. Таким же способом проводились учеты вида в 2007 г. в верхнем течении р. Кара вблизи хребта Оченырды.

По типу ландшафтно-зонального распределения на Русской равнине и Урале *Issoria eugenia* относится к северно-бореальной группе, представители которой наиболее характерны для подзоны крайнесеверной тайги и полосы лесотундры. Основными местообитаниями перламутровки здесь являются елово-березовые и лиственничные редколесья и редины, реже пойменные луга. В тундровой зоне она избегает плакорных местообитаний и приурочена главным образом к пойменным разнотравным ивнякам и луговинам. Южнее подзоны крайнесеверной тайги перламутровка благородная не встречается.

Численность локальных популяций в регионе колеблется. Самые многочисленные группировки обнаружены нами в поймах рек Хальмер-Ю и Кара. По нашим учетам, в 2004 г. в пойме р. Хальмер-Ю плотность бабочек в пик лета (18-25 июля) составила 3 экз./м². На р. Кара было зафиксировано близкое значение – 2.5 экз./м². В верхнем течении р. Шапкина обилие вида значительно ниже, в 2003 г. оно не превышало 5-7

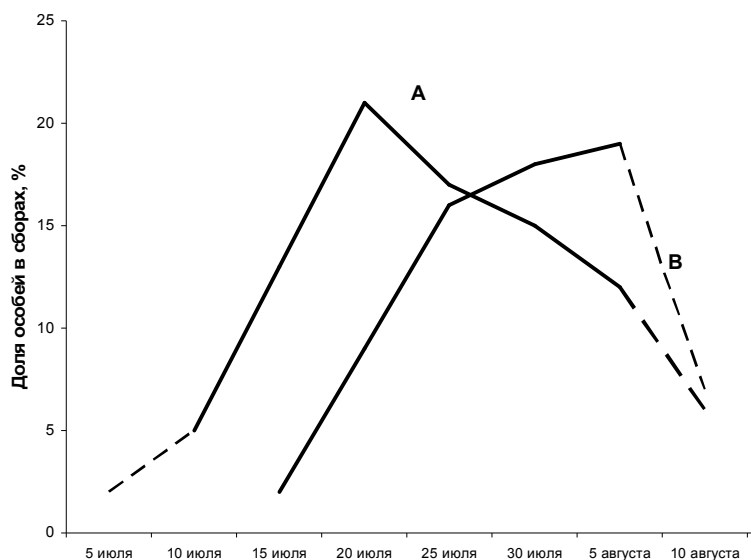
экз./га. Плотность вида в пойме р. Ния (заказник «Хребтовый») в 2008 г. составила 12 экз./га.

Многолетняя динамика численности локальных популяций перламутровки не прослежена. Имеются лишь данные для восточного макросклона Полярного Урала (ст. Красный Камень). По наблюдениям 1994 (А.Г. Татаринов), 1999, 2001, 2008 гг. обилие вида на участке елово-березового леса колебалось незначительно и составило в среднем 5-6 экз./га.

Для перламутровки благородной характерен моноультинный цикл развития. В гипоарктической фауне это один из самых «поздних» видов дневных чешуекрылых. Начало и продолжительность лёта имаго зависят от географической широты местности, высоты горных местообитаний и погодных особенностей года. На Приполярном Урале бабочки начинают встречаться обычно с середины июля, пик лёта наблюдается в последней декаде месяца и заканчивается к концу первой декады августа. На Полярном Урале сроки лёта сдвинуты в среднем на 5-7 дней позже (см. рисунок).

До настоящих исследований биология и морфология преимагинальных стадий развития перламутровки благородной не была исследована. Впервые было установлено, что основным кормовым растением гусениц *Issoria eugenia* в регионе является фиалка двухцветковая. В садках гусеницы охотно питались еще листьями фиалок собачьей, сверхуголой, болотной и др. У имаго вида кормовые предпочтения явно не выражены – они питаются на растениях, которые цветут в местообитаниях в период их лёта: обычно это горец большой, валериана головчатая, тысячелистник, скерда сибирская, различные ястребинки, вероники (*Veronica*), зонтичные, бобовые и др.

Были прослежены особенности кладки яиц. Во время кладки в поисках кормового растения гусеницы самка летает низко над землей, найдя его (фиалку), опускается в гущу травы и судорожно ползает по травинкам и поверхности земли. Время от времени крючкообразно вытягивает брюшко и откладывает по одному яйцу на поверхность субстрата (основание черешков листьев фиалки, травинки и др. растения поблизости). Как правило, самка откладывает по два-три яйца в непосредственной близости друг от друга на площади около 10 см². Длительность эмбрионального периода 7-10 дней. Гусеница первого возраста питается примерно неделю, затем уходит на зимовку среди жухлой листвы, во мху, под камнями. На следующий год личинка активизируется сразу после схода снега и питается до конца июня–начала июля. Окукливание происходит во мху, среди травы, кам-



Динамика относительного обилия *Issoria eugenia*. А – на Приполярном Урале; В – на Полярном Урале.

ней, на стеблях и под листьями крупных трав (чемерица). Бабочки появляются через 14-17 дней.

Региональные популяции перламутровки благородной требуют постоянного мониторинга численности, в том числе и на таких особо охраняемых природных территориях, как национальный парк «Югыд ва» и заказник «Хребтовый». Основным лимитирующим фактором надо признать коммерческий вылов бабочек, так как вид является, пожалуй, самым ценным объектом в регионе для коллекционеров чешуекрылых. Местонахождения вида в Воркутинском, Усинском и Интинском районах, на Югорском п-ове располагаются в зонах интенсивной хозяйственной деятельности. Поэтому численность вида здесь может значительно снизиться также из-за нарушения естественных местообитаний при строительстве дорог, прокладке трубопроводов, проведении изыскательских и геологоразведочных работ, перевыпаса оленей.

Для сохранения локальных популяций вида вне ООПТ необходимо, прежде всего, установить строгий контроль за деятельностью коллекционеров в республике и особенно на Полярном Урале. Поэтому в выявленных местах обитания наиболее многочисленных популяционных группировок необходимо создание энтомологических микрозаказников, где должна быть полностью запрещена любая хозяйственная и рекреационная деятельность.

ЛИТЕРАТУРА

Кузнецов Н.Я. (Kusnetzov N.J.). Some new Eastern and American elements in the fauna Lepidoptera of Polar Europa // Докл. АН СССР. Серия А, 1925. С. 119-122.

Челинцев Н.Г. Маршрутный визуальный учет имаго булавоусых чешуекрылых (проект методики) // Бюл. МОИП. Отд. биол., 2002. Т. 107. Вып. 4. С. 66-69.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ЗИМНЕГО КЛУБА ПЧЕЛ СРЕДНЕРУССКОЙ И КАРПАТСКОЙ РАС

В.Ю. Липатов, А.В. Мурылев, А.В. Петухов

Пермский государственный педагогический университет

E-mail: kzot08@mail.ru

Пчелы широко распространены на земном шаре, занимая различные почвенно-климатические зоны. В процессе эволюции происходили адаптационные изменения пчел к тем климатическим условиям и флоре, в которых оказывались распространявшиеся туда виды. Пермский край – северная граница ареала естественного распространения медоносных пчел, в данном регионе успешно зимуют и продуктивно работают пчелы среднерусской расы (*Apis mellifera mellifera* L.). Они обладают самой высокой зимостойкостью и более устойчивы к нозематозу и европейскому гнильцу по сравнению с другими расами (Петухов, 1995; Кривцов, 2008). Выделено несколько популяций среднерусской расы, одна из них прикамская, отличающаяся по морфологическим и эколого-физиологическим признакам (Шураков и др., 1999). Кроме среднерусской расы в условиях средней тайги Пермского края, многие пчеловоды на своих пасеках начинают разводить карпатскую расу медоносных пчел (*Apis mellifera carpathica*), так как они более миролюбивы, умеренно ройливы и способны лучше работать при слабом медосборе. Зимостойкость карпатских пчел выше, чем у серых кавказских, но ниже среднерусских пчел. По устойчивости к нозематозу и европейскому гнильцу занимают промежуточное положение между этими расами (Гайдар, 1989).

Как известно, температура в экологии биологических видов относится к числу первичных периодических факторов, так как все формы ее изменения (суточные, сезонные и многолетние циклы) действовали задолго до начала биологической эволюции. Они в значительной мере повлияли на направления и общую стратегию адаптиогенеза. У сформировавшихся организмов температура выступает в роли фактора, сдерживающего расширение ареала. Однако внутривидовая конкуренция побуждает к расселению, для чего необходимо приобретать новые адаптации (Еськов, 1990). В жизни медоносных пчел температура является определяющим фактором и играет решающую роль на всех стадиях ее развития, особенно во время выращивания расплода (активный период) и в период зимовки пчел (период репродуктивной диапаузы) когда в семье наблюдается отсутствие расплода. Изучение адаптационных механизмов, которые позволяют переживать суровые климатические условия, в частности вопросов терморегуляции и определения крайних температурных точек, внесло бы ясность в сравнительную характеристику биологии среднерусской и интродуцированной в Пермский край карпатской ра-

сы. Исходя из этого, была поставлена цель – изучить температурный режим зимнего клуба пчелиной семьи среднерусской и карпатской рас.

В задачи исследования входило изучение температурного режима клуба в период зимовки пчелиных семей с помощью современного оборудования. Исследования проводили с 2007 по 2011 г. на пасеках Пермского края на пчелах среднерусской и карпатской рас, зимующих на воле. Для измерения температуры клуба пчелиных семей впервые был использован прибор «Термодат-26» с классом точности 0.1°, позволяющий записывать температуру одновременно в десяти точках. Прибор состоит из двух блоков – основного и блока индикации. В основном блоке имеется архив памяти, в который записываются данные, фиксируемые датчиками. Период записи данных в архив можно регулировать. Температура фиксировалась в центре и по краям клуба одновременно с температурой окружающей среды через 5 мин. Постановка датчиков в клуб производилась на глубину 10 см. Датчик, фиксирующий наружную температуру, находился на высоте 70 см от земли. Приборы имеют связь с компьютером через конвертор, с помощью которого информация копируется, и полученные значения обрабатываются в программе Excel. Цифровые значения по динамике температуры представлены в графической форме.

Осенью, когда внешняя температура понижается до 6-8 °С и в пчелиной семье сокращается количество расплода, медоносные пчелы приступают к формированию зимнего клуба. Длительность периода диапаузы отличается у разных рас. Матка среднерусской расы пчел раньше заканчивает откладку яиц, и последний расплод выходит в сентябре. Период диапаузы длится с октября по апрель, а безоблетный – с 20 сентября по 20 апреля. Последний расплод у пчел карпатской расы выходит в октябре и иногда даже не все пчелы успевают облететься. Период диапаузы длится с ноября по март, а безоблетный период с 20 октября по 20 марта, что неоднократно было зафиксировано во время исследований. Среднерусские пчелы начинают развиваться позже, но с наступлением активного периода матки быстро увеличивают яйценоскость и развитие пчелиных семей идет очень бурно. Это дает возможность среднерусским пчелам сохранить себя к окончанию зимовки и начать бурное развитие с наступлением устойчивой весны. Карпатские пчелы, наоборот, начинают развиваться раньше, тем самым изнашивают себя, пчелиные семьи к активному периоду сильно ослабевают, а иногда даже

погибают. Наибольшая гибель пчел приходится на переходные периоды развития семьи. Один из них – смена безоблетного периода на летный, происходящий у пчел среднерусской и карпатской рас в разные календарные сроки. Так, у среднерусских пчел в начале марта период покоя все еще продолжается, а карпатки в это же время уже выращивают расплод, что сопровождается повышением обмена веществ и высоким расходом кормовых запасов (Черевко, 2004).

Анализируя температурный режим клуба медоносных пчел, можно отметить, что пчелы карпатской расы на всем протяжении периода диапаузы в центре поддерживают более высокую и стабильную температуру по сравнению с пчелами среднерусской расы в той же зоне, на что затрачивают большое количество кормовых запасов. Температура в центре клуба у пчел карпатской и среднерусской рас составляет соответственно 28.6 и 26.9 °С, а в краевой части – 19.8 и 17.1 °С (рис. 1 и 2). Для того, чтобы поддерживать оптимальные условия при низкой наружной температуре, пчелы среднерусской расы уплотняют клуб, об этом говорит минимальная температура, зафиксированная в краевой части (рис. 2). А пчелы карпатской расы при низких температурах начинают поедать больше кормовых запасов, за счет этого поднимается температура в центре и с краю клуба.

В период диапаузы пчелы карпатской расы ведут более активный образ жизни, и интенсивность метаболических процессов выше по сравнению со среднерусской расой. Активная часть пчел карпатской расы составляет только 61.5% особей, остальные 38.5% – малоактивные. У активных пчел в зимний промежуток времени быстрее накапливаются каловые массы до возможного предела, а при длительном безоблетном периоде такое явление приводит к массовой гибели.

Таким образом, при одинаковых условиях содержания пчел среднерусской и карпатской рас карпатки на поддержание оптимального микроклимата затрачивают больше энергии, поедая большое количество кормовых запасов, быстрее изнашиваются, что в условиях средней тайги Пермского края приводит к гибели семей в отдельные годы.

Выводы:

1. Период диапаузы у медоносных пчел среднерусской расы длится семь месяцев (октябрь–апрель), а безоблетный период с 20 сентября по 20 апреля; у карпатской расы – с ноября по

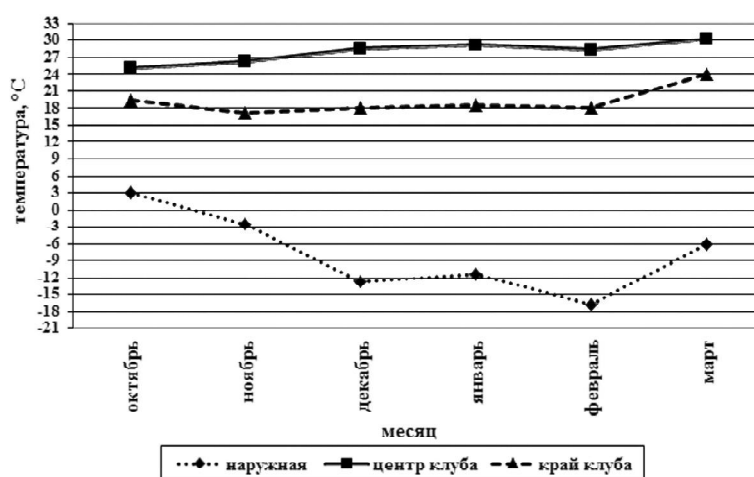


Рис. 1. Динамика температуры в клубе пчел карпатской расы в период диапаузы.

март, а безоблетный – с 20 октября по 20 марта;

2. В результате исследований впервые были получены данные о температурном режиме клуба пчелиных семей среднерусской и карпатской рас в период диапаузы;

3. Пчелы карпатской расы на всем протяжении периода диапаузы в центре и с краю клуба поддерживают более высокую и стабильную температуру, которая составляет соответственно 28.6 и 19.8 °С;

4. Результаты исследования еще раз свидетельствуют о том, что пчелы карпатской расы не подходят для разведения в суровых климатических условиях Пермского края с продолжительным безоблетным периодом.

ЛИТЕРАТУРА

Еськов Е.К. Экология медоносной пчелы. М.: Россельхозиздат, 1990. 221 с.

Гайдар В.А., Пилипенко В.П. Карпатские пчелы. Ужгород: Карпаты, 1989. 320 с.

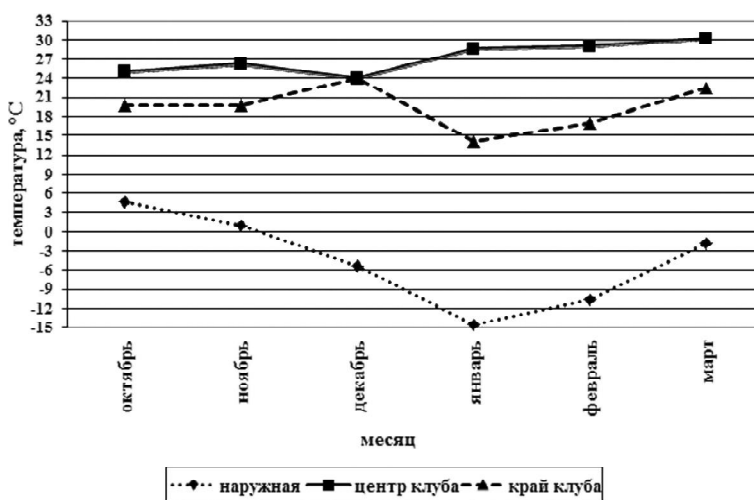


Рис. 2. Динамика температуры в клубе пчел среднерусской расы в период диапаузы.

Кривцов Н.И. Генофонд пчел *Apis mellifera mellifera* в России // Материалы Международной конференции «Пчеловодство – XXI век. Темная пчела (*Apis mellifera* L.) в России». М.: Пищепромиздат, 2008. С. 22-27.

Петухов А.В. Эколого-морфологические адаптации медоносной пчелы к северным условиям ареала: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 1995. 16 с.

Шураков А.И., Еськов Е.К., Петухов А.В. Сохранение генофонда среднерусских пчел и основные направления развития пчеловодства в Пермской области. Пермь: ПГПУ, 1999. 31 с.

Черевко Ю.А., Аветисян Г.А. Пчеловодство. М.: АСТ, 2004. 375 с.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И РАЗНООБРАЗИЕ СУБФОСИЛЬНЫХ МОЛЛЮСКОВ В АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ПОВЕРХНОСТИ ТРАВЕРТИНОВОГО КАСКАДА ДРЕВНЕГО ТЕРМАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА УРОЧИЩА ПЫМВАШОР (БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА)

А.А. Любас, Ю.В. Беспалая

Институт экологических проблем севера УрО РАН

E-mail: renato@yandex.ru

Гидротермальные источники Субарктики являются местом обитания многих живых организмов, в том числе моллюсков. Это объясняется относительно постоянным и благоприятным микроклиматом гидротерм в течение всего года. Вокруг горячего источника формируется экстремально биотический биоценоз, свойственный более южной климатической зоне. Общеизвестно, что у моллюсков, обитающих в горячих источниках, происходят изменения онтогенеза и, как следствие, по размерным параметрам они существенно отличаются от представителей аналогичных видов вне гидротерм (Хмелева и др., 1985). Следует также отметить, что ископаемые моллюски в отложениях горячих источников являются важным материалом для палеогеографических и палеоэкологических реконструкций.

Травертиновая постройка древнего термального источника, сложенная известковыми туфами позднечетвертичного возраста (поздний плейстоцен–голоцен), была обнаружена в термальном урочище Пымвашор, расположенном в бассейне р. Адзъва (Большеземельская тундра, юго-восточная часть Ненецкого автономного округа).

По результатам ландшафтной съемки данной постройки было выявлено наличие каскада травертиновых террас, перекрытых слоем аллювиальных отложений средней мощностью 35 ± 4.3 см. В данном слое в большом количестве присутствуют субфосильные раковины гастропод, принадлежащие к шести видам, двум родам (*Lymnaea* и *Anisus*).

Всего из 12 проб рыхлых отложений, отобранных в случайном порядке в различных частях травертиновой постройки, была извлечена 841 раковина гастропод, определена их видовая принадлежность, в том числе *Anisus laevis* – 199, *Lymnaea ovata* – 328, *L. lagotis* – 220, *L. fontinalis* – 66, *L. palustris* – 27.

Среднее количество раковин гастропод в пробе составляет 70 ± 6.46 экз. (в том числе *Anisus laevis* – 16.58 ± 3.6 , *Lymnaea ovata* – 26.25 ± 2.09 ,

L. lagotis – 18.25 ± 1.16 , *L. fontinalis* – 6.17 ± 1.44 , *L. palustris* – 2.75 ± 0.95).

Численность представителей вида *L. ovata* остается относительно высокой во всех 12 пробах. В девяти пробах данный вид доминирует по численности, а его количественное преобладание над остальными видами рода *Lymnaea* отмечено во всех пробах, кроме одной. Наибольшее количество раковин *L. ovata* в одной пробе составляет 35 экз., наименьшее – 14. Среднее количество раковин *L. ovata* в пробе составляет 26.25 ± 2.09 экз. Средние высота и ширина исследуемых раковин *L. ovata* составляют соответственно 5.0 ± 0.08 и 3.4 ± 0.06 мм. Они имеют правильно яйцевидную форму, тонкостенные. Завиток широкий в основании, имеет вид призматического конуса, его средняя высота составляет 0.29-0.30 ВР. Предпоследний оборот довольно крупный и высокий в сравнении с предшествующими ему. Последний оборот крупный, высокий, умеренно вздут, округлой формы. Устье умеренной ширины, яйцевидное. Его средняя высота у исследуемых представителей составляет 0.7 высоты раковины. Среднее значение основного индекса раковины (ОИР) для данного вида – 1.3, в то время как у исследуемых нами представителей *L. ovata* оно составляет 1.49 (Хохуткин и др., 2009).

Также велика численность *L. lagotis*, ее среднее значение в одной пробе составляет 18.25 ± 1.16 , максимальное количество представителей данного вида, обнаруженное в одной пробе, – 25 экз. В одной из 12 проб количество раковин *L. lagotis* наибольшее среди всех видов. Средние размеры обнаруженных раковин *L. lagotis* составляют $5.54 \pm 0.11 \times 3.4 \pm 0.06$ мм. Раковины имеют яйцевидно-коническую форму, тонкостенные. Завиток высококонический, заметно возвышающийся, его средняя высота составляет около 0.34 высоты раковины. Последний оборот высокий (0.88 высоты раковины), умеренно вздутый, устье широкоовальное (Хохуткин и др., 2009).

Помимо *L. ovata* и *L. lagotis*, в аллювиальных отложениях на поверхности травертиновой постройки нами были обнаружены раковины *L. fontinalis*. Их количество в одной пробе варьирует от одного до 15 экз. Средние размеры раковин *L. fontinalis* – $6.14 \pm 0.18 \times 4.15 \pm 0.13$ мм. Они имеют широкояйцевидную форму. Обороты довольно выпуклые, равномерно закруглены. Завиток крупный, возвышающийся (но менее, чем у *L. lagotis*), в форме широкого конуса. Его средняя относительная высота составляет 0.31 высоты раковины. Последний оборот высокий (в среднем 0.89 высоты раковины). Устье широкое, овальной формы (Определитель..., 2004).

В шести пробах обнаружены раковины прудовиков башневидной, высококонической, яйцевидно-конической форм, по-видимому, относящиеся к виду *L. palustris*. На это указывает среднее значение высоты завитка раковины у данных экземпляров, которое составляет 0.46 высоты раковины (что намного превосходит аналогичные значения у *L. ovata*, *L. lagotis* и *L. fontinalis*). Раковины башневидно-конические, их средний размер составляет $6.06 \pm 0.28 \times 3.2 \pm 0.13$ мм. Обороты слабо выпуклые или совсем плоские, нарастают равномерно, разделены мелким скошенным швом. Последний оборот довольно высокий (средняя высота – 0.77 высоты раковины), умеренно расширенный в сравнении с оборотами завитка. Устье овальное с заметным углом в верхней части, умеренно расширено (Круглов, 2005).

Кроме представителей рода *Lymnaea*, в аллювии в большом количестве обнаружены раковины, принадлежащие к роду *Anisus*, причем подавляющее большинство из них относится к виду *A. laevis*. Они имеют нерегулярно бороздчатую, спиральную скульптуру, выпуклые обороты с глубоким швом. Конец предпоследнего оборота не отклоняется от равнины. Средняя ширина раковин *A. laevis* – 2.98 ± 0.03 мм. Средняя ширина раковины при одном обороте – 0.28 ± 0.01 , при двух – 0.95 ± 0.03 мм, средняя ширина внутренних оборотов с апикальной стороны 1.09 ± 0.02 мм, средняя ширина трубки последнего оборота с апикальной стороны – 1.18 ± 0.02 мм. Максимальное количество раковин

A. laevis в одной пробе составляет 46 экз., минимальное – два (Круглов, 2005).

Таким образом, можно сделать вывод: видовой состав ископаемой малакофауны, обнаруженной в аллювии на поверхности травертинового каскада, и обилие отдельных видов отличаются от современных показателей. Доминирующими видами как в современных, так и в древней гидротермальной экосистемах являются гастроподы семейств *Lymnaeidae* и *Planorbidae*, в том числе *L. ovata*, *L. lagotis*, *L. fontinalis* и *A. laevis*. Необходимо отметить, что обилие *L. lagotis* и *L. fontinalis*, обитающих в современных источниках термальных зон № 1 и 2, ниже, чем в древней гидротермальной экосистеме. Кроме того, в аллювиальных отложениях на поверхности древней травертиновой постройки встречаются *L. palustris*, которые не обнаружены в источниках термальных зон № 1 и 2 (Круглов, 2005).

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 10-04-00897, междисциплинарного проекта УрО РАН «Ландшафтно-зональные условия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере», ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и гранта Президиума Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МД-4164. 2011.5.

ЛИТЕРАТУРА

Круглов Н.Д. Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. Смоленск: Изд-во СГПУ, 2005. 507 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб.: Наука, 2004. Т. 6. 528 с.

Хмелева Н.Н., Голубев А.П., Лаенко Т.М. Экология брюхоногих моллюсков из горячих источников Камчатки // Журн. общей экологии, 1985. № 2. С. 230-240.

Хохуткин И.М., Винарский М.В., Гребенников М.Е. Моллюски Урала и прилегающих территорий. Ч. 1. Семейство Прудовиковые Lymnaeidae (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeiformes) / Под ред. И.А.Васильевой. Екатеринбург: Голицынский, 2009. 162 с.

ОПЫТ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА НЕЛЬМЫ (*STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* PALL.) В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Лютиков

Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства

E-mail: tokmo@mail.ru

Нельма – ценный и самый крупный представитель семейства сиговых. Ее предельные размеры составляют 162 см в длину при массе 49.3 кг (Кириллов, 1972).

Высокие вкусовые качества и крупные размеры позволили сделать нельму желаемым объ-

ектом промышленного рыболовства, в связи с чем на протяжении долгих лет повсеместно наблюдается снижение численности природных популяций. В современных условиях сохранение и восстановление этих популяций только за счет естественного воспроизводства становит-

ся уже невозможным, требуется принятие срочных мер по их искусственному воспроизводству. Наиболее рациональным является использование индустриального метода.

Опыты по индустриальному воспроизводству нельмы на примере кубенской популяции проводятся в настоящее время на рыбноводном хозяйстве ООО «Форват» (Ленинградская область), где в ноябре 2009 г. специалистами лаборатории аквакультуры и воспроизводства ценных видов рыб ФГНУ «ГосНИОРХ» было заготовлено 18 млн. шт. икры от производителей, выращенных на искусственных кормах. Полученная икра проходила инкубацию непосредственно на рыбноводном хозяйстве ООО «Форват», а также в цехе ООО «Новосибирский рыбзавод» (район Новосибирской ГЭС), куда икра была доставлена в конце февраля 2010 г.

Условия инкубации на обоих рыбноводных хозяйствах приблизительно одинаковыми: икра инкубировалась в аппаратах Вейса с проточной водой 2.5-3 л/мин. при схожем температурном режиме. Массовый выклев на ООО «Форват» был 3-5 мая при температуре воды 6.0-6.4 °С. Суточные предличинки имели среднюю длину 13.4 мм при массе 10.4 мг.

После выклева личинки пересаживались в лотки размером 4.2×0.7×0.7 м³. Плотность посадки из-за недостатка рыбноводных емкостей была вынужденно высокой и составляла 150 тыс. экз./м³, в течение месяца плотность сократили до 20 тыс. экз./лоток. Норма кормления рассчитывалась в соответствии с методическими рекомендациями по биотехнике индустриального выращивания рыбопосадочного материала сиговых рыб (Князева, Костюничев, 1991), этапность личиночного развития определялась по схеме, предложенной И.И. Смольяновым (1957).

Кормление личинок нельмы проводилось искусственным кормом фирмы Sorpens Troco на вторые сутки после выклева, и к концу первой недели подращивания у 80% особей отмечалось наличие пищи в кишечной трубке. Желточный мешок был израсходован более чем наполовину, хотя встречались особи с полностью рассосавшимся желтком и пустым кишечником (вероятно, эти особи не перейдут на внешнее питание и в последующем погибнут). К концу недели личинки достигли средней длины 15.4 мм при массе 12.3 мг.

На 14-е сутки 72% личинок нельмы перешли на внешнее питание искусственным кормом, что связано с началом формирования желудка и переходом молоди на следующий (II) этап развития. Желточный мешок полностью рассосался, но жировая капля по-прежнему просматривалась. В хвостовом плавнике началась закладка костных лучей, скопление мезенхимы в области грудных и анального плавников. Личинки кубенской нельмы после двух недель под-

ращивания имели среднюю длину 15.8 мм и массу 12.6 мг.

Спустя неделю при длине 17.0 мм и массе 16.0 мг практически все особи перешли на III этап личиночного развития. На данном этапе происходят изменения в пищеварительной системе, связанные с развитием пилорических придатков в передней части кишечника, которые на зачаточном уровне имеют форму небольших бугорков. Непарные плавники начинают обособливаться, а в спинном и анальном наблюдается появление мезенхимных лучей. Хвостовой плавник принимает трехлопастную форму.

В возрасте 28 сут. у личинок нельмы появился зачаток плавательного пузыря, который в течение недели у 96% особей заполнился воздухом, что свидетельствовало о переходе молоди на следующий (IV) этап развития. Тем не менее серебристый пигмент в перитонеуме был развит слабо, за счет чего личинки оставались прозрачными. Средняя длина и масса нельмы составляла 19.4 мм и 29.5 мг соответственно.

Через месяц после вылупления плотность посадки личинок в лотке была уменьшена до оптимальных величин, что благотворно повлияло на последующий темп роста и развитие: на 35-е сутки до 64% особей перешли на V этап личиночного развития, а средняя длина и масса составили 23.9 мм и 62.8 мг соответственно. Спинной, брюшной и анальный плавники увеличились в размерах, хвостовой плавник принял гомоцеркальную форму, преанальная непарная плавниковая складка по-прежнему присутствовала, но значительно уменьшилась. Уменьшилась в высоту и жировой плавник. Жаберная крышка стала полностью прикрывать жабры молоди. Личинка по внешнему виду все больше становилась похожа на взрослую особь.

Шестой, заключительный, этап личиночного развития у нельмы отмечен на 38-е сут. с момента выклева, а на 42-е определен у 64% особей (средние размеры – 26.2 мм, 153 мг). Этап характеризуется формированием в пищеварительном тракте петлеобразного изогнутого желудка, сильной пигментацией тела и накоплением гуанина в перитонеуме. Все плавники, за исключением грудных, приобрели форму плавников взрослой рыбы.

Заключительный этап продолжался около 10 дней и к 22 июня (51-е сут.) практически завершился: более половины особей нельмы находились на мальковой стадии (преанальная складка редуцируется, плавники приобретают definitivo строение, появляется чешуя), остальные экземпляры находились на стадии перехода от личиночной к мальковой.

Спустя неделю вся молодь нельмы перешла на стадию малькового развития, после чего была высажена в садок в озеро для последующего выращивания. На момент посадки средние раз-

Таблица 1

меры мальков составляли: длина – 35.8 мм, масса – 255 мг. Выживаемость молоди в бассейнах равнялась 42.5%. Рост молоди кубенской нельмы представлены в табл. 1.

Исходя из данных табл. 1, можно увидеть, что рост личинок нельмы был неравномерным. В первые две недели после выклева сказывалось действие низких температур, увеличивающих потребность молоди в собственных энергетических ресурсах (Князева, 1988) и отрицательно влияющих на развитие пищеварительной системы (Богданова, 1977). После 17 мая с повышением температуры воды наблюдается ускорение в росте молоди. Разреживание плотности посадки также благоприятно повлияло на темп роста нельмы, сокращая конкуренцию среди личинок за кормовые ресурсы и улучшая условия содержания.

В условиях рыбоводного хозяйства ООО «Новосибирский рыбзавод», где икра кубенской нельмы проходила доинкубацию с февраля месяца, выклев пришелся на 10-18 мая при температуре воды 5-8 °С. Средние размеры постэмбрионов на момент выклева составляли в длину 15.0 мм при массе 13.8 мг (табл. 2).

Кормление личинок нельмы было начато на вторые сутки после выклева, в качестве корма использовались науплии и цисты артемий. Через неделю, наряду с живыми кормами, стали применять искусственные (наименование корма авторами не указывается), предварительно измельченные корма. По достижению личинками нельмы навески 32 мг в их рацион была включена дафния (Егоров и др., 2010).

Анализируя материалы обоих опытов, можно сделать вывод, что при подрачивании личинок

Рост нельмы на искусственных кормах в бассейнах рыбоводного хозяйства ООО «Форват»

Дата	t, °С	Длина, мм			Масса, мг	п, экз.
		X ± m	Cv	Lim (min-max)	X	
03 мая	6.0	13.4±0.13	5.04	11.5-14.3	10.4	32
10 мая	6.8	15.4±0.07	2.33	14.5-16.0	12.3	40
17 мая	10.0	15.8±0.12	4.00	14.1-16.5	12.6	33
25 мая	13.2	17.0±0.15	4.51	14.8-18.2	15.98	99
31 мая	14.2	19.4±0.23	5.99	17.2-22.0	29.5	29
08 июня	13.9	23.9±0.20	4.23	20.0-24.9	62.8	25
15 июня	14.2	26.2±0.44	8.39	21.0-30.5	153	25
22 июня	14.6	31.7±0.41	6.42	28.8-38.5	184	25
29 июня	16.2	35.8±0.67	9.32	30.0-40.0	255	25

нок на старте естественным кормом при благоприятных температурных условиях (ООО «Новосибирский рыбзавод») нельма росла лучше, нежели в опыте, проводимом в Ленинградской области. Однако при переводе молоди на искусственный корм существует вероятность, что не все особи начинают его потреблять. По данным Л.М. Князевой с соавт. (1984), молодь сиговых при кормлении естественной пищей с последующим использованием смешанного корма (искусственного и естественного) выбирает только живой. После удаления из рациона живого корма рыбы поедают искусственный, но интенсивность питания и, соответственно, темп роста резко снижаются. Возможно, с этим связан высокий показатель варьирования признаков при подрачивании нельмы на Новосибирском рыбзаводе, так как не всем личинкам удавалось получать более приоритетный живой корм в требуемом количестве, а искусственный они не воспринимали.

После повышения температуры воды на ООО «Форват» до 13.0 °С (см. табл. 1) появилась тенденция к увеличению темпов роста нельмы и сокращению разницы весовых показателей меж-

Рост нельмы на смешанных кормах в бассейнах ООО «Новосибирский рыбзавод» (по материалам Е.В. Егорова с соавт., 2010)

Таблица 2

Дата	t, °С	Длина, мм			Масса, мг			п
		X ± m	Cv	min-max	X ± m	Cv	min-max	
18 мая	7.5	15.0±0.02	1.13	14.0-16.0	13.7±0.04	2.12	13.0-14.1	55
24 мая	11.8	15.8±0.05	1.46	14.0-17.0	17.3±0.11	2.72	15.0-24.0	20
28 мая	13.5	17.0±0.04	1.06	15.0-18.0	19.5±0.16	3.59	15.0-21.0	20
01 июня	14.6	17.4±0.03	0.92	16.0-19.0	20.9±0.13	3.40	8.0-27.0	30
09 июня	16.3	17.6±0.03	0.97	16.0-20.0	36.4±0.40	6.79	16.0-43.0	38
11 июня	18.6	18.7±0.06	1.71	16.0-22.0	44.2±1.53	18.37	14.0-60.0	28
15 июня	19.6	19.8±0.08	2.02	14.0-26.0	45.1±1.27	14.94	20.0-100.0	28
17 июня	20.0	20.6±0.09	2.33	15.0-25.0	68.6±0.82	6.55	16.0-115.0	30
22 июня	20.6	23.2±0.10	2.50	16.0-29.0	97.5±2.14	12.62	19.0-205.0	33
28 июня	17.7	24.2±0.07	1.78	20.0-30.0	103.8±0.94	5.66	43.0-203.0	39
08 июля	18.4	45.0±0.16	0.62	40.0-50.0	1000.0±0.12	0.02	600.0-1350.0	3
20 июля	18.4	81.0±0.18	0.31	78.0-83.0	5500.0±0.35	0.003	5000.0-6000.0	2
30 июля	17.5	105	–	–	15000	–	–	1

ду сравниваемыми результатами двух рыбоводных хозяйств. К 44-м сут. с момента выклева молодь нельмы, выращенная в Ленинградской области, по размерным показателям опережала «сверстников» с Новосибирского рыбзавода в среднем на 49.2 мг по массе и на 2 мм в длину (153.0 и 103.8 мг; 26.2 и 24.2 мм соответственно). В дальнейшем сравнение темпов роста не проводилось из-за маленькой выборки в опыте в Новосибирске после 8 июля.

Таким образом, определяющим фактором при подращивании личинок кубенской нельмы, помимо температурного режима и плотности посадки, является, несомненно, и методика кормления. При кормлении молоди нельмы на старте искусственными кормами в совокупности с оптимальными условиями содержания можно добиться результатов, не уступающих методике кормления с применением живых кормов. Тем более, что получение живого корма приводит к дополнительным затратам как финансовым, так и трудовым, а последующий перевод личинок с естественного на искусственный корм способен отрицательно повлиять на темп их роста и выживаемость.

ЛИТЕРАТУРА

- Богданова Л.С. Рост и развитие личинок кубенской нельмы в условиях разных температур и режимов кормления // Вопросы ихтиологии, 1977. Т. 17. Вып. 4. С. 659-667.
- Егоров Е.В. и др. Первый опыт искусственного воспроизводства нельмы в рыбоводном хозяйстве Новосибирского рыбоводного завода // Материалы II Международной конференции «Современное состояние водных биоресурсов». Новосибирск, 2010. С. 238-240.
- Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. М., 1972. 260 с.
- Князева Л.М., Остроумова И.Н., Богданова Л.С. Влияние разных искусственных кормов на рост и развитие личинок чира *Coregonus nasus* (Pallas) // Вопросы ихтиологии, 1984. Т. 24. Вып. 1. С. 114-121.
- Князева Л.М. Итоги и перспективы выращивания и кормления сиговых в условиях индустриального рыбоводства: Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1988. Вып. 275. С. 26-37.
- Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике выращивания рыбопосадочного материала сиговых. Л.: ГосНИОРХ, 1991. 30 с.
- Смольянов И.И. Развитие белорыбицы, нельмы и сига-нельмушки // Труды Ин-та морфологии животных им. Северцова, 1957. Т. 20. С. 232-294.

ИЗМЕНЕНИЕ ТОЧКИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ТКАНЕЙ ТЕЛА МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ В ТЕЧЕНИЕ ГОДА

А.В. Мурылев, В.Ю. Липатов, А.В. Петухов

Пермский государственный педагогический университет

E-mail: mavrus@list.ru

Россия обладает большим разнообразием природно-климатических условий и предоставляет широкие возможности для развития разных рас медоносных пчел. Но следует помнить, что нет такой расы пчел, которая была бы приспособлена для обитания абсолютно во всех зонах страны. Пермский край – северная граница ареала естественного распространения медоносных пчел. Успешно зимовать и продуктивно работать в этой зоне могут лишь пчелы среднерусской расы (*Apis mellifera mellifera* L.). Они лучше, чем пчелы других рас, переносят длительную зимовку и более устойчивы к заболеваниям нозематозом и европейским гнильцом (Кривцов, 1995, 2008). Пермские ученые с 1987 по 1998 г. провели широкомасштабные и углубленные исследования генофонда пчел области и выявили два экотипа среднерусских медоносных пчел, отличающихся по морфологическим и эколого-физиологическим признакам от других экотипов этой расы на территории России. Назвали их «прикамскими» (Шураков, Еськов, 1999). Кроме пчел прикамской популяции среднерусской расы в условиях средней тайги Пермского края, многие пчеловоды на своих пасеках начинают разводить интродуцированную кар-

патскую расу медоносных пчел (*Apis mellifera carpathica*). Основные доводы сводятся к тому, что карпатские пчелы более миролюбивы, умеренно ройливы и способны лучше работать при слабом медосборе (Гайдар, 1989; Боднарчук, 2008).

Изучение адаптационных механизмов, позволяющих медоносным пчелам переживать суровые климатические условия, в частности вопросов терморегуляции и определение крайних температурных точек, внесло бы ясность в характеристику биологии данной популяции и всего вида пчела медоносная. Е.К. Еськовым предложен показатель, характеризующий переход тканей пчелы из одного агрегатного состояния в другое при действии низких температур, который называют точкой максимального переохлаждения (ТМП) или точкой кристаллизации. Точка кристаллизации зависит в основном от физико-химического состава вещества. Регистрация показателя точки кристаллизации происходит во время образования кристаллов при переходе из одного агрегатного состояния в другое. При достижении ТМП пчелы чаще всего погибают из-за разрывов тканей и органов, поэтому ТМП характеризует критический уровень холодостойкости (Еськов, 2007).

В задачу исследования входило изучение устойчивости медоносных пчел среднерусской и карпатской рас к низким температурам в зимний период; изучение точки кристаллизации пчел весенней и летней генераций. Исследования проводили с 2006 по 2011 г. на пасеках Пермского края на пчелах карпатской расы и пчелах прикамской популяции среднерусской расы. Согласно методике ТМП измеряли в трех отделах тела медоносной пчелы (голове, груди, брюшке). Для исследований ежемесячно брали по 30 пчел среднерусской и карпатской рас. Измерения производили с помощью хром-копелевой термопары, укрепленной на деревянной основе. Термопару вводили в один из отделов тела пчелы и помещали в морозильную камеру холодильника. Температуру регистрировали прибором Mastech MS8226, связанным с компьютером через интерфейс RS-232. С помощью компьютерной программы фиксировали точку перехода жидкости из одного агрегатного состояния в другое. Для выявления связи между количеством свободной воды в организме пчел и их зимостойкостью провели сравнение ТМП с процентным соотношением свободной воды в теле медоносных пчел в разные периоды их жизни. Количество свободной воды определяли как разность результатов двух взвешиваний тела пчелы: сырой массы и постоянной массы, достигнутой просушиванием образца при температуре 102 °С в течение 2 сут. Полученный материал обработан общепринятыми методами вариационной статистики (Плохинский, 1980) с проверкой достоверности результатов, с помощью критерия Стьюдента на компьютере с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2007.

Анализируя ТМП головы у медоносных пчел карпатской и среднерусской рас, можно отметить, что у среднерусской расы максимальных отрицательных значений ТМП головы по средним показателям достигла в феврале и составила -11.22 ± 0.46 °С; у карпатской расы она была выше и составила -9.16 ± 0.38 °С также в феврале (рис. 1). Однако у отдельных особей пчел были зафиксированы и более низкие значения точки кристаллизации головы: у среднерусской расы -14.24 °С, у карпатской -11.43 °С. Самые высокие средние показатели ТМП у исследуемых рас были зафиксированы в августе, у среднерусской расы они составили -3.53 ± 0.41 °С; у карпатской -3.37 ± 0.24 °С. Относительно общей динамики ТМП головы можно отметить, что минимальная температура точки кристаллизации на протяжении всей зимовки наблюдалась у среднерусских пчел. Коэффициент Стьюдента (t) в этот период был равен 4.18. У пчел летней генерации среднерусской и карпатской рас значения ТМП головы достоверных отличий не имели, ($t=2.16$).

В грудном отделе температура точки кристаллизации была выше. У среднерусской расы своих максимальных отрицательных показателей ТМП груди по средним значениям достигла в январе и составила -7.98 ± 0.28 °С; у карпатской -7.25 ± 0.37 °С в марте (рис. 2). Абсолютный минимум у среднерусской расы был зафиксирован в марте (-10.42 °С), у карпатской расы также в марте (-9.28 °С). В летний период у обеих рас медоносных пчел средние показатели ТМП груди были выше. В августе они составили у среднерусской расы -3.66 ± 0.35 °С, у карпатской -3.90 ± 0.39 °С. Анализируя общую динамику, можно отметить, что у карпатских пчел до середины зимовки ТМП груди была выше, во второй половине зимовки и в ее конце показания ТМП груди приблизились к значениям пчел среднерусской расы.

Более высокая температура точки кристаллизации была в брюшном отделе. У среднерусской расы своей минимальной температуры ТМП брюшка по средним показателям достигла в марте и составила -8.21 ± 0.41 °С; у карпатской расы минимальные температуры также отмечены в марте (-7.18 ± 0.28 °С) (рис. 3). Абсолютный минимум у исследуемых рас был зафиксирован в марте, у среднерусской расы он составил -10.83 °С, у карпатской -9.74 °С. Самые высокие средние значения ТМП брюшка были зафиксированы у летней генерации пчел. В августе они составили у среднерусской расы -3.84 ± 0.22 °С, у карпатской -4.05 ± 0.20 °С. Исходя из общей динамики ТМП брюшка, можно отметить, что в период зимовки минимальные температуры замерзания тканей преобладают у среднерусской расы ($t=3.48$). У пчел весенней и летней генераций среднерусской и карпатской

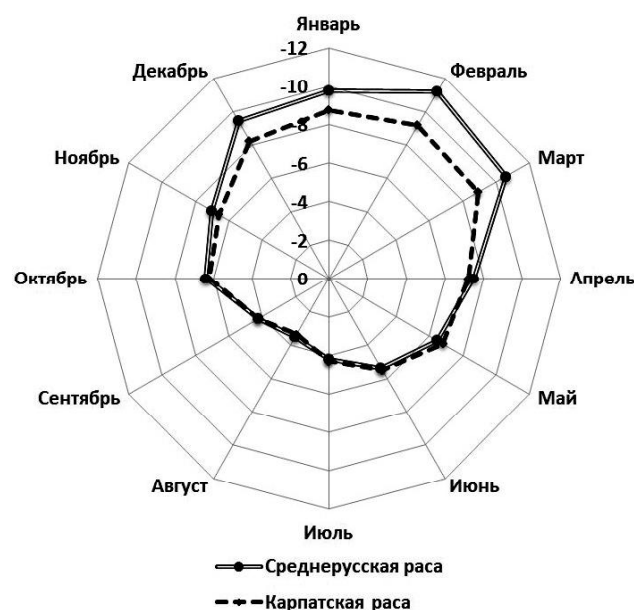


Рис. 1. Средние показатели ТМП головы у медоносных пчел Пермского края.

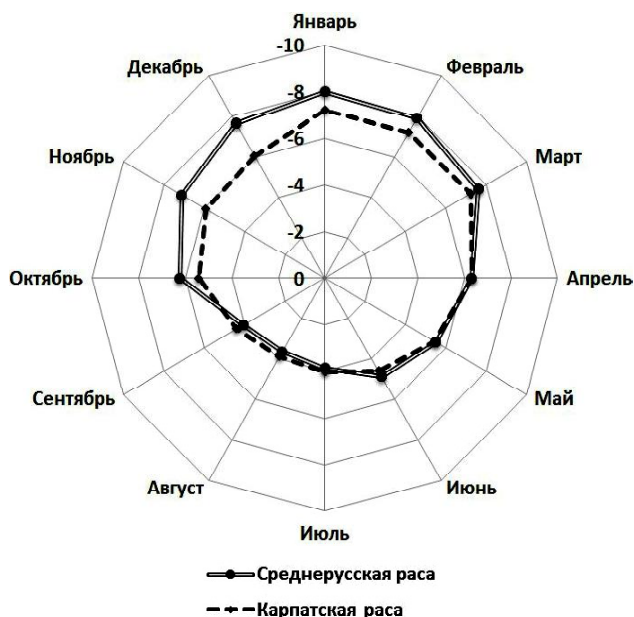


Рис. 2. Средние показатели ТМП груди у медоносных пчел Пермского края.

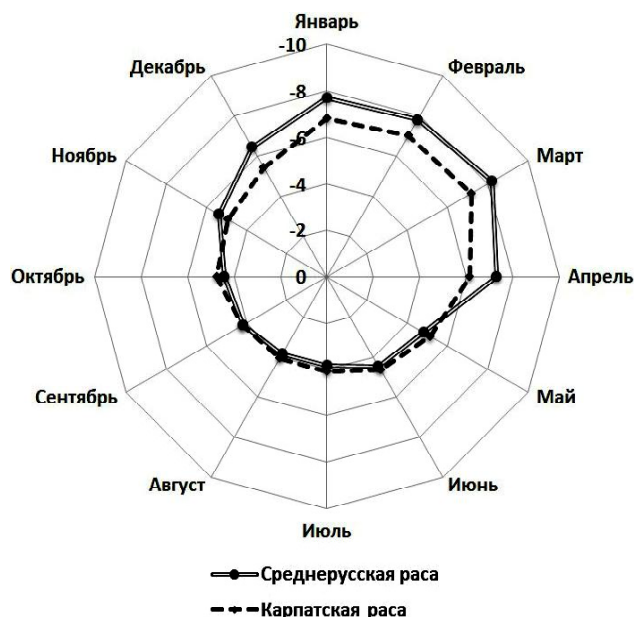


Рис. 3. Средние показатели ТМП брюшка у медоносных пчел Пермского края.

рас значения ТМП брюшка достоверно не отличались ($t=2.04$).

В ходе исследований была отмечена зависимость между содержанием свободной воды в теле и показателем ТМП. С прекращением летной активности в октябре и постепенным наступлением холодов наблюдается заметное снижение содержания свободной воды (у среднерусской расы оно составляет 64%, у карпатской – 69). У пчелиных семей наступает время физиологического покоя в развитии и размножении, обмен веществ замедляется, сокращается расход корма. В этот же период начинают увеличиваться отрицательные показатели точки максимального переохлаждения. В январе-феврале наблюдается минимальное содержание свободной воды в теле (среднерусские – 63%, карпатские – 67), к этому времени достигает своих максимальных отрицательных значений и точка кристаллизации. В апреле происходит смена перезимовавших пчел молодыми пчелами весенней генерации. В этот период показания точки кристаллизации в отделах тела пчелы начинают увеличиваться. Это связано с увеличением содержания воды в организме пчел весенней генерации (среднерусские – 66%, карпатские – 71). У пчел летней генерации наблюдаются максимальное содержание свободной воды в теле (среднерусские – 72%, карпатские – 74) и максимальные значения точки кристаллизации. Эти показатели остаются высокими до октября месяца, а затем снова снижаются.

По результатам исследования можно прийти к выводу, что температура максимального переохлаждения в течение года у пчел динамично изменяется. Количество свободной воды в

теле пчел среднерусской расы на протяжении всего годового цикла меньше, чем в теле пчел карпатской расы. У пчел, точка максимального переохлаждения тканей которых опускается ниже, наблюдается наименьшее процентное содержание воды в теле. Пчелы в конце зимы – начале весны обладают наибольшей устойчивостью к замерзанию. Точка кристаллизации тканей каждого отдела отличается, самая низкая ТМП характерна для головного отдела. Было установлено, что наиболее приспособленными к зимнему периоду в условиях Среднего и Северного Урала оказались чистопородные среднерусские пчелы.

ЛИТЕРАТУРА

- Боднарчук Л.И., Гайдар В.А., Пилипенко В.П. Карпатские пчелы, какие же они? // Пчеловодный вестник, 2008. № 2. С. 1-2.
- Гайдар В.А., Пилипенко В.П. Карпатские пчелы. Ужгород: Карпаты, 1989. 320 с.
- Еськов Е.К. Температура максимального переохлаждения и состояния жирового тела пчел // Пчеловодство, 2007. № 6. С. 22-23.
- Кривцов Н.И. Генофонд пчел *Apis mellifera mellifera* в России // Материалы Международной конференции «Пчеловодство – XXI век. Темная пчела (*Apis mellifera* L.) в России». М.: Пищепромиздат, 2008. С. 22-27.
- Кривцов Н.И. Среднерусские пчелы. СПб.: Лениздат, 1995. 126 с.
- Плохинский Н.А. Алгоритмы биометрии. М.: Изд-во Московского ун-та, 1980. 150 с.
- Шураков А.И., Еськов Е.К., Петухов А.В. Сохранение генофонда среднерусских пчел и основные направления развития пчеловодства в Пермской области. Пермь: ПГПУ, 1999. 31 с.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И СОЦИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА КОЛОНИЙ ЧАЕК И КРАЧЕК В МАЛОЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЕ

Г.Л. Накул

Институту биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: nakul@ib.komisc.ru

Считается, что расположение гнездовых скоплений чаек во многом определяется кормовыми ресурсами (Модестов, 1967; Carrick, Murray, 1964 и др.), однако механизмы регуляции численности в таких сообществах остаются малоизученными (Зубакин 1983; Панов, 1983). В Малоземельской тундре чайки и крачки гнездятся отдельными парами, небольшими скоплениями и колониями, но структура их гнездовых поселений, особенно пространственное размещение особей на территории колоний, почти не изучены. Нами проанализировано гнездование чаек и крачек в моновидовых и смешанных колониях. Совместное гнездование крупных чаек с белощеками (Калякин, 1986), черными (Стишов, 1990) и краснозобыми казарками (Зырянов, Лисенко, 1986; Харитонов, 2002) происходит на чисто территориальных отношениях, обусловленных неравнозначностью статуса разных особей в колониях (Харитонов, 1981, 1989). Наши наблюдения за индивидуально опознаваемыми особями выявили своеобразные доминантные отношения между их членами. Отдельные птицы разных видов могут беспрепятственно заходить на территорию некоторых своих соседей, а в случае конфликтных ситуаций – занимать их гнезда. Основная цель работы – изучение особенностей пространственной и социальной структуры колоний на разных этапах репродуктивного цикла чаек и крачек.

Пространственно-временная структура населения гнездящихся чайковых птиц Малоземельской тундры определяется территориальным поведением и структурой ландшафта, где располагается колония. Преимуществом структурного сходства смешанных и моновидовых колоний является сжатый и дружный период гнездования в субколониях. Эта адаптивная черта направлена на успешность размножения чайковых птиц. Оптимальные условия для этих целей имеются на изолированных островах морских заливов, озер и рек. В образовании колониального способа гнездования важное значение, помимо поведенческих аспектов, имеют особенности рельефа и характер субстрата, что отмечалось рядом авторов (Hosey, Goodridge, 1980), а также обилие и доступность кормовых ресурсов. Снижение межвидовых конкурентных отношений за места гнездования в колониях обеспечивалось за счет формирования моновидовых субколоний и использования ими различных местообитаний. Сбалансированные межвидовые и внутривидовые отношения кроются в механизмах доминантного и территориального поведения гнездящихся птиц (Белопольский, 1957;

Панов, Зыкова, 1982; Хлебосолов 1990; Харитонов, 1981, 1982, 1989). Анализ пространственно-этологической структуры колоний западно-сибирской чайки показывает, что ее основу составляют территориальные отношения с большой долей элементов доминантных отношений, при которых система линейной иерархии выражена слабо. Доминантные отношения накладывают отпечаток на пространственную структуру колоний (Харитонов, 1989), что выразилось в высокой плотности гнездования птиц в субколониях (0.6-0.8 на 10 м²) и небольших агрегациях (0.2-0.4 пар на 10 м²). Пороговый эффект плотности гнездования не влиял на среднюю величину кладки (2.28-2.38 яйца), но взаимный антагонизм всех участников сообщества увеличивал социальную напряженность и оказывал отрицательное влияние на репродуктивный успех.

Низкий успех размножения в колониях обусловлен угнетающим воздействием плотности гнездования на плодовитость птиц, о чем свидетельствует ряд исследователей (Jones, Leopold, 1967; Томпа, 1967; Смирнов, 1967; O'Connor, 1980; Михантьев, 1980; Yom-Tov, Hilborn, 1981). Острые внутривидовые взаимоотношения в большей степени выявлены нами в изученных поливидовых, нежели в моновидовых колониях, что обусловлено более высокими индексами плотности гнездования и наличием агрессивных видов. Считается, что результатом побочного эффекта повышения агрессивности птиц в период гнездования является высокая эмбриональная и постэмбриональная смертность (Гаузер, 1981). Влияние эффекта повышенной агрессивности и высокой плотности гнездования особенно проявляется в смешанных колониях. Доминирование какого-либо вида в поливидовой колонии и относительно меньшее жизненное пространство гнездовой пары ведет к обострению межвидовых и внутривидовых отношений. В колониях полярной крачки отмечена меньшая степень остроты отношений между особями в сравнении с чайками. Это, вероятно, связано с особенностями экологии и этологии вида в сезон размножения. В целом сохранение отношений отрицательного характера в колониях любого типа присуща всем изученным видам.

Исследования внутривидовых взаимодействий в колониях показали, что колониальность обеспечивает лучшую защиту от хищников, синхронность процессов размножения и реализацию других экологических возможностей птиц, но в большинстве случаев не способствует реализации всех репродуктивных возможностей

вида. Это подтверждают наблюдения ряда исследователей (Модестов, 1967; Зубакин, 1976; Панов и др., 1980; Гаузер, 1981; Brown, 1967; Parsons, 1971). При неблагоприятных погодных и кормовых условиях успех размножения особенно бывает низким на фоне повышенного уровня агрессивности всей колонии. Комплементарные взаимодействия между особями одного вида возникают при общей защите от внешнего хищника колонии или субколонии. Между особями, потерявшими кладки и птенцов, «стираются» механизмы агрессивного отношения к чужим особям, в результате чего приводит их к объединению в отдельные группы, что также характерно для птиц во время кочевок и миграций.

Структурно-организационные гнездовые образования западно-сибирской чайки на островах водоемов можно определить как «парцеллярные группировки» (Наумов, 1967), характеризующиеся определенной поливариантностью и относительной самостоятельностью. Пространственная и демографическая структура моно- и поливидовых колоний западно-сибирской чайки по разнообразию элементарных ячеек (субколонии, небольшие поселения и отдельно гнездящиеся пары) и их компактности мало различались между собой. Минимальная численность субколонии – 10-15, небольшой группировки – 5-6 пар и 6-15 пар гнездятся отдельно. При совместном гнездовании западно-сибирской чайки и белошекой казарки территории репродуктивных группировок двух видов частично или полностью перекрывались, а субколонии западно-сибирской чайки и бургомистра были пространственно разобщены. В репродуктивных поселениях имелись и особые пространственные структуры – нейтральные территории, что позволяло членам колониального сообщества и выводкам свободное перемещение за пределы гнездового участка.

Таким образом, колониальное гнездование птиц – стратегия, направленная на оптимальное использование привлекательных местообитаний и обильных кормовых ресурсов. В то же время присутствие потенциальных конкурентов само по себе служит фактором повышения привлекательности местообитаний (Панов, 1983). Интенсивное заселение колоний белошекой казаркой, как нам кажется, привнесло определенную дезорганизацию в межвидовые и внутривидовые отношения чайковых птиц. Поскольку в изначально занимаемые чайками местообитания вселился новый вид, возникли новые конкурентные отношения, оказывающие комплексное воздействие на поведение и успех размножения.

Высокая плотность гнездящихся особей в колониях увеличивает антагонистические отношения и различные эффекты дезорганизации сообщества, которые уменьшают репродуктивный успех птиц.

ЛИТЕРАТУРА

Гаузер М.Е. Социально обусловленная смертность птенцов в колониях пестроносы крачки *Thalasseus sandwicensis* (Laridae) на островах Красноводского залива. 1. Общая характеристика ювенильной смертности и ее возможные причины // Зоол. журн., 1981. Т. 60. Вып. 4. С. 530-539.

Зубакин В.А. Реликтовая чайка на Торейских озерах // Докл. МОИП. Зоология и ботаника. 2-е полугодие 1976 г. М.: МГУ, 1978. С. 6-8.

Зубакин В.А. Роль различных факторов в возникновении и развитии колониальности у чайковых птиц // Колониальность у птиц: структура, функции, эволюция. Куйбышев, 1983. С. 37-64.

Зырянов В.А., Лисенко В.М. Гнездование краснозобых казарок под покровительством серебристых чаек // Науч. тех. бюл. СО ВАСХНИЛ, 1986. Вып. 33. С. 3-8.

Калякин В.Н. О распространении и экологии белошеких казарок на острове Вайгач и Югорском полуострове // Актуальные проблемы орнитологии. М., 1986. С. 93-104.

Михантьев А.И. Некоторые эколого-этологические механизмы регуляции численности утиных в природе и возможности их использования в биотехнике // Тр. БИН СО АН СССР, 1980. Вып. 37. С. 146-190.

Модестов В.М. Экология колониально-гнездящихся птиц (по наблюдениям на восточном Мурмане и в дельте Волги) // Труды Кандалакшского заповедника. М.: Лесная пром-ть, 1967. Вып. 5. С. 49-154.

Наумов Н. П. Структура популяций и динамика численности наземных позвоночных // Зоол. журн., 1967. Т. 46. Вып. 10. С. 1470-1486.

Панов Е.Н. Поведение животных и этологическая структура популяции. М.: Наука, 1983. 424 с.

Панов Е.Н., Зыкова Л.Ю., Костина Г.Н., Андрусенко Н.Н. Социально обусловленная смертность в колониях черноголового хохотуна (*Larus ichthyaetus*). I. Масштаб и причины ювенильной смертности // Зоол. журн., 1980. Т. 59. Вып. 11. С. 1694-1704.

Смирнов В.С. О механизмах, регулирующих численность естественных популяций животных // Тр. МОИП. Отд. биол., 1967. Т. 25. С. 13-32.

Стишов М.С. Размещение и структура смешанных поселений чаек рода *Larus* и черных казарок на острове Айон (Западная Чукотка) // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1990. Т. 95. Вып. 4. С. 35-41.

Харитонов С.П. Взаимоотношения озерных чаек (*Larus ridibundus*) в локальной группировке в пределах колонии // Зоол. журн., 1981. Т. 60. Вып. 6. С. 540-547.

Харитонов С.П. Доминантные отношения между гнездящимися озерными чайками (*Larus ridibundus*) // Зоол. журн., 1989. Т. 68. Вып. 7. С. 110-118.

Харитонов С.П. Стратегия выбора мест гнездования у краснозобых казарок (*Branta ruficollis*) на границе ареала // Разнообразие и управление ресурсами животного мира в условиях хозяйственного освоения европейского Севера: Тез. докл. междунар. конф. Сыктывкар, 2002. С. 50-51.

Brown R.G. Breeding success and population growth in a colony of herring and lesser black-backed gulls *Larus argentatus* and *L. fuscus* // Ibis, 1967. Vol. 109. P. 502-515.

Carrick R., Murray M.D. Social factors in population regulation of the silver gull *Larus novaehollandiae* Stephens // (C.S.I.). Wild. Res., 1964. Vol. 9. P. 189-199.

O'Connor R.J. Pattern and process in great tit populations in Britain // *Ardea*, 1980. Vol. 68. P. 165-183.

Parsons J. Seasonal variation in the breeding success of the herring gull. An experimental approach to pre-fledging success // *J. Anim. Ecol.*, 1975. Vol. 44. P. 553-573.

Tompa F.S. Reproductive success in relation to breeding density in pied fly-catchers, *Ficedula hypoleuca* (Pallas) // *Acta zool. Fenn.*, 1967. Vol. 118. P. 28.

Yom-Tov Y., Hilborn R. Energetic constrains on clutch size and time of breeding in temperate zone birds // *Oecologia*, 1981. Vol. 48. P. 234-243.

ОХРАНА НАСЕКОМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «РУССКИЙ СЕВЕР»

М.А. Платонова

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: platonowa16@yandex.ru

Сохранение редких и исчезающих видов животных и растений во всем мире считается одной из самых приоритетных задач, так как потеря любого вида или его отдельной популяции – это невосполнимый урон биологическому разнообразию Земли.

Насекомые, играя значительную роль в экосистемах, являются одним из наиболее многочисленных компонентов биоразнообразия. Но и среди них есть примеры находящихся под угрозой исчезновения видов, которые становятся объектами охраны путем внесения их в Красные книги.

Очевидно, что простого включения в Красную книгу редких и исчезающих видов недостаточно для их сохранения. Состояние вида зависит от благополучия его отдельной популяций, которое в свою очередь определяется условиями конкретного их местообитания, поэтому проблема сохранения видов и их местообитаний должна решаться, прежде всего, на региональном и локальном уровнях. Реализация научно обоснованной программы сохранения «краснокнижных» видов региона наиболее эффективно может осуществляться в пределах особо охраняемых природных территорий (ООПТ), где антропогенная деятельность значительно снижена или устранена.

В Вологодской области существующая сеть ООПТ насчитывает 166 объектов (Природа Вологодской области, 2007). Важную роль в сохранении биоразнообразия в области и в целом на северо-западе России играют две федеральные ООПТ: национальный парк «Русский Север» и Дарвинский государственный биосферный заповедник.

Национальный парк «Русский Север» был создан 20 марта 1992 г. на территории Кирилловского р-на в центральной части Вологодской области. Общая площадь парка 166,4 тыс. га. На территории национального парка установлен дифференцированный режим ее охраны, защиты и использования. Особенностью природы парка являются сложная ландшафтная структура, которая включает семь ландшафтных районов, и большое разнообразие биотопов на региональ-

ном уровне (Разнообразие ландшафтов..., 2007).

Изучение энтомофауны парка проводится с 2005 г. Исследования носят фауно-экологический характер и направлены на выявление видового состава насекомых, а также закономерностей их пространственного распределения. Важным направлением фаунистических работ на территории парка является выявление охраняемых в регионе редких видов насекомых.

Цель исследования – оценка значения федеральной особо охраняемой природной территории – национального парка «Русский Север» – в сохранении уязвимых видов насекомых Красной книги Вологодской области.

Материалами для работы послужили коллекции насекомых и фондовые материалы кафедры зоологии и экологии Вологодского государственного педагогического университета. Сборы насекомых велись в семи точках национального парка, которые находятся в разных функциональных зонах (табл. 1).

Из 56 «краснокнижных» видов насекомых Вологодской области (Красная книга..., 2010) на территории национального парка «Русский Север» обитает 28 видов, причем 18 из них встречаются только в парке. Это определяет важную природоохранную роль парка в регионе.

Насекомые Красной книги Вологодской области представлены в национальном парке в основном жуками (Coleoptera) и бабочками (Lepidoptera) (табл. 2).

Нами проведен экологический анализ охраняемых видов насекомых, обитающих в национальном парке «Русский Север». Имаго большинства охраняемых видов насекомых приурочены к лесным биотопам (46,3%) и к динамично развивающимся сообществам – опушкам лесов и лугам (39,3%). Виды, имаго которых населяют водоемы, околородные местообитания и болота, представлены единично.

Анализ распределения находок «краснокнижных» видов показал, что они располагаются в нескольких функциональных зонах национального парка, а именно в зонах хозяйственного назначения, ценных памятников культуры и архитектуры (см. рисунок).

Находки «краснокнижных» видов насекомых на территории национального парка «Русский Север»

Таблица 1

Населенный пункт	Число «краснокнижных» видов насекомых	Режим зоны
Деревня Кашкино	16	Зона хозяйственного назначения
Деревня Чистый Дор	11	Зона хозяйственного назначения
Деревня Березник	3	Зона хозяйственного назначения
Деревня Горка	3	Зона хозяйственного назначения
Деревня Коварзино	1	Зона хозяйственного назначения
Деревня Топорня	5	Зона ценных памятников культуры
Город Кириллов	2	Зона ценных памятников культуры

нет. Охранный режим парка запрещает масштабные рубки. Это способствует сохранению лесных местообитаний и обуславливает наличие субстрата необходимого для развития цсилобионтов (*Ditylus laevis*, *Leptura thoracica*, *Protaetia marmorata*, *Platycerus caraboides*), а также оптимальные микроклиматические условия для существования герпетобионтов (*Carabus menetriesi*, *Cicindela sylvatica*). Хорошо развитая в границах парка

Максимальное число «краснокнижных» видов насекомых отмечено в северной части парка в окрестностях деревень Кашкино (16 видов) и Чистый Дор (11). Они расположены в зоне хозяйственного использования на значительном удалении от заповедного и особо охраняемых участков. Антропогенная нагрузка в пределах указанных территорий выражается в традиционных формах сельскохозяйственной деятельности (выпас скота, сенокосение, распашка). Особенностью этой части парка является относительно низкая заселенность. В совокупности это определило формирование значительного биотопического разнообразия местности и мозаичности их пространственного распределения, в которой благоприятные условия к существованию находят разные виды насекомых, в том числе охраняемые.

гидрологическая сеть и наличие охраняемых лесных участков на водосборных территориях определяют возможности для благополучного существования популяций гетеротопных (*Cordulegaster boltonii*) и водных видов (*Dytiscus laticornis*) насекомых.

В южной части национального парка (окрестности дер. Топорня и г. Кириллов) обнаружено значительно меньше охраняемых видов, причем большинство из них относятся к обитателям открытых пространств (*Papilio machaon*, *Parnassius mnemosyne*). Это определяется значительным распространением сельскохозяйственных ландшафтов и высокой численностью населения вблизи районного центра – г. Кириллов.

Серьезное опасение вызывает дальнейшее существование в парке видов открытых пространств (*Parnassius mnemosyne*, *Lycena helle*, *Bombus barbutellus*), особенно в его северной части, поскольку устойчивое существование луговых сообществ в условиях таежной зоны возможно только в результате сельскохозяйственного использования территорий, препятствующего зарастанию их мелколиственными породами. Однако в настоящее время традиционные сельскохозяйственные ландшафты парка находятся под угрозой значительных преобразований из-за сильного сокращения или местами полного прекращения выпаса скота и сенокосения.

На наш взгляд, серьезной угрозы устойчивому существованию популяций лесных и гетеротопных видов насекомых на территории парка

Таким образом, в целом состояние популяций «краснокнижных» видов насекомых, обитающих на территории национального парка

Таблица 2
Таксономическая характеристика насекомых Красной книги Вологодской области, обитающих на территории национального парка «Русский Север»

Отряд	Количество		Доля видов, %
	семейств	видов	
Жесткокрылые	7	10	35.6
Перепончатокрылые	1	2	7.2
Равнокрылые	1	1	3.6
Ручейники	1	1	3.6
Стрекозы	1	1	3.6
Чешуекрылые	8	13	46.4
Всего	19	28	100.0



Функциональное зонирование национального парка «Русский Север».

«Русский Север», можно определить как удовлетворительное, поскольку для разных экологических групп охраняемых насекомых существуют благоприятные условия для развития. При низкой миграционной способности насекомых это поддерживается биотопической мозаичностью в условиях умеренной антропогенной нагрузки. Поэтому в условиях таежной зоны поддержанию высокого разнообразия насекомых, в том числе и редких видов, наиболее способствует дифференцированный режим охраны природы, существующий в национальных парках.

ЛИТЕРАТУРА

- Красная книга Вологодской области. Т. 3. Животные / Отв. ред. Н.Л. Болотова, Э.В. Ивантер, В.А. Кривохатский. Вологда, 2010. 216 с.
- Лагунов А.В. Роль особо охраняемых природных территорий Челябинской области в охране редких видов насекомых // Известия Челябинского НЦ, 2004. № 3 (25). С. 117-122.
- Природа Вологодской области / Ред. Г.А. Воробьев. Вологда: Вологжанин, 2007. 440 с.
- Разнообразие ландшафтов национального парка «Русский Север» / Ред. Н.К. Максимова. Вологда, 2007. 92 с.
- Разнообразие насекомых Вологодской области / Под ред. Ю.Н. Беловой, А.А. Шабунова. Вологда: Коперник, 2008. 368 с.

ШИРОТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФАУНЫ И НАСЕЛЕНИЯ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA, APIDAE, BOMBUS) АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.С. Потапов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: grigorij-potapov@yandex.ru

Шмели (*Hymenoptera, Apidae, Bombus* Latr.) – одна из наиболее многочисленных и широко распространенных систематических групп насекомых на Севере. В тундрах Евразии они составляют около 85-95% от общего числа особей *Apoidea*, в таежной зоне Европы и Западной Сибири – 55-70% и поэтому играют значимую роль в функционировании экосистем в качестве основных опылителей энтомофильных растений.

Фауна шмелей северо-запада Восточно-Европейской равнины к настоящему времени рассмотрена в небольшом числе работ, касающихся отдельных географических пунктов региона (Болотов, Подболоцкая, 2003). Тем более отсутствуют работы, посвященные изучению связи фауны шмелей и ландшафтно-зональных условий.

Исследования проводились автором настоящей работы в течение 2006-2010 гг. Кроме того, использовались коллекционные материалы сотрудников Института экологических проблем Севера (ИЭПС) УрО РАН и Поморского государственного университета им. М.В. Ломоносова (1994-2010 гг.). Сборы относятся к административным районам Архангельской области.

Определение видовой принадлежности собранных шмелей проводилось на основе работ А. Loken (1973), Д.В. Панфилова (1978). Виды подрода *Psithyrus* определялись по А. Loken (1984). Латинские названия видов и подродов шмелей приведены по каталогу мировой фауны этой систематической группы (Williams, 1998).

Фауна шмелей исследуемого региона насчитывает 32 вида, которые относятся к 10 под родам. Наибольшим числом видов представлены под роды *Psithyrus* и *Thoracobombus* – 8 и 7 видов соответственно. Меньше *Pyrobombus* (5 ви-

дов) и *Bombus sensu stricto* (3). По одному-два вида: *Megabombus*, *Kallobombus*, *Alpinobombus*, *Subterraneobombus*, *Cullumanobombus*, *Melanobombus*.

Ареалы шмелей северо-запада Восточно-Европейской равнины относятся к четырем типам (Pekkarinen, Teras, 1993). В региональной фауне преобладают виды евросибирского ареалогического комплекса (46,8%), в меньшей степени представлены транспалеарктические (37,5), незначительно – сибирские и циркумполярные (9,4 и 6,3% соответственно).

Видовой состав шмелей Архангельской области имеет существенные отличия в различных природных подзонах. Выявлен отчетливый широтный тренд видового богатства шмелей от типичной тундры к средней тайге по градиенту среднеиюльской температуры, который свидетельствует о том, что лишь небольшое число видов смогло успешно освоить условия Субарктики, большинство же при этом приурочено к таежной зоне. Наиболее сходны по видам шмелей средняя и северная тайга, где зарегистрировано максимальное число видов для исследуемой территории (29 видов).

Проведенные исследования показывают, что кроме различий в видовом составе шмелей на широтном трансекте от средней тайги к типичной тундре также происходят и изменения в доминировании отдельных видов. Это объясняется воздействием климатического фактора, так как каждый вид в силу своих биологических особенностей приурочен к тем или иным природным зонам. С другой стороны, большое влияние на топические комплексы шмелей оказывает воздействие местных биотопических условий и антропогенной трансформации ландшафтов.

В зональных тундровых ландшафтах в большинстве случаев доминируют *B. (Al.) hyperboreus*, *B. (Al.) balteatus*, *B. (Pr.) lapponicus*, т.е. виды, приуроченные преимущественно к Арктике и Субарктике. Лишь влияние локальных факторов приводит к доминированию видов, характерных для таежной зоны.

В качестве примера можно привести исследования в окрестностях г. Нарьян-Мар, которые относятся к подзоне южной тундры с широким распространением пойменных лугов. Ярким выраженным доминантом является *B. (Bo.) lucorum* – характерный представитель фауны шмелей на материковой части Архангельской области, эвритопный вид с широкой политрофностью (Болотов, Подболоцкая, 2003). Преобладание *B. (Bo.) lucorum* может объясняться особенностями биотопов в окрестностях г. Нарьян-Мар, которые относятся к антропогенно-преобразованным растительным сообществам (доминируют клевер луговой, горошек мышиный). Преобразования или разрушения типичных тундровых фитоценозов, вызванные хозяйственной деятельностью человека, в свою очередь привели и к изменениям в топических комплексах шмелей в сторону доминирования эвритопного вида. Тем не менее, это не препятствует сохранению в биотопах и типичного тундрового вида – *B. (Al.) balteatus*.

Следует отметить и то обстоятельство, что указанные биотопы окрестностей г. Нарьян-Мар находятся в устье р. Печоры. Долины крупных рек представляют собой, с одной стороны, миграционные пути для проникновения на Север более южных видов (как, например, *B. (Mg.) consobrinus*), а с другой – экотонные зоны с высокой комплексностью местообитаний и разнообразия энтомофильной растительности, что дает возможность внедрения этих видов в состав биоценозов. Явление интразональности в таких условиях способствует весьма существенному обогащению тундровых ландшафтов таежными видами шмелей или даже приводит к их доминированию.

В средней и северной тайге северо-запада Восточно-Европейской равнины *B. (Al.) hyperboreus*, *B. (Al.) balteatus*, *B. (Pr.) lapponicus* уже не встречаются. Характерны типичные для таежной зоны виды. Отличия в доминировании конкретных видов в различных местообитаниях являются по большей части следствием влияния местных биотопических условий и антропогенной трансформации ландшафтов.

В отличие от субарктического региона, в таежной зоне ландшафтно-зональная дифференциация по климатическому градиенту практи-

чески не выражена в силу незначительной изменчивости средней июльской температуры с юга Архангельской области (Коношский р-н) до низовьев р. Северная Двина.

Следует отметить также и роль антропогенной трансформации ландшафтов на северо-западе Восточно-Европейской равнины, которая привела к проникновению в северотаежную подзону видов, приуроченных в основном к южной тайге (как, например, *B. (Th.) humilis*). Антропогенно-преобразованные ландшафты в целом являются более благоприятными местообитаниями для большинства видов шмелей в силу экотонного эффекта. Этим биотопам сопутствуют более высокая комплексность и разнообразие местообитаний, а также большее видовое богатство энтомофильных растений, являющихся важнейшим регулятором численности и видового состава шмелей в конкретном местообитании.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 10-04-00897, междисциплинарного проекта УрО РАН «Ландшафтно-зональные условия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере», ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МД-4164. 2011.5.

ЛИТЕРАТУРА

- Болотов И.Н., Подболоцкая М.В. Локальные фауны шмелей (Hymenoptera: Apidae, Bombini) европейского севера России. Соловецкие острова // Вестник Поморского ун-та. Серия естественные и точные науки, 2003. № 1 (3). С. 74-87.
- Панфилов Д.В. Определительные таблицы видов сем. Apidae – Пчелиные // Определитель насекомых европейской части СССР. Л.: Наука, 1987. Т. 3. Ч. 1. С. 508-519.
- Loken A. Studies of scandinavian bumble bees (*Hymenoptera, Apidae*) // Norwegian J. Entomol., 1973. Vol. 20. P. 1-218.
- Loken A. Scandinavian species of the genus *Psithyrus* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae) // Entomol. Scandinavica, 1984. Vol. 23. P. 1-45.
- Pekkarinen A., Teras I. Zoogeography of *Bombus* and *Psithyrus* in northwestern Europe (*Hymenoptera, Apidae*) // Ann. Zool. Fennici, 1993. № 30. P. 187-208.
- Williams P.H. An annotated checklist of the bumble bees with an analysis of patterns of description (*Hymenoptera: Apidae, Bombini*) // Bull. of the Natural History Museum, Entomol. Ser., 1998. Vol. 67. № 1. P. 79-152.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЕРША *GYMNOCEPHALUS CERNUUS* (L.) ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ПЕЧОРСКОЙ ГРЭС

Р.Р. Рафиков

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: biohazard_242@mail.ru

Хозяйственное освоение территории европейского северо-востока России неизбежно приводит не только к перестройке гидрологической сети, но и оказывает серьезное влияние на видовой состав и структуру рыбного населения как отдельных водоемов, так и целых речных бассейнов. Накопление данных о рыбах, обитающих в искусственных водоемах, зачастую с измененными температурными и гидрохимическими режимами, позволяет исследовать механизмы адаптации организма к условиям обитания.

Водоем-охладитель Печорской ГРЭС располагается в среднем течении р. Печора. В процессе его создания в 1984 г. были залиты два небольших озера. Площадь образовавшегося водоема составила около 600 га. Температура воды на водосбросе и малой акватории охладителя изменяется от 12-15 °С зимой до 30-35 °С летом. В целом, по данным химического анализа, качество воды водоема-охладителя удовлетворительное (Бознак, Захаров, 2009).

В состав рыбной части сообщества водоема, сформированного на базе рыбного населения озер, использованных при его создании, входит такой распространенный вид, как обыкновенный ерш. Описание морфологии ерша проведено на основании материалов, собранных в 2008-2009 гг. в районе сброса теплых вод и на наиболее удаленном от водосброса участке водоема-охладителя Печорской ГРЭС (36 и 37 экз. соответственно). Для сравнительного анализа использованы рыбы, отловленные из русловых участков рек Печора и Кожва (по 35 экз.).

У ерша, отловленного в районе водосброса, наблюдается снижение высот головы и тела, удлинение головы и антедорсального расстояния. Грудные, брюшные и анальный плавники сближены и смещены вперед. Возрастание относительных размеров головы и снижение высоты тела (при практически одинаковой средней длине тела) может быть результатом замедления роста, обусловленного ухудшением условий питания рыб. Действительно, в тепловодной части исследуемого водоема у ерша отмечено зна-

чительное снижение темпа роста на втором году жизни. Невысокими оказались и значения коэффициента упитанности по Фультону (1.35 для тепловодной и 1.62 для холодноводной части). По сравнению с выборками из русла рек Печора и Кожва ерш водоема-охладителя характеризуется более крупной головой и связанными с ней параметрами, удлиненными грудными и анальным плавниками. Последний сдвинут вперед. Большая часть наблюдаемых различий, по видимому, является следствием снижения скорости роста и размерно-возрастной изменчивости большинства пластических показателей.

Ерш, обитающий в районе водосброса, по сравнению с рыбами из других выборок, характеризуется меньшим количеством лучей в первом спинном плавнике, жаберных тычинок и чешуй в боковой линии (см. таблицу). Тем не менее, число позвонков здесь не отличается от такового у рыб из р. Печора, что может говорить как об общем происхождении анализируемых группировок, так и о схожести температурных условий, при которых протекает ранний онтогенез ерша.

Стабильность индивидуального развития можно оценить при помощи показателей флуктуирующей асимметрии (Захаров и др., 2000). Уровень асимметрии парных морфологических структур ерша (грудных и брюшных плавников, числа чешуй в боковой линии, количество жаберных тычинок) оценивали с помощью интегральных показателей – средней частоты проявления на признак (ЧАП/П) и средней величины асимметричного проявления (ВАП/П), дополнительно рассчитывали дисперсию асимметрии отдельно для каждого признака.

Средняя частота асимметричного проявления на признак во всех исследованных выборках находится вблизи условной нормы (ЧАП/П < 0.30) (рис. 1). Достоверное различие средней величины асимметричного проявления отмечено лишь при сравнении рыб из тепловодной части охладителя и таковых из р. Кожва. Иными словами, интегральные показатели асимметрии сви-

Меристические показатели ерша исследованных водоемов

Признак	Часть водоема-охладителя ПГРЭС		Река	
	тепловодная	холодноводная	Печора	Кожва
Лучей в первом спинном плавнике	13.69 ± 0.08	13.95 ± 0.08	13.97 ± 0.03	14.03 ± 0.06
Лучей в анальном плавнике	5.64 ± 0.09	5.32 ± 0.08	5.54 ± 0.09	5.46 ± 0.09
Жаберных тычинок	9.69 ± 0.14	10.86 ± 0.12	10.5 ± 0.14	11 ± 0.16
Чешуй в боковой линии	38.08 ± 0.2	38.92 ± 0.2	38.74 ± 0.21	38.43 ± 0.21
Позвонков	35.89 ± 0.05	35.97 ± 0.12	35.89 ± 0.11	36.14 ± 0.09

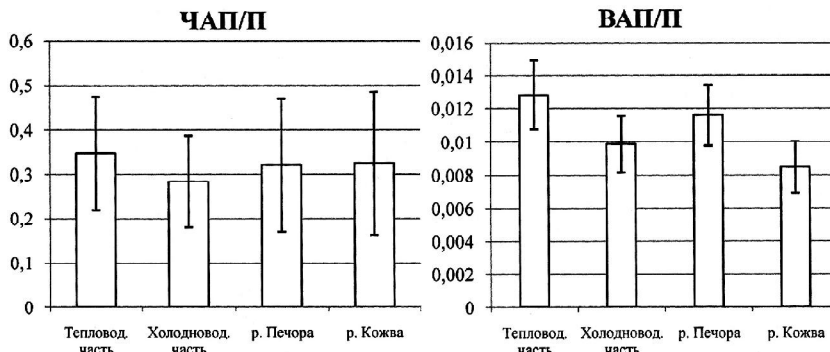


Рис. 1. Средние частота и величина асимметричного проявления на признак.

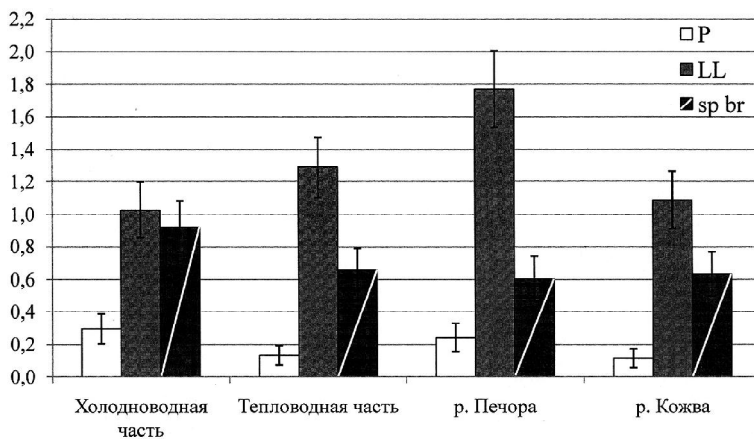


Рис. 2. Величина асимметрии по количеству лучей в грудных плавниках (P), чешуй в боковой линии (LL) и жаберных тычинок (sp. br).

детельствуют о довольно благоприятных условиях протекания раннего онтогенеза ерша в изучаемом районе.

Величина асимметричного проявления, рассчитанная по отдельным признакам, не одинакова (рис. 2). Наибольшей асимметрией во всех исследованных водоемах характеризуется число чешуй в боковой линии. Достоверные отличия изучаемых показателей асимметрии, рассчитанных для других признаков, отсутствуют.

общенными местами нереста. Интегральные показатели асимметрии свидетельствуют о достаточно благоприятных условиях протекания онтогенеза ерша в данном водоеме. Тем не менее заметное снижение уровня двусторонней связи числа жаберных тычинок и лучей в грудных плавниках, по-видимому, связано со специфическим температурным и гидрохимическим режимами водоема-охладителя Печорской ГРЭС.

ЛИТЕРАТУРА

Бознак Э.И., Захаров А.В. Рыбное население индустриального водоема в условиях многофакторного антропогенного воздействия // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Т. 2. Управление водными ресурсами речных водосборов. Водная экология: Тр. Междунар. науч.-практ. конф. Пермь, 2009. С. 220-224.

Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.

Кожара А.В. Структура показателя флуктуирующей асимметрии σ_d^2 и его пригодность для популяционных исследований // Биологические науки, 1985. № 6. С. 100-104.

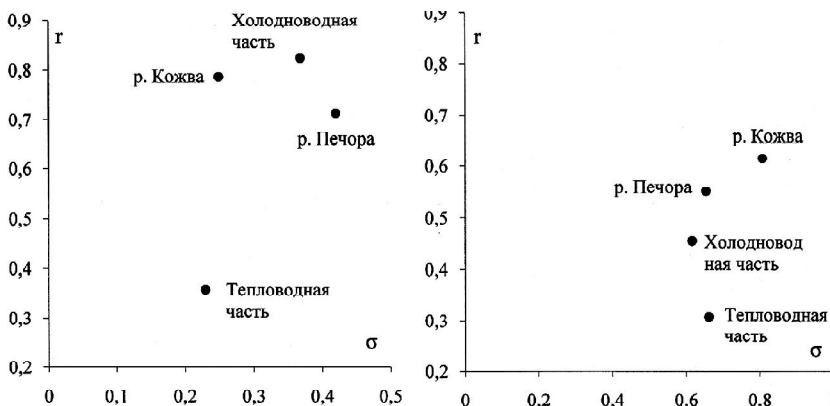


Рис. 3. Величины составляющих показателя дисперсии флуктуирующей асимметрии числа лучей грудных плавников и жаберных тычинок.

МИКРОСТАЦИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЕКОМЫХ В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ КОЙГОРОДСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

О.В. Рыжко, А.А. Колесникова*

Сыктывкарский государственный университет

* Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kolesnikova@ib.komisc.ru

Насекомые в среднетаежных лесах населяют разнообразные местообитания или микростанции. Формирование лесной энтомофауны происходило под влиянием неоднородной окружающей среды. В лесу даже на сравнительно небольшой площади наблюдаются многочисленные вариации микроклимата, различия лесной подстилки и почвы, видового состава древесных и травянистых растений. Для каждого вида насекомого обычно выделяют его излюбленные местообитания, получившие в экологии название стадий. Стадией может быть весь тип леса или какая-то его часть, представленная конкретным насаждением. Знание стадияльного распределения отдельных видов лесных насекомых дает возможность их быстро обнаружить, вести постоянные наблюдения за их численностью и управлять ею путем лесохозяйственных мероприятий, изменяющих среду обитания.

Насекомые в среднетаежных лесах Республики Коми обладают высоким видовым и экологическим разнообразием, заселяют различные местообитания. Несмотря на множество фаунистических работ (Колесникова, 2005; Татарина и др., 2007; Таскаева, Долгин, 2008), комплексные экологические исследования насекомых в регионе находят на начальном этапе своего развития. Поэтому почва, гниющая древесина и дереворазлагающие грибы как местообитания насекомых на данный момент времени изучены недостаточно. Более глубокое изучение этих систем должно привести к расширению знаний о динамике численности и структуры комплексов насекомых этих микростадий и о биоценотической роли конкретных видов, к открытию новых для науки видов, к выявлению и определению численности насекомых – вредителей лесов. Последнее должно быть приоритетной целью, так как результаты подобных работ будут учтены в организации и ведении лесопатологического обследования и мониторинга.

Цель данной работы – определить состав и структуру энтомокомплексов почвы, древесины и дереворазлагающих грибов в среднетаежных лесах Койгородского р-на Республики Коми.

Были исследованы энтомокомплексы соснового, елового и березового лесов. В сосняке лишайниковом древесный ярус представлен соснами, высота которых достигает 15-24 м, сомкнутость крон от 0.4 до 0.6%. Подрост состоит из сосны и ели. Травяно-кустарничковый ярус представлен брусничкой, вереском обыкновенным. Напочвенный покров состоит из лишайников *Cladina arbuscula*, *C. stellaris*, *C. rangife-*

rina. Мхи *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune* образуют небольшие пятна.

В ельнике чернично-зеленомошном первый ярус представлен елью и единичными деревьями сосны и березы. Высота деревьев составляет 18-25 м. Сомкнутость крон от 0.7 до 0.9%. Хорошо выражен второй полог из ели. Подлесок состоит из кустов рябины, черемухи, можжевельника. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует черника, присутствуют брусника, голубика; из трав в небольшом количестве встречаются хвощ лесной, кислица, голокучник трехраздельный. Моховой покров сплошной, представлен *Hylaconium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*.

В березняке бруснично-зеленомошном высота древостоя 14-21 м. Основной ярус состоит из березы и единичных деревьев ели и сосны. Сомкнутость крон от 0.5 до 0.8%. Во втором ярусе отмечена ель, высота деревьев варьирует от 6 до 10 м. В травяно-кустарничковом покрове доминантом выступает брусника. В «окнах» древостоя, где освещенность выше, возрастает обилие луговика извилистого, марьяника лугового, иван-чая. Моховой покров сплошной, в нем господствуют *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*, *Hylacomium splendens*. На фоне зеленого ковра мхов разбросаны пятна лишайников, преимущественно представителей родов *Cladina* и *Cladonia*, но их удельное покрытие не превышает 10%.

При детальном исследовании насекомых в лесных биоценозах прибегали к количественному учету беспозвоночных, населяющих различные ярусы биотопов и микростанции. Сбор материала проводили в июле и августе 2009 г. Для учета почвообитающих насекомых применяли метод учета беспозвоночных при помощи ловушек Барбера (Barber, 1931). В каждом выбранном для исследования растительном сообществе устанавливали по десять ловушек в линию через равномерные (3-5 м) промежутки. Ловушки проверяли через каждые 5-7 дней. Для учета ксилобионтных и мицетобионтных насекомых применяли метод оконных ловушек (Самков, Чернышев, 1983). Оконные ловушки с размером стекла 12×15 см закрепляли на стволах ослабленных березы, сосны и ели в каждом биотопе (9 ловушек), на плодовых телах дереворазрушающих грибов *Fomitopsis pinicola* (5). Объем собранного материала составил 1391 экз. (педобионты – 541, ксилобионты – 416, мицетобионты – 434).

Насекомые-педобионты в обследованных лесах представлены таксонами, характерными для почв таежной зоны: Collembola, личинками Diptera, личинками и имаго Coleoptera. Характерно преобладание представителей отряда Нуменоптера во всех типах леса. Доля участия этого отряда увеличивается в ельнике чернично-зеленомошном, вероятно, из-за многочисленности муравьев. Соотношение отрядов насекомых в почве обследованных лесных участков аналогичное. Таксономическое разнообразие повышается в березняке бруснично-зеленомошном за счет представителей отрядов полужесткокрылые (Heteroptera) и таракановые (Blattoptera). В почвах обследованных лесов зарегистрировано шесть семейств из отряда Coleoptera. Высокое таксономическое разнообразие жуков отмечено в почве березняка бруснично-зеленомошного. Три семейства (Carabidae, Staphylinidae, Curculionidae) преобладают по числу видов среди жесткокрылых во всех типах леса. Максимальное количество видов Coleoptera отмечено в почве березняка бруснично-зеленомошного, минимальное – в сосняке лишайниковом.

Насекомые-ксилобионты в лесах представлены теми же таксонами, что и в почве. Таксономическая структура комплексов ксилобионтов изменяется в зависимости от породы дерева и от того, в каком лесу это дерево произрастает. Тем не менее, на ели, сосне и березе доминантной по численности группой оказались Collembola. На отдельных деревьях в ловушки попадались ихневмониды и бракониды – представители отряда Нуменоптера, развитие которых связано с древесиной и шишками хвойных пород. Таксономическая структура комплексов жесткокрылых – ксилобионтов либо очень простая (представлена одним семейством), либо сложная (представлена несколькими семействами). Всего комплекс жесткокрылых – ксилобионтов включает девять семейств. Три семейства (Carabidae, Staphylinidae, Cantharidae) относятся к герпетобионтным жесткокрылым. Остальные семейства (Anobiidae, Nitidulidae, Lymexylonidae, Lathridiidae, Ostomatidae, Cucujidae) являются типичными ксилобионтами. 100%-ная представленность семейств Cantharidae, Nitidulidae и Lathridiidae наблюдается на деревьях ели и сосны – в березняке, на сосне – в ельнике. Наибольшее таксономическое разнообразие жесткокрылых (Anobiidae, Staphylinidae, Carabidae, Nitidulidae и Cucujidae) выявлено на березе, произрастающей в ельнике чернично-зеленомошном. По четыре семейства отмечено на ели – в ельнике, на березе – в березняке. Максимальное число видов зарегистрировано на ели и березе в березняке, минимальное – на сосне во всех биотопах.

В трутовых грибах *Fomitopsis pinicola* представлено шесть основных отрядов насекомых. При этом Collembola насчитывают более 40% в ловушках, установленных на грибах. В энтомо-

комплексах трутовых грибов хорошо представлены личинки и имаго Diptera, а также Coleoptera. Отряд Coleoptera в комплексе насекомых-мицетобионтов представлен 10 семействами. В тех трутовых грибах, где встречены жуки, доминируют мелкие Staphylinidae и Cucujidae. Видовой состав жуков, обитателей трутовых грибов, не разнообразен. Большинство зарегистрированных видов заселяет зрелые дереворазрушающие грибы. Представленность жуков в трутовых грибах определяется также диаметром шляпки (в грибах с большим диаметром шляпки семейств больше) и расположением грибов над поверхностью почвы (на валежнике и на высоте менее 1 м семейств больше, чем на высоте более 1 м). Эта микростация пригодна для жуков, обитающих в лесных почвах (*Amara praetermissa*, *Tachinus fimetarius*, *Tachyporus obtusus*, *Atheta sp.*), на деревьях (*Scydmaenius sp.*, *Sylvanus unidentatus*, *Epuraea sp.*) и собственно в грибах (*Conosoma littoreum*, *Gyrophana sp.*, *Scaphisoma agaricinum*). Жуки, предпочитающие большую часть своего жизненного цикла другие микростанции, могут временно переходить к обитанию в трутовых грибах. Именно здесь они находят себе пищу и укрытие, также могут успешно размножаться, поселяясь в трубочках гименофора дереворазрушающих грибов.

Комплексное изучение систем «насекомые–почва», «насекомые–древесина», «насекомые–дереворазлагающие грибы» позволяет констатировать следующее:

1. В составе лесной энтомофауны Койгородского р-на доминируют хорошо представленные в регионе отряды Collembola, Нуменоптера, Diptera, Coleoptera. Представители этих отрядов распределены в рассмотренных микростациях, но существуют отличия в составе и численности видов, населяющих то или иное местообитание.

2. Отряд Coleoptera в составе лесной энтомофауны представлен 30 видами и 17 семействами. В градиенте «почва–древесина–дереворазрушающие грибы» число семейств жесткокрылых возрастает, в этом же направлении снижается видовая насыщенность каждого семейства в отдельности.

3. Почва является самой густонаселенной насекомыми стацией в лесу. Высокое таксономическое разнообразие и видовое богатство почвообитающих насекомых характерно для березняка бруснично-зеленомошного, а высокая численность – для ельника чернично-зеленомошного.

4. Главные лесообразующие породы – ель и береза – представляют собой благоприятные станции для поддержания разнообразия и численности ксилобионтных насекомых вне зависимости от того, в каких биотопах эти деревья произрастают. Сосна является стацией для развития отдельных немногочисленных, в том числе редких, видов насекомых.

5. Дереворазрушающие грибы в разной степени заселяются насекомыми, которые обитают в почве, древесине и собственно грибах. Представленность и численность насекомых в трутовых грибах *Fomitopsis pinicola* зависит от множества факторов (может быть низкой и высокой), но в любом случае дереворазрушающие грибы являются важной стацией для сохранения и поддержания устойчивости лесной энтомофауны.

ЛИТЕРАТУРА

Колесникова А.А. Пространственное распределение стафилинид европейского северо-востока России // Закономерности зональной организации комплексов

животного населения на европейском Северо-Востоке. Сыктывкар, 2005. С. 206-231. (Тр. Коми НЦ УрО РАН, № 177).

Самков М.Н., Чернышев В.Б. Оконные ловушки и возможности их использования в энтомологии // Зоол. журн., 1983. Т. LXII. Вып. 10. С. 1571-1574.

Таскаева А.А., Долгин М.М. Микростациальное распределение коллембол в еловых лесах // Бюл. МОИП, 2008. С. 22-25.

Татарина А.Ф., Никитский Н.Б., Долгин М.М. Усачи или Дровосеки (Coleoptera, Cerambycidae). – Фауна европейского северо-востока России. СПб.: Наука, 2007. Т. VIII. Ч. 2. 190 с.

Barber H. Traps for cave-inhabiting insects // Journ. Elisha Mitchel Sci. Soc., 1931. Bd. 46. P. 259-264.

ПРОМЫСЛОВЫЕ ЗАПАСЫ ЦЕННЫХ СИГОВЫХ ВИДОВ РЫБ И ИХ ОСВОЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Е.А. Рябова

ФГУ «Комирыбвод»

E-mail: rayba.elle@rambler.ru

Большую часть территории Республики Коми занимают поверхностные воды (реки, озера, болота). Густота речной сети на территории республики почти в полтора раза превышает этот показатель по стране. Гидрографическая сеть относится к бассейнам Белого (реки Вычегда, Мезень, Луза), Баренцева (р. Печора), Карского (р. Кара) и Каспийского (реки Летка, Кобра) морей. Крупнейшей рекой на территории республики является Печора (1809 км). В административных границах республики находится 1590 км длины и 262 тыс. км² площади бассейна. Наиболее продуктивный участок реки – 219 км нижнего течения Печоры вместе с дельтовой устьевой частью и сетью придаточных водоемов бассейна вследствие административного деления оказался на территории Ненецкого автономного округа.

Особенность бассейна р. Печора состоит в широком распространении сиговых рыб – проходных, полупроходных и местных форм. К сиговым относятся такие виды, как нельма, чир, омуль, пелядь, сиг и ряпушка. За состоянием запасов ценных видов рыб ведется ежегодный государственный мониторинг.

Нельма (*Stenodus leucichthys*) с 1997 г. включена в списки рыб, занесенных в Красную книгу РФ, а с 1998 г. вид внесен в Красную книгу Республики Коми.

Чир (*Coregonus nasus*) в бассейне р. Печора стал редким видом и встречается единично. Последний раз промысловая квота на чира выделялась в 2006 г. В среднем вылов этого вида с 2000 по 2006 г. составлял менее 100 кг в год.

Пелядь (*Coregonus peled*) и омуль (*Coregonus autumnalis*) остаются до сих пор промысловыми видами, но добываются в незначительном количестве – не более 1.0 и 0.2 т в год соответственно.

Печорский сиг рассматривается в бассейне р. Печора как экологическая форма полиморфного подвида *Coregonus Lavaretus pidschian*. Наряду с фенотипическими изменчивыми формами сига-пыжьяна встречаются его гибриды от скрещивания с омулем и пелядью. Кроме всего прочего в прирусловых водоемах среднего течения Печоры и на некоторых крупных притоках, в том числе р. Уса, обитают местные формы вида *Coregonus Lavaretus* Gmelin. Состояние запасов сига ухудшается, об этом говорят данные о размерно-весовой структуре уловов и численности рыб. Одним из основных явных признаков негативного влияния многолетней интенсивной рыбопромысловой нагрузки на популяции в бассейне р. Печора является сокращение числа возрастных групп. В среднем за 10 лет вылов сига составил около 2.2 т.

Биологическое состояние популяции печорской ряпушки (*Coregonus albula*) на протяжении последних лет оценивается как удовлетворительное. Промысел полупроходной ряпушки традиционно ведется со второй половины июля по октябрь в русле нижнего течения р. Печора (Усть-Цилемский р-н) плавными сетями с ячеей 18-20 мм. Это единственный ценный вид рыб, который до настоящего времени добывается действительно в промышленных масштабах – 29.5 т.

Вылов сиговых в период с 1990 по 2010 г. в бассейне р. Печора на территории Республики Коми колебался в достаточно широких пределах (16-65 т), в среднем сиговых вылавливалось около 30 т в год. Максимальный улов сиговых был получен в Республике Коми в 1990 г. и составил около 65 т. Вылов частиковых рыб в конце прошлого столетия составлял более 300 т.

Значительное резкое снижение вылова началось с 1992 г., что связано с социально-эконо-

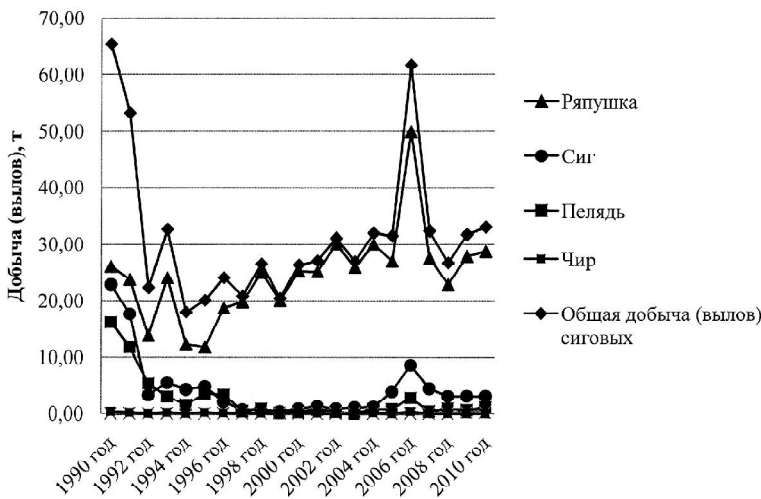


Рис. 1. Добыча (вылов) сиговых в бассейне р. Печора на территории Республики Коми с 1990 по 2010 г.

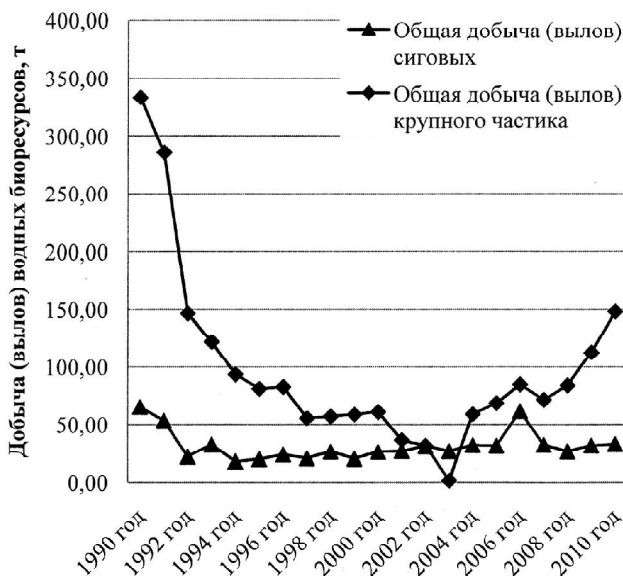


Рис. 2. Добыча (вылов) водных биоресурсов в бассейне р. Печора на территории Республики Коми с 1990 по 2010 г.

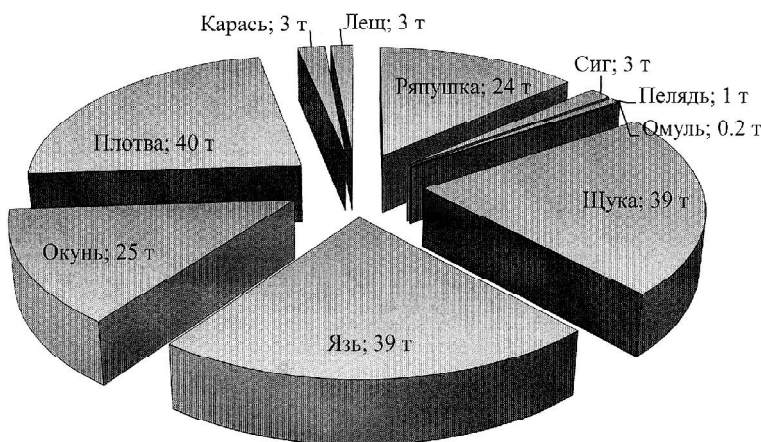


Рис. 3. Добыча (вылов) некоторых видов водных биоресурсов в бассейне р. Печора в 2010 г.

мическими причинами. В период экономической нестабильности не грамотная организация работы промысловых бригад, ориентированность на вылов исключительно ценных видов рыб, сокращение числа облавливаемых рек (участков рек) и озер привели к нерационально малой эксплуатации запаса частиковых видов рыб и перелову сиговых.

С 2003 г. в республике после стабилизации социально-экономической обстановки и постепенного упорядочивания нормативно-правовой базы в области рыболовства растет количество официальных пользователей водными биоресурсами и используемых рыбопромысловых участков, в частности труднодоступных озер. В связи с этим наметился интенсивный рост добычи (вылова) водных биоресурсов.

В 2010 г. в бассейне р. Печора уже 34 юридических лица и частных предпринимателя занимались добычей (выловом) водных биоресурсов на 140 рыбопромысловых участках. Промыслом последний год осваивались 13 видов рыб, доминировали по объемам вылова плотва, щука, язь и окунь.

Квоты по всем без исключения видам рыб в республике осваиваются пока на 70-90% по причине несвоевременной выдачи разрешений на добычу (вылов) водных биоресурсов и приостановки проведения конкурсов на заключение договоров о предоставлении рыбопромысловых участков. Используемые для добычи (вылова) водных биоресурсов водоемы и их участки на данный момент составляют менее чем 30% от пригодных для этих целей и менее 5% от всего рыбохозяйственного фонда.

Количество облавливаемых водоемов с каждым годом растет, в связи с этим необходимо увеличить рекомендуемые объемы вылова. Так как запасы ценных видов рыб этого не позволяют, то нужно увеличить вылов крупного частика.

На данный момент рекомендуемые объемы вылова язя, щуки, плотвы и окуня научно-исследовательскими организациями составляют около 100 т. Эти рекомендации, полученные при использовании биостатистических методов, могут оказаться некорректными. Невозможно дать точную оценку величины запасов сиговых и частиковых рыб в реках республики, основываясь на использовании биостатистических методов, так как промысел, промысловые технологии и стратегии в последние 20 лет были нестабильны (Малкин, 2000). Особенно искажает результаты оценки запасов наличие неучтенных уловов и браконьерства.

Если учесть, что промысловый запас частиковых рыб эксплуатировался незначительно, когортные методы его оценки и прогнозирования могут быть крайне неопределенными. Также должны быть сложности в оценке урожайности будущего годового класса, так как на территории республики проводится недостаточно исследований по учету молоди (икры, личинок, мальков). Если только вступающие в промысел поколения будут вносить весомый вклад, применение анализа зависимости запас-пополнение или анализа средних приведет к большой неточности прогноза (Грехем и др., 2007).

Существует множество дополняющих друг друга методик, позволяющих рассчитать общий допустимый улов с заблаговременностью один-два года. Различные модификации расчетов имеют целью нивелировать недостаток исходных данных, но единой универсальной методики не существует (Шибяев, 2006). В 2010 г. проведена оценка запасов промысловых видов рыб бассейна р. Печора на основании данных государственного мониторинга водных биологических ресурсов и рыбодобыче в 2000-2010 гг. Расчет величины промыслового запаса был выполнен в соответствии с «Методическими рекомендациями по контролю за состоянием рыбных запасов и оценке численности рыб на основе биостатистических данных» (2000 г.). Согласно полученным данным, в бассейне р. Печора возможный вылов частиковых рыб составляет не менее 210 т. Рекомендуемый годовой вылов некоторых видов водных биоресурсов в бассейне

р. Печора на территории Республики Коми: сиг – 7 т, ряпушка – 25, пелядь – 1.5, хариус европейский – 14.5, щука – 45, язь и плотва – по 60, окунь пресноводный – 45 т.

В современных условиях сохранить популяции ценных видов рыб в естественных водоемах можно лишь в том случае, если увеличить объемы искусственного воспроизводства и эксплуатировать водные биоресурсы на строго научной основе. Решение проблемы во взаимно дополняющих друг друга направлениях – озерное товарное рыбоводство, заводское воспроизводство молоди сиговых рыб и рациональное использование водных биоресурсов, а именно регулярное проведение современных исследований запасов промысловых видов рыб, совершенствование методов оценки запасов и смещение рыболовства в сторону частиковых видов рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Котляр О.А.* Методы рыбохозяйственных исследований (ихтиология). Рыбное, 2004. С. 124-143
- Малкин Е.Н., Борисов В.М.* Методические рекомендации по контролю за состоянием рыбных запасов и оценке численности рыб на основе биостатистических данных. М., 2000. С. 17-19.
- Шибяев С.В.* Основы промысловой ихтиологии. Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2006. С. 322.
- Грехем М. Пиллинг, Й. ван дер Коой, Даскалов В.М.* Обобщение мирового опыта в области оценки запасов применительно к управлению рыбными ресурсами Каспийского моря. Crown copyright, 2007. С. 81-130.

ОРНИТОФАУНА ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЛЕМВА (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Н.П. Селиванова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: selivanova@ib.komisc.ru

Уральский хребет, протянувшийся в меридиональном направлении более чем на две тысячи километров, пересекает на своем пути несколько природных ландшафтных зон, внося нарушения в общую картину зональности растительности, характерную для равнинных территорий. На одной и той же широте растительные сообщества в горах близки к таковым не соседних, а севернее расположенных равнин. В местах соприкосновения крупных растительных формаций формируются переходные комплексы населения птиц, изучение которых представляет значительный интерес с эколого-фаунистической точки зрения.

Более 2/3 территории Приполярного Урала располагается в северной подзоне тайги (высокогорно-приполярноуральский округ), в северной части Приполярного Урала растительные сообщества представлены крайнесеверотажными лесами (южнополярноуральский округ). Территория южнополярноуральского округа имеет

среднегорный рельеф с широкими долинами и плоскими вершинами. В горах выражены три высотных пояса: предтундровых редколесий (подгольцовый), горных тундр (горно-тундровый) и разреженной растительности вершин (гольцовый). Территория высокогорно-приполярноуральского округа характеризуется рельефом альпийского типа (глубоко врезанные долины, вершины с острыми гребнями) и наличием четырех вертикальных поясов растительности: горно-лесного, подгольцового, горно-тундрового и гольцового. Граница между округами проходит по водоразделу бассейнов рек Кожим и Лемва (Александрова, 1989).

В основу работы положены данные литературы (Селиванова, Естафьев, 2010; Селиванова и др., 2007) и материалы полевых исследований автора в бассейнах рек Кожим и Лемва. Орнитофауна бассейна р. Лемва, по сравнению с бассейном р. Кожим, изучена крайне слабо, в связи с чем в гнездовой период 2010 г. наши

исследования были посвящены изучению орнитофауны верхнего течения р. Лемвы и ее притоков – рек Парнокаю, Большая и Малая Хайма, Правый и Левый Грубею. Учеты птиц с пересчетом на площадь по средне-групповой дальности их обнаружения были выполнены по методике Ю.С. Равкина (1967). Общая протяженность маршрутов составила 95 км.

Орнитофауна бассейна р. Лемва насчитывает 90 видов птиц, из них в верхнем течении зарегистрировано – 75. Предположительно здесь могут встречаться еще около 15-20 видов, обитающих севернее по Уралу, в бассейне р. Мокрая Сыня (Головатин, Пасхальный, 2005). Отмеченные в бассейне р. Лемва птицы представлены девятью отрядами, наиболее многочисленными из которых воробьинообразные (58%) и ржанкообразные (15). По фауно-генетическому составу в исследуемом районе преобладают виды сибирского происхождения (34%). Вдвое меньше в фауне арктических (17%) и почти в 2.5 раза европейских видов (13). Средиземноморский и тибетский типы фауны представлены единичными видами. Доля широкораспространенных в Палеарктике видов составляет 31%. Для трех видов птиц в 2010 г. в бассейне р. Лемва выявлены новые точки находок у северных и южных границ их ареалов.

Садовая камышевка обитает к северу до северной подзоны тайги. Обычный гнездящийся на Северном Урале вид (Нейфельд, Теплов, 2000), на Приполярном Урале отмечался в гнездовой период в бассейне р. Кожым (Рябицев и др., 1980). Поющий самец был встречен нами близ устья р. Хайма.

Серая мухоловка распространена к северу до северной подзоны тайги. Редкий гнездящийся на Северном Урале вид (Нейфельд, Теплов, 2000), на Приполярном Урале отмечен на гнездовании в бассейне р. Кожым (Шутов, 1989). Одиноклая особь была отловлена нами в паутинную сеть близ устья р. Малая Надота.

Полярная овсянка гнездится в зональных тундрах и лесотундре Сибири, кустарниковых тундрах Полярного Урала. В поселение годы отмечается продвижение вида в западном направлении (Головатин, Пасхальный, 2005; Рябицев, 2008) Несколько поющих самцов были отмечены нами в бассейне р. Правый Грубею.

При сравнении орнитофаун крупных речных бассейнов Приполярного Урала (Лемва, Кожым, Сыня, Щугор) в широтном градиенте можно отметить общую тенденцию к увеличению в южном направлении доли европейских и сибирских видов птиц, к северу – арктических. В бассейне р. Кожым проходят северные границы распространения некоторых европейских видов птиц: лесной завирушки, зарянки, лугового чекана, зяблика, чижа; в бассейне Лемвы – садовой камышевки, серой славки, славки-завирушки, серой мухоловки. Из широко распространенных видов следует отметить оляпку. Вид распрост-

ранен к северу по Уралу до бассейна р. Мокрая Сыня на восточном склоне (Головатин, Пасхальный, 2005), на западном встречен в бассейне р. Кожым и не отмечен в бассейне р. Лемва, где, по всей видимости, проходит северная граница его распространения. По нашим материалам и данным литературы, за последние три-четыре десятилетия значительное число видов европейского происхождения и широко распространенных видов продвинулось по Уралу в северном направлении. С конца 60-х гг. прошлого века на Приполярном Урале было отмечено появление 40 новых, ранее не отмечавшихся видов птиц, из них европейских – 15 и широко распространенных – 13. Продвижение их в северном направлении является частью общей тенденции, наблюдающейся и на прилегающих к Уралу равнинах (Estafjev, Selivanova, 2009), чему в значительной степени, помимо естественной динамики ареалов видов, способствует антропогенная трансформация ландшафтов, интенсивно идущая на европейском Севере с 40-х гг. XX в. (Естафьев, 1999). Не исключена возможность долговременных флуктуаций границ ареалов птиц в связи с изменением климата. Ряд типично таежных сибирских видов в северной части Приполярного Урала обитает у северных границ своего ареала. До бассейна р. Кожым к северу распространены на гнездовании тетерев, филин, мохноногий сыч, черныш; до бассейна р. Лемва доходят глухарь, рябчик, глухая кукушка. В горных и межгорных тундрах бассейна р. Лемва гнездится ряд арктических видов – это типичные представители зональных тундр. Горные тундры служат своего рода долготным коридором, способствующим проникновению тундровых видов птиц к югу до широты таежной зоны. К югу до 64-65° с.ш. гнездятся зимняк, кречет, длиннохвостый поморник, полярная крачка, краснозобый конек, пуночка. Еще южнее, до 59-60° с.ш., распространены на гнездовании тундрная куропатка, золотистая ржанка, хрустан, подорожник.

При рассмотрении пространственной структуры населения птиц верхнего течения р. Лемва выявляются следующие особенности. В высотном градиенте при движении от горно-лесного до горно-тундрового пояса отмечаются закономерное обеднение видового состава (с 29 до шести видов) и снижение численности птиц (с 631 до 109 особей/км²). В нижней части гольцового пояса и верхней части горно-тундрового пояса на гнездовании отмечен только один вид – обыкновенная каменка. В горно-тундровых сообществах высока доля (30-45%) арктических видов птиц: зимняк, тундрная куропатка, золотистая ржанка, хрустан, подорожник, пуночка. По ивняковым зарослям вдоль ручьев в горной тундре гнездятся камышевка-барсучок, пеночки весничка и таловка, варакушка, овсянка-крошка. Наиболее многочисленным видом горных тундр является луговой конек. В число

доминантов входят золотистая ржанка, пеночка-весничка и таловка, обыкновенная чечетка. Открытые заболоченные пространства межгорных тундр привлекают на гнездование азиатского бекаса, среднего кроншнепа, большого улита, длиннохвостого поморника, полярную крачку, болотную сову. Доминируют по численности мелкие воробьиные птицы – луговой конек и обыкновенная чечетка. В верхней, наиболее разреженной части подгольцового пояса обитают представители открытых пространств – зимняк, луговой конек. В нижней части встречаются кустарниковые и лесные виды птиц: камышевка-барсучок, пеночки-весничка и таловка, варакушка, овсянка-крошка, дрозды рябинник и белобровик, обыкновенная кукушка, вьюрок, обыкновенный снегирь. Доминантами по численности являются луговой конек, пеночка-весничка, обыкновенная чечетка, овсянка-крошка. По видовому составу сообщества птиц лиственничных лесов и лиственничных редколесий довольно схожи. Отмечается некоторое увеличение в лесах доли в сообществах сибирских видов (с 48 до 52%). К числу доминантов добавляются пеночка-таловка и вьюрок.

В целом можно отметить, что орнитофауна верховье р. Лемва носит таежный облик со значительным присутствием в лесных сообществах сибирских, в горно-тундровых – арктических видов. По сравнению с орнитофауной бассейна р. Кожым, расположенной в северной подзоне тайги, здесь отсутствует ряд таежных видов или численность их снижается. В горных и межгорных тундрах бассейна р. Лемва большее число арктических видов отмечено на гнездовании. Общее видовое богатство, плотности населения птиц и состав доминантных видов типичен для таежных сообществ северной части Приполярного Урала.

Работа выполнена в рамках проекта по программе Президиума РАН «Биологическое раз-

нообразии наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики» (09-П-4-1032).

ЛИТЕРАТУРА

Estafjev A., Selivanova N. Colonization ecology of European bird species in the Sub-Polar Urals *Avocetta* // *J. of ornithology*. CISO, 2009. Vol. 33. №. 2. P. 167-170.

Александрова В.Д., Грибова С.А., Исаченко Н.И. и др. Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР. Л., 1989. 64 с.

Головатин М.Г., Пасхальный С.П. Птицы Полярного Урала. Екатеринбург, 2005. 559 с.

Естафьев А.А. Фауна птиц европейского Северо-Востока (современное состояние, формирование и охрана): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб, 1999. 62 с.

Нейфельд Н.Д., Теплов В.В. Птицы юго-восточной части Республики Коми // *Материалы к распространению птиц на Урале, в Приуралье и Западной Сибири*. Екатеринбург, 2000. С. 132-154.

Равкин Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов // *Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае*. Новосибирск, 1967. С. 66-75.

Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири: справочник-определитель. Екатеринбург, 2008. 633 с.

Рябицев В.К., Бачурин Г.Н., Шутов С.В. К распространению птиц на западном склоне Приполярного Урала // *Уч. записки Уральского ун-та*. Свердловск, 1980. Вып. 31. С. 54-59.

Селиванова Н.П., Естафьев А.А. Население птиц типичных горно-таежных комплексов // *Биоразнообразие водных и наземных экосистем бассейна реки Кожым*. Сыктывкар, 2010. С. 157-168.

Селиванова Н.П., Кочанов, С.К., Естафьев А.А. Фауна и структура населения птиц // *Биоразнообразие экосистем Полярного Урала*. Сыктывкар, 2007. С. 202-219.

Шутов С.В. Фауна птиц западных предгорий Приполярного Урала и влияние погодных условий весны на ее разногодичный состав // *Информ. матер. «Распространение и фауна птиц Урала»*. Свердловск, 1989. С. 104-106.

ФАУНА И НАСЕЛЕНИЕ МОЛЛЮСКОВ КОЖОЗЕРСКОЙ ГРУППЫ ОЗЕР

С.Е. Соколова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: Gwendolen2005@rambler.ru

Изучение фауны моллюсков Кожозерской группы озер проводилось в ходе полевых экспедиционных работ в августе-сентябре 2007 и 2010 гг. Всего было отобрано 165 проб в 20 точках на озерах Кожозеро и Жилое.

Кожозерская группа озер расположена в Онежском районе Архангельской области на водосборе р. Кожа, одного из крупных левых притоков р. Онега (Козьмин, Шатова, 1997). По лесорастительному и лесотаксационному районированию территория Кожозерья относится к северо-

таежной подзоне тайги (Природа..., 2006). Для озер Кожозерской группы характерна малая минерализация вод. Озеро Кожозеро проточное, в него впадает р. Подломка, которая соединяет Кожозеро с оз. Жилое, из Кожозера берет начало р. Кожа (Новосельцев, 1972; Природа..., 2006).

Кожозеро – крупный водоем с площадью зеркала водной поверхности 97.4 км². Наибольшая глубина озера не превышает 24 м, преобладают глубины до 10 м. Дно Кожозера сложено песчаны-

ми, каменисто-песчаными грунтами с разной степенью заиления и илами. Общая площадь, занятая макрофитами, незначительна и представлена в основном тростником обыкновенным (*Phragmites communis*), камышом озерным (*Scirpus lacustris*) и хвощом (*Equisetum fluviatile*). Озеро Жилое – проточный водоем бассейна р. Подломка. Имеет площадь водной поверхности 4.6 км² (Природа..., 2006).

При сборе и обработке материала мы применяли стандартные методики. Качественные сборы проводили в прибрежной зоне водоемов среди зарослей макрофитов сачком и вручную, на открытых участках литорали применяли скребки (сетка из газа № 38). При отборе количественных проб использовали дночерпатель Экмана-Берджи (1/40 м²). Пробы промывали с использованием гидробиологического сита. Моллюски фиксировались 96% -ным спиртом, который через сутки заменяли на 70% -ный. В ме-

сте отбора каждой пробы измерялась глубина с точностью до 0.1 м (мерной рейкой на глубинах до 0.5 м и эхолотом на более глубоких участках) и определялся характер грунта (Методика..., 1975).

Общий объем отобранного материала составил 280 экз. моллюсков. Отобранные пробы разбирали в лаборатории с применением стереоскопического микроскопа МБС-12. При определении моллюсков использованы таблицы Я.И. Старобогатова (Определитель..., 2004), а также А.В. Корнюшина (Корнюшин, 1996) и Н.Д. Круглова (Круглов, 2005).

Для определения относительного обилия видов использовали пятибалльную логарифмическую шкалу (Песенко, 1982). Виды с обилием 4-5 баллов являются наиболее массовыми (доминирующими), с 3 – обычными, 1-2 баллами – малочисленными.

В результате исследования фауны моллюсков в озерах Кожозерской груп-

пы обнаружено 23 вида моллюсков, которые принадлежат к трем семействам класса Gastropoda (семейства *Planorbidae*, *Valvatidae*, *Lymnaeidae*) и к четырем семействам класса Bivalvia (семейства *Euglesidae*, *Pisidiidae*, *Sphaeriidae*, *Unionidae*). Наибольшим видовым богатством характеризуется семейство *Planorbidae*, представленное семью видами (см. таблицу).

Распределение видов по баллам относительного обилия неодинаково (см. таблицу). Наиболее распространены в озерах Кожозерской группы виды *Lymnaea ovata* (Draparnaud, 1805), *L. auricularia* (Linnaeus, 1758) и *Colletopterum piscinale* (Nilsson, 1822). Обычные виды (3 балла обилия по шкале Песенко) отсутствуют. На долю малочисленных видов, которых большинство, приходится около 25% от объема сборов.

Большинство моллюсков в озерах Кожозерской группы относятся к европейско-сибирским и палеарктическим видам, их доля в зоогеографической структуре составляет 56%. Виды с европейско-западносибирским ареалом также хорошо представлены. Нет голарктических видов (см. рисунок).

Таким образом, фауна моллюсков в озерах Кожозерской группы насчитывает 23 вида. Наиболее распространены в изученных озерах виды *Lymnaea*

Видовой состав и относительное обилие моллюсков в озерах Кожозерской группы

№	Вид	N	I _d , %	В, баллы
Семейство <i>Planorbidae</i>				
1	<i>Anisus acronicus</i> (Ferussac, 1807)	1	0.36	1
2	<i>Anisus albus</i> (Mueller, 1774)	1	0.36	1
3	<i>Anisus contortus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.36	1
4	<i>Anisus laevis</i> (Alder, 1838)	8	2.86	2
5	<i>Anisus stelmachoetius</i> (Bourguignat, 1860)	5	1.79	2
6	<i>Anisus stroemi</i> (Westerlund, 1881)	5	1.79	2
7	<i>Anisus vortex</i> (Linnaeus, 1758)	9	3.21	2
Семейство <i>Valvatidae</i>				
8	<i>Cincinna frigida</i> (Westerlund, 1873)	3	1.07	1
Семейство <i>Lymnaeidae</i>				
9	<i>Lymnaea auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	30	10.71	4
10	<i>Lymnaea fontinalis</i> (Studer, 1820)	3	1.07	1
11	<i>Lymnaea fragilis</i> (Linnaeus, 1758)	3	1.07	1
12	<i>Lymnaea glutinosa</i> (Mueller, 1774)	4	1.43	2
13	<i>Lymnaea ovata</i> (Draparnaud, 1805)	101	36.07	5
Семейство <i>Euglesidae</i>				
14	<i>Cingulipisidium nitidum</i> (Jenyns, 1832)	6	2.14	2
15	<i>Cyclocalyx obtusalis</i> (C. Pfeiffer, 1821)	1	0.36	1
16	<i>Hiberneuglesa normalis</i> (Stelfox, 1929)	2	0.71	1
17	<i>Pseudeupera subtruncata</i> (Malm, 1853)	2	0.71	1
18	<i>Tetragonocyclas tetragona</i> (Normand, 1854)	2	0.71	1
Семейство <i>Pisidiidae</i>				
19	<i>Pisidium amnicum</i> (Mueller, 1774)	3	1.07	1
Семейство <i>Sphaeriidae</i>				
20	<i>Sphaerium westerlundii</i> Clessin in Westerlund, 1873	2	0.71	1
21	<i>Sphaerium corneum</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.36	1
Семейство <i>Unionidae</i>				
22	<i>Colletopterum piscinale</i> (Nilsson, 1822)	80	28.57	4
23	<i>Colletopterum anatinum</i> (Linnaeus, 1758)	7	2.50	2
	Всего видов		23	
	Всего	280	100	

Примечание: N – число особей вида в сборах, экз.; I_d – доля особей вида в сборах, %; В – обилие вида по пятибалльной логарифмической шкале (Песенко, 1982).

ovata (Draparnaud, 1805), *L. auricularia* (Linnaeus, 1758) и *Colletopterum piscinale* (Nilsson, 1822). Большинство моллюсков в озерах Кожозерской группы относятся к европейско-сибирским и палеарктическим видам.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 10-04-00897, междисциплинарного проекта УрО РАН «Ландшафтно-зональные условия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере», ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МД-4164. 2011.5.

Выражаем благодарность Ю.В. Беспалой и О.В. Усачовой за консультации и проверку определения моллюсков.

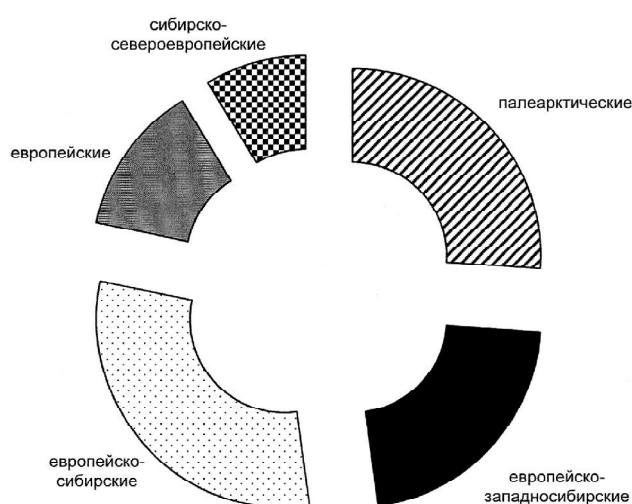
ЛИТЕРАТУРА

Козьмин А.К., Шатова В.В. Рыбохозяйственная характеристика озер Архангельской области. Архангельск, 1997. 80 с.

Корнюшин А.В. Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidae Палеарктики. Фауна, систематика, филогения. Киев, 1996. 165 с.

Круглов Н.Д. Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. Смоленск: СГПУ, 2005. 507 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 270 с.



Зоогеографическая структура малакофауны в озерах Кожозерской группы.

Новосельцев Г.Е. Основные биоценозы бентоса Кожозера // Тезисы отчетной сессии ученого совета СевНИОРХ по итогам научно-исследовательских работ за 1971 год. Петрозаводск, 1972. С. 72-74.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под общ. ред. С.Я. Цалолыхина. Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. СПб.: Наука, 2004. 528 с.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. С. 1-182.

Природа и историко-культурное наследие Кожозерья / Под ред. В.А. Ефимова, А.Н. Давыдова. Архангельск, 2006. 312 с.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ОКРАСКИ ОКУНЯ В ВОДОЕМАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Ю. Тропин

Вологодская лаборатория ФГНУ «ГосНИОРХ»

E-mail: nikolay-tropin1@yandex.ru

Введение

Исследование изменчивости гидробионтов в условиях комплексного воздействия природных и антропогенных факторов является одним из важных и перспективных направлений изучения водных экосистем. При этом вариабельность наиболее адекватно выявляется на популяционно-видовом уровне, который определяет пластичность организмов и стратегию их выживания под влиянием факторов среды (Дгебуадзе, 2001). Одним из модельных объектов для изучения изменчивости среди рыб является речной окунь (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758). Он имеет широкое распространение в Европейской части России, формирует многочисленные популяции, относится к эврибионтным видам и отличается высокой толерантностью к неблагоприятным условиям среды, включая последствия антропогенной трансформации (Макаро-

ва, 1993; Атлас..., 2002). Кроме того, исследование популяций окуня в разнотипных водоемах Вологодской области дает возможность выявить особенности внутривидовой изменчивости вида в части ареала, находящейся в переходной зоне от умеренных широт к районам Крайнего Севера. При этом специфичность и разнообразие природных условий, связанных со сложным генезисом территории, сформировавшим густую гидрографическую сеть, способствуют проявлению вариабельности вида.

Внутривидовая изменчивость отражает разные экологические условия в разнотипных водоемах Вологодской области, а разнообразие биотопов определяет уровень дифференциации популяций, которое проявляется через варьирование морфологических и фенотипических параметров окуня (Тропин, 2007). Наблюдающееся в последние десятилетия интенсивное

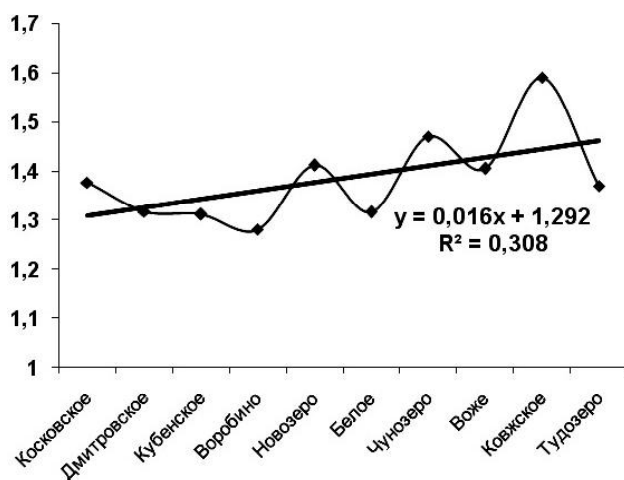
заращение при эвтрофировании водных объектов усиливает внутривидовую дифференциацию окуня, для экспресс-оценки которой используется изучение его внешней окраски как одного из удобных фенетических методов исследования (Зеленецкий, 1997). Поэтому особую актуальность представляет изучение изменчивости фенотипической окраски окуня в водоемах Вологодской области.

Материал и методика исследования

Изучение изменчивости фенотипической окраски окуня проводилось на протяжении 2006-2010 гг. в десяти водоемах, расположенных в разных частях Вологодской области. Это крупные (Белое, Кубенское и Воже), а также малые (Тудозеро, Ковжское, Чунозеро, Воробино, Косковское, Дмитровское и Новозеро) озера. Исследование фенотипической изменчивости окуня осуществлялось согласно методике, разработанной Н.М. Зеленецким (1992) с использованием внешней криптической окраски, которая является суммой фенов рыбы в целом. Всего было изучено 1075 экз. окуня. По результатам учета фенов рассчитывался индекс пигментации особи (I_p) и среднезональный индекс пигментации (I_z). Внутривидовое разнообразие оценивали по встречаемости фенов, среднему числу морф (μ), а также доле редких морф (h). Сходство в распределении частот морф между популяциями определялось по показателю сходства (r) и критерию идентичности (I) (Животовский, 1980). Статистическая обработка данных проводилась с использованием программного пакета MS Excel 2007.

Результаты исследований

Вологодская область расположена на севере европейской части России. Длительный период постгляциального генезиса в сочетании с избыточным увлажнением и равнинным характером поверхности региона обусловили формирование богатой гидрографической сети, основная часть



Клиная изменчивость индекса пигментации окуня (I_p) в озерах Вологодской области.

которой приходится на малые и крупные озера, принадлежащие трем бассейнам стока. Формирование значительного количества водоемов, отличных по морфологическим, гидрологическим и гидрохимическим параметрам, обусловило развитие определенного качественного и количественного состава гидробионтов. В то же время высокое типологическое разнообразие озер привело к благоприятным предпосылкам для возникновения изменчивости среди широко распространенных видов, к которым относится и окунь.

Характер внешней криптической окраски окуня определяется сочетанием фенов разной конфигурации, расположенных в каждой из зон пигментации. Результаты исследования показали, что наиболее распространенными феноми для большинства озерных популяций окуня были I и v, частота встречаемости которых составляла около 80-90%. Особо следует подчеркнуть высокую долю в окраске рыб элемента II, что в целом отличает озерные популяции окуня от речных. При повышении частоты его присутствия в поперечно-полосатой пигментации происходит перераспределение частот во II-IV зонах за счет полного вытеснения элемента I и снижения встречаемости v с увеличением доли редких фенов.

Сравнительный анализ частоты распределения фенов по среднему числу морф (μ) показал, что наибольшая изменчивость наблюдается во II и III зонах — соответственно 8,02 и 6,52. Причем доля редких морф выше в III зоне, чем во II. Эти зоны соответствуют расширению туловища рыб к середине тела, что приводит к увеличению общей площади поверхности и к наиболее полному раскрытию их генотипа. В I зоне большинства изученных популяций преобладает однокомпонентный фен I, а в IV – v. Поэтому данные пигментационные зоны наименее изменчивы в связи с неполной реализацией генотипа из-за сужения туловища в хвостовой части.

Основным показателем, определяющим вариативность криптической окраски окуня является индекс пигментации рыб (I_p). Его исследование в популяциях разных водоемов показало клинальный характер изменения пигментированности рыб с увеличением значения I_p с юга на север (см. рисунок). Так, если в озерах Кубенском и Косковском, расположенных в южной части региона I_p окуня составляет 1,31-1,32, то в более северных водоемах (озера Воже и Ковжское) он равен соответственно 1,4 и 1,6. Следует отметить, что для оз. Тудозеро, непосредственно связанного с крупным Онежским озером крупной протокой, индекс пигментации ниже (1,37), что подтверждает влияние проточности на степень пигментированности окуня.

Повышение пигментации рыб обусловлено изменением частот фенов криптической окраски вследствие замены простых фенов I и v двухкомпонентными. Поэтому в северных водоемах

увеличивается доля окуней со сложными фенами v , ll , а также более редкими – vu , lu , uv и т.д. Кроме того, в озерах Воже и Чуозеро существенную долю в окраске занимали фены w , d и x , а сложные фены с элементом u составляли 80% от числа всех редких фенов.

Однако географическая зависимость нарушается в озерах, которые имели большую проточность, высокую прозрачность и низкую степень зарастания. В таких водоемах пигментированность окуня снижена, а в криптической окраске преобладают простые фены, при этом доля редких незначительна. Так, например, в озерах Белое и Воробино I_p рыб снижается, что обусловлено слабым развитием в них зарослевой растительности. Кроме того, снижается роль отбора в формировании внешней окраски окуня при уменьшении пресса хищников, прежде всего щуки, местообитания которой приурочены к зарослям макрофитов.

Наблюдающееся в последние годы увеличение темпов эвтрофирования мелководных озер на фоне низкой проточности приводит к уменьшению прозрачности воды, возрастанию площади зарослевой зоны, в которой регуляторная роль щуки повышается. При этом выедание щукой окуня определяет вектор отбора в сторону выраженной маскировочной окраски рыб, что подтверждает достоверная корреляция между вышеуказанными изменениями условий обитания и увеличением индекса пигментации окуня, доли редких фенов и преобладанием фенов сложного рисунка, снижающих заметность особей.

Заключение

Благоприятные условия обитания и воспроизводства в сочетании с эврибионтностью окуня обусловили высокую численность и широкое распространение вида в большинстве водоемов Вологодской области. Специфика географического положения, а также морфологические и гидрохимические особенности озер создают предпосылки для возникновения фенотипической изменчивости.

Увеличению фенотипического разнообразия популяций способствует возрастание частоты встречаемости в зонах пигментации простого фена l , а также сложного – ll . Изменение степени пигментации окуня носит клинальный характер с увеличением показателя с юга на север. Выявлено, что существует выраженная зависимость между степенью изолированности озера и уровнем внутривидовой изменчивости окуня. В малых озерах происходит увеличение индекса пигментации и доли редких морф с повышением величины цветности и степени зарастаемости водоемов.

Таким образом, исследование изменчивости фенотипической окраски окуня в водоемах Вологодской области подтвердило формирование различных по внешнему виду популяций под влиянием условий обитания, из которых наибольшее значение имеет географическое положение, морфологические особенности водоема, а также степень его зарастания.

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас пресноводных рыб России / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002. Т. 2. 253 с.
- Дегбадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М.: Наука, 2001. 276 с.
- Животовский Л.А. Показатель внутривидового разнообразия // Журн. общей биологии. М.: Наука, 1980. № 6. Т. XLI. С. 828-836.
- Зеленецкий Н.М. Методические основы изучения изменчивости криптической окраски тела окуня *Perca fluviatilis* L. в ареале // Биологические науки, 1992. Вып. 11-12. С. 63-74.
- Зеленецкий Н.М. Феногеография и популяционная изменчивость окраски окуня обыкновенного (*Perca fluviatilis* L.) // Вопросы ихтиологии, 1997. Т. 28. Вып. 2. С. 101-113.
- Макарова Н.П. Некоторые биологические показатели окуня *Perca fluviatilis* L. в разных водоемах Кольского полуострова // Биология речного окуня. М.: Наука, 1993. С. 80-93.
- Тропин Н.Ю. Особенности фенотипической окраски окуня (*Perca fluviatilis* L.) в водоемах Вологодской области // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов – 2: Матер. Междунар. конф. Борок, 2007. С. 284-287.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ЕЛЬЦА НЕКОТОРЫХ РЕК ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Е. Улютичева

Вологодский государственный педагогический университет

Вологодская лаборатория ФГНУ «ГОСНИОРХ»

E-mail: uljuticheva26@rambler.ru

Введение

Водная среда с населяющими ее организмами является одним из наиболее уязвимых компонентов биосферы, который под влиянием хозяйственной и рекреационной деятельности человека существенно изменяется. Рыбы являются одними из самых чувствительных видов гид-

робионтов к меняющимся условиям среды, так как они занимают верхний уровень в трофических цепях и накапливают в себе большое количество вредных веществ. В связи с этим они могут быть использованы как биоиндикаторы при оценке экологического состояния водоемов. Комплексное использование рыбохозяйственных

водоемов, загрязнение природных вод отходами промышленности и сельского хозяйства, накопление в них биогенов вызывают глубокие изменения гидрохимического и гидрологического режимов водоемов. Это ведет к резкому нарушению условий местообитания и отрицательно сказывается на количественных и качественных показателях гидробионтов. Изменение условий обитания рыб, а так же необходимость сохранения популяционного разнообразия ихтиофауны требуют проведения комплексных исследований, оценивающих уровень антропогенных воздействий на водоем. Одним из таких методов является достаточно простой, но экологически обусловленный – морфоиндикация (Кучко и др., 1993). Применение данного метода позволяет судить не только о функциональной деятельности организмов, но и о состоянии среды их обитания. В пределах нашей области морфоиндикация для оценки состояния популяций ельца ранее не использовалась.

Цель работы – морфоиндикация состояния популяций ельца некоторых рек Вологодской области, отличающихся по степени антропогенной нагрузки и условиям обитания гидробионтов. Поставленная цель предполагала решение следующих задач:

1. Установить наиболее адекватный морфофизиологический индикатор для оценки антропогенного воздействия на популяцию ельцов.
2. Исследовать возрастную изменчивость морфофизиологических показателей ельца некоторых рек Вологодской области.
2. Выявить межпопуляционные различия морфофизиологических показателей.

Материалы и методика

Работа была выполнена в 2009-2011 гг. Сбор материала осуществлялся в летне-осенний период на пяти реках региона (Сухона, Еденьга, Вожега, Мондома и Большой Юг), которые отличаются по уровню загрязнения. В качестве объекта исследования выбран елец – *Leuciscus leuciscus* (семейство карповые). Это связано, с одной стороны, с широким распространением данного вида в речных экосистемах региона, а с другой – с его высокой чувствительностью к загрязнению водоема и особенно содержанию в воде кислорода.

Всего отловлено 162 экз. рыб (в возрасте от 3+ до 10+). Отлов рыбы осуществлялся при помощи удочки и ставных сетей. Для исследования отбирались разновозрастные особи. Рыбу взвешивали и измеряли длину тела, после чего проводилось вскрытие и определялся вес внутренних органов (сердца, печени, гонад и жабр). Взвешивание органов проводили с точностью до 0.001 г, измерение длины с точностью до 0.01 см. На основании этих данных рассчитывались индексы органов. Относительную массу (индексы) вычисляли в промилле (отношение веса органа

в миллиграммах к весу рыбы в граммах). Одновременно с этим у каждой особи определялись возраст, ожирение, наполнение кишечника, пол и стадия половой зрелости, а также отбиралась чешуя для определения возраста. Для количественной оценки результатов применяли приемы, рекомендованные в книге «Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб» (Смирнов и др., 1972).

Характеристика условий местообитания

Исследованные реки протекают по территории Вологодской области и относятся к бассейнам Белого и Каспийского морей. В бассейне Белого моря изучались популяции ельца из рек Сухона, Еденьга и Вожега, а к бассейну Каспийского моря относятся реки Большой Юг и Мондома. Река Сухона, которая при слиянии с рекой Юг образует Северную Двину, является наиболее крупным водотоком региона. Ее протяженность составляет 550 км, водосборный бассейн занимает две трети Вологодской области. Отлов рыбы производился вблизи впадения р. Еденьга в районе пос. Усть-Еденьга. Второй исследованный водоток – р. Еденьга длиной 93 км является левым притоком р. Сухона и впадает в нее в среднем течении. Изучение популяции ельца проводилось в нижнем течении в районе дер. Нелюбино. В отличие от двух предыдущих водотоков бассейна Белого моря р. Вожега является составной частью гидрографической системы р. Онега и впадает в оз. Воже. Общая протяженность реки составляет 140 км. Нами она была исследована в среднем течении в районе дер. Сурковская. Река Мондома длиной 24 км впадает в Белое озеро. Лов рыбы производился в нижнем течении реки в районе пос. Нижняя Мондома. Река Большой Юг является притоком р. Шексна, протекает по территории Череповецкого р-на и относится к бассейну Каспийского моря, длина составляет 75 км.

Исследованные реки испытывают разную антропогенную нагрузку. К наиболее загрязненным относятся реки Сухона и Мондома. При большой протяженности на берегах р. Сухона и ее притоков расположено большое количество населенных пунктов, в том числе два крупных промышленных центра – города Вологда и Сокол. Вследствие этого в водоток поступает большой объем сточных вод. Основными загрязняющими компонентами являются легкоокисляющиеся органические вещества, фенолы, биогенные элементы. Кроме того, эта река судоходна на всем протяжении и в настоящее время используется для грузоперевозок. Река Мондома также испытывает сильную антропогенную нагрузку, так как является судоходной и в ее нижнем участке расположена пристань для перегрузки древесины и пиломатериалов. Остальные исследованные реки являются условно чистыми, загрязнение носит локальный характер.

Результаты исследований

Для наиболее достоверного сравнения отобранного материала и выявления возрастной и популяционной изменчивости морфофизиологических показателей изученные рыбы были разделены на две разновозрастные группы. В первую входят ельцы возрастом 4-5 лет длиной 10-12 см из рек Сухона, Еденьга и Мондома. Во вторую – ельцы возраста 7-8 лет длиной 15-18 см из рек Сухона, Еденьга, Вожега и Большой Юг. В результате исследований было отмечено, что из рассмотренных индексов органов наиболее показательным является относительный вес сердца (табл. 1). Сильная антропогенная нагрузка на водотоки и действие токсических веществ на организм гидробионтов приводит к мобилизации его защитных функций и ускорению обмена веществ, что в свою очередь обуславливает нагрузку на сердце и вызывает его адаптивные изменения, в частности увеличение размеров. Таким образом, закономерность увеличения индекса сердца характерна для рыб, обитающих в загрязненных водоемах и подвергающихся действию токсических веществ.

Среди остальных рассмотренных индексов нами этой закономерности выявлено не было, так как относительный вес таких органов, как печень, жабры, гонады и селезенка может незначительно колебаться при ухудшении условий местообитания гидробионтов, вызванных, например, сезонными условиями. Лето 2010 г. было более жарким и сухим по сравнению с 2009 г., что привело к увеличению индексов селезенки, жабр и сердца. Это скорее всего было связано с мобилизацией организма для перенесения неблагоприятных условий и не носило адаптивного характера.

Закономерности изменения печени в разных условиях также отличаются: в загрязненных водоемах вес этого органа может увеличиваться при адаптации организма к токсической нагрузке, так как печень участвует в детоксикации вредных веществ (Моисеенко, 1997). По данным других исследователей, этот орган может увеличиваться и в чистых водоемах, что связано с повышенной способностью рыб депонировать питательные вещества в печени на случай нарушения нормального режима питания и ухудшения условий местообитания (Кучко и др., 1993).

Функции селезенки у рыб весьма разнообразны. Высокая изменчивость размеров этого органа и отсутствие возрастной зависимости затрудняет использование его весовых показателей в морфоиндикации. Тем не менее в ряде работ рассматривалась возможность использования относительного веса данного органа в роли индикатора, характеризующего интенсивность обмена веществ и общее состояние рыб, а также

Таблица 1
Индексы органов ельца некоторых рек Вологодской области (первая возрастная группа)

Водоток	Сердце	Печень	Жабры	Селезенка
Сухона	2.36 ± 0.28	9.37 ± 1.06	19.66 ± 3	1.64 ± 0.4
Еденьга	1.89 ± 0.07	11.95 ± 0.68	19.08 ± 0.94	4.04 ± 0.75
Мондома	2.09 ± 0.15	4.82 ± 0.58	21.77 ± 1.12	1.23 ± 0.14

Таблица 2
Индексы органов ельца некоторых рек Вологодской области (вторая возрастная группа)

Водоток	Сердце	Печень	Жабры	Селезенка
Еденьга	1.85 ± 0.18	11.57 ± 0.97	14.42 ± 0.87	3.76 ± 1.61
Сухона	3.25 ± 0.99	7.44 ± 1.38	19.49 ± 2.22	1.47 ± 0.3
Большой Юг	1.97 ± 0.16	13.62 ± 0.91	23.34 ± 1.1	1.22 ± 0.12
Вожега	2.03 ± 0.13	4.96 ± 0.66	20.33 ± 0.92	0.78 ± 0.2

условия питания. Более высокие показатели селезенки в Еденьге и низкие показатели в Вожеге скорее всего связаны с различиями в кормовой базе. В питании рыб из р. Еденьга отмечено преобладание трудноперевариваемой растительной пищи, а у рыб из Вожеги – легкоперевариваемой животной пищи (ручейники, хирономиды, личинки двукрылых, моллюски).

В результате исследований было выявлено, что у ельцов в первой возрастной группе индекс сердца в Сухоне и Мондоме выше, чем в Еденьге. Это свидетельствует о высокой степени нагрузки на водоемы, так как относительный вес сердца является показателем уровня энергетических затрат и в значительной степени зависит от условий, в которых обитают организмы. Более высокие показатели индекса сердца в младшей возрастной группе рек Еденьга и Вожега естественны. Молодь рыб интенсивно питается и растет, поэтому ее энергетические затраты достаточно велики. С возрастом показатели индекса сердца в Еденьге и Вожеге снижаются, так как снижается двигательная активность рыб и скорость процессов метаболизма. В Сухоне такой возрастной динамики не прослеживается, это связано с менее благоприятными условиями обитания при токсической нагрузке на организм в течение всей жизни. Во второй возрастной группе (табл. 2) также отмечен более высокий индекс сердца рыб р. Сухона, что свидетельствует о загрязненности воды.

ЛИТЕРАТУРА

Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2009 году. Вологда, 2010. 232 с.

Кучко Т.Ю., Рыжков Л.П. Количественные соотношения между некоторыми органами рыб // Биологические ресурсы внутренних водоемов и их использование. Петрозаводск, 1993.

Моисеенко Т.И. Теоретические основы нормирования антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики. Апатиты, 1997. 262 с.

Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб // Труды СевНИОРХ. Петрозаводск, 1972. Т. 7. 168 с.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЗООБЕНТОСА РЕКИ ПОГИБЛИЦА

М.Л. Цепелева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: tsepeleva@ib.komisc.ru

Река Погиблиця – малый равнинный приток р. Вятка (Волжский бассейн), протекает по территории Кировской области. Общая длина реки 13 км, ширина до 2.5 м, глубина до 0.5 м, скорость течения 0.1-0.3 м/с (Ашихмина, 2002).

Интерес к этой реке обусловлен тем, что она протекает по территории зоны защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия (ЗЗМ ОУХО) «Марадыковский» и является водоприемником его сточных вод. В связи с этим лабораторией биомониторинга и биоиндикации Института биологии Коми НЦ УрО РАН в рамках федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» была принята программа экологического мониторинга ЗЗМ объекта «Марадыковский», в которую было включено и исследование зообентоса, как одного из основных компонентов речных экосистем.

Цель исследований состояла в том, чтобы рассмотреть воздействие сбросов сточных вод с ОУХО «Марадыковский» на зообентос.

Задачей было проанализировать сезонную динамику количественных и качественных показателей зообентоса на участках р. Погиблиця с разной степенью загрязнения. Для этого исследованы две станции: ст. 159-1 (фоновый участок) располагалась в 500 м выше сброса сточных вод с очистных сооружений, ст. 159 (контрольный участок) – в 500 м ниже сброса сточных вод в одном км от устья реки. Преобладающие грунты на этих станциях песчаные, песчаные заиленные с примесью растительных фрагментов разной степени разложения.

Для анализа сезонной динамики зообентоса использованы число групп беспозвоночных, показатели численности и биомассы донного населения по пробам зообентоса, взятых с аналогичных грунтов, глубин и скоростей течения в одни и те же даты, а именно 26 октября 2009 г., 2 марта, 25 мая и 10 июля 2010 г.

Длительное воздействие загрязненных сточных вод привело к нарушению абиотических факторов водной среды: идет аккумуляция техногенных илов, наблюдается превышение уста-

новленных нормативов в воде по БПК_{полн.} в 1.5-2.0 раза, ХПК – в 1.2 раза, ПДК_{р.х.} по иону аммония – в шесть раз, нитрит-иону – в 1.5 раза, железа растворенного в 2.7-9.2 раза (по данным филиала «Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области» федерального государственного учреждения «Государственный научно-исследовательский институт промышленной экологии»).

В составе зообентоса р. Погиблиця отмечено 18 различных систематических групп донных беспозвоночных: Hydrida (гидры), Nematoda (нематоды), Oligochaeta (олигохеты), Hirudinea (пиявки), Mollusca (моллюски), Cladocera (ветвистоусые), Copepoda (веслоногие), Ostracoda (ракушкообразные), Isopoda (равноногие) ракообразные, Aranei (пауки), Plecoptera (вселянки), Ephemeroptera (подепки), Heteroptera (клопы), Trichoptera (ручейники), Coleoptera (жуки), Chironomidae (хируномиды), Simuliidae (мошки), Diptera n/det (прочие двукрылые).

На фоновом участке (ст. 159-1) было выявлено 14 групп донных беспозвоночных, здесь не найдены следующие группы: гидры, пауки, личинки мошек и прочие двукрылые. На контрольном участке (ст. 159) установлено 15 групп, не найдены клопы, личинки веснянок и подепок.

Сезонная динамика количества групп зообентоса по станциям приведена на рис. 1, из которого видно, что число групп по сезонам на ст. 159-1 превышает таковое на ст. 159 на 1-2 группы.

В период исследования максимальные средние значения численности и биомассы зообентоса отмечены в октябре и составляли 12.4 тыс. экз./м² и 13.5 г/м² соответственно (рис. 2). Минимальные средние показатели численности и биомассы были зарегистрированы в мае – соответственно 1.6 тыс. экз./м² и 1.9 г/м².

Численность зообентоса на ст. 159-1 изменяется от максимальных для данной станции значений, отмеченных в октябре 2009 г. (9.1 тыс. экз./м²) до минимальных, отмеченных в мае 2010 г. (1.6 тыс. экз./м²), затем возрастает в июле до 3.9 тыс. экз./м² (рис. 2А).

На ст. 159 численность зообентоса изменяется скачкообразно. Максимальные показатели (12.4 тыс. экз./м²) отмечены в октябре. К началу марта численность донного населения резко уменьшается и достигает для этой станции минимальных значений (2.3 тыс. экз./м²). В мае численность зоо-

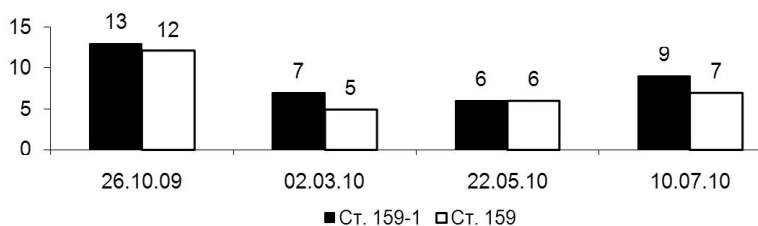


Рис. 1. Сезонная динамика количества групп зообентоса р. Погиблиця по станциям.

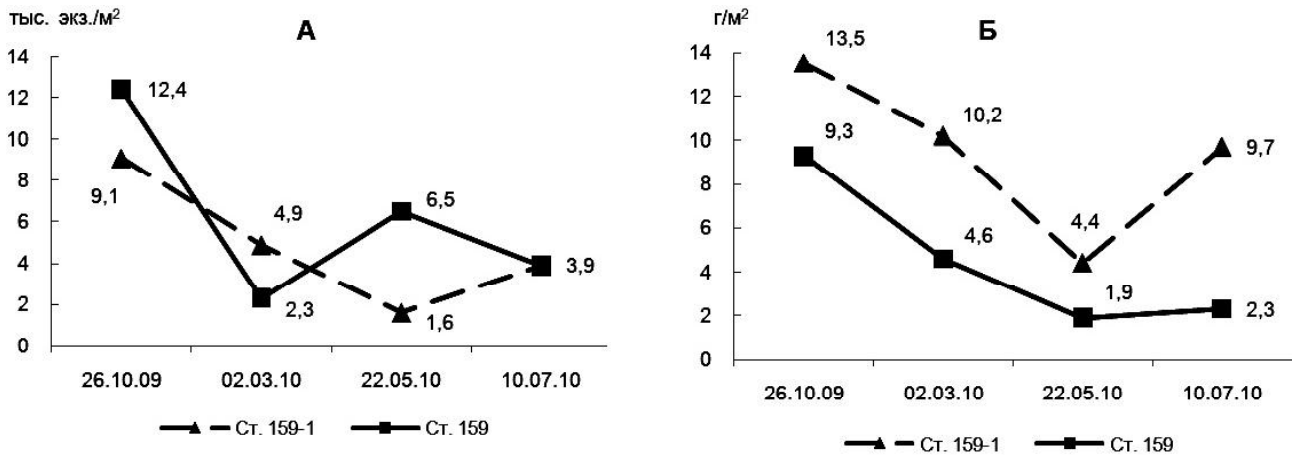


Рис. 2. Сезонная динамика средней численности (А) и биомассы (Б) зообентоса р. Погиблицы на исследованных станциях.

бентоса вновь возрастает до 6,5 тыс. экз./м² и затем к июлю снижается до 3,9 тыс. экз./м² (рис. 2А).

В течение всего периода наблюдений значения биомассы зообентоса на фоновом участке (ст. 159-1) превышали таковые на контрольном (ст. 159). На ст. 159-1 значения биомассы изменялись от максимальных показателей (13,5 г/м²), зарегистрированных в октябре 2009 г. до минимальных для данной станции (4,4 г/м²), отмеченных в мае 2010 г., затем вновь возрастают в июле до 9,7 г/м². На ст. 159 показатели биомассы организмов также изменялись от максимальных для этой станции значений, отмеченных в октябре (9,3 г/м²) до минимальных – в мае (1,9 г/м²) и незначительно увеличивались в июле (2,3 г/м²) (рис. 2Б).

К началу марта значения численности и биомассы зообентоса снижаются. В этот период обнаружено наименьшее количество групп донных беспозвоночных, что может быть связано с зарыванием личинок насекомых в грунт. К концу мая показатели численности и биомассы падают до минимальных за весь период наблюдения значений. Это связано с вылетом насекомых. В июле значения количественных характеристик зообентоса возрастают по сравнению с весенним периодом в 1,5-2,0 раза за счет роста численности и биомассы личинок хирономид и ручейников на ст. 159-1. Максимальные показатели численности и биомассы организмов зообентоса, наблюдаемые в осенний период (октябрь 2009 г.), могли быть обусловлены рождением новых поколений гидробионтов.

В октябре (рис. 3) в составе зообентоса на ст. 159-1 по численности доминировали личинки хирономид и олигохеты, составляя соответственно 38,4 и 31,7 % средней численности.

На ст. 159 по численности доминировали олигохеты и личинки хирономид, составляя соответственно 49,6 и 32,4% средней численности. Основу биомассы на фоновом участке (ст. 159-1) составляли личинки хирономид (50,2%), на контрольном участке (ст. 159) по биомассе доминировали олигохеты (44,0%).

В начале марта (рис. 4) по численности на верхней станции (ст. 159-1) доминировали личинки хирономид, составляя 65,7% средней численности зообентоса. По биомассе на данном участке преобладали личинки хирономид (42,2%) и ручейников (32,2%). На ст. 159 основу численности составляли олигохеты и личинки

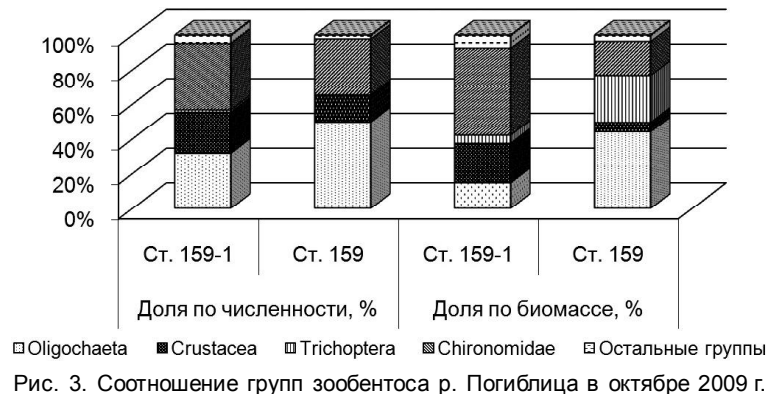


Рис. 3. Соотношение групп зообентоса р. Погиблицы в октябре 2009 г.

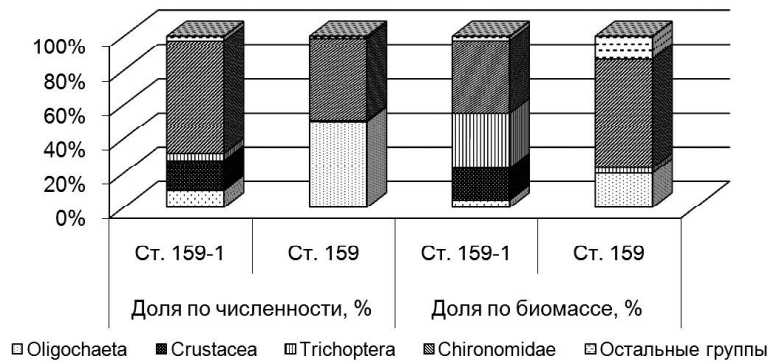


Рис. 4. Соотношение групп зообентоса р. Погиблицы в начале марта 2010 г.

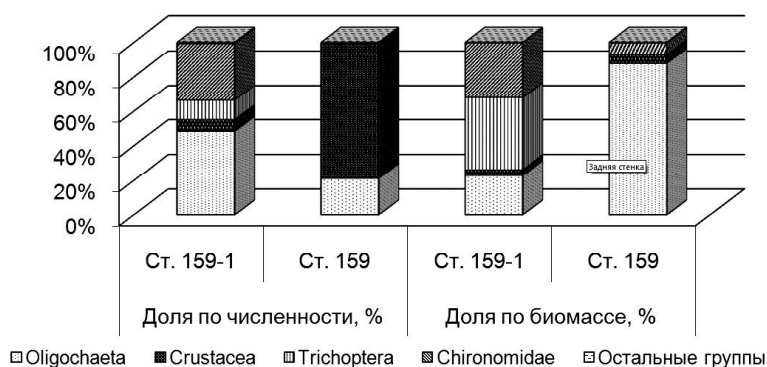


Рис. 5. Соотношение групп зообентоса р. Погиблицы в мае 2010 г.

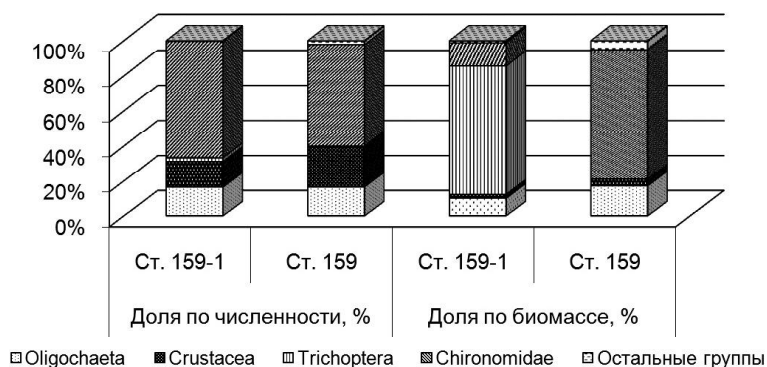


Рис. 6. Соотношение групп зообентоса р. Погиблицы в июле 2010 г.

хирономид, соответственно 50.2 и 47.6%. Большая доля биомассы на данной станции приходилась на личинок хирономид (63.2%), значительную долю составляли здесь и олигохеты – 19.9%.

В мае (рис. 5) основу численности на ст. 159-1 составляли олигохеты (48.4%) и личинки хирономид (32.8%). По биомассе здесь доминировали личинки ручейников и хирономид, составляя соответственно 41.8 и 31.8% общей биомассы. На ст. 159 были многочисленны веслоногие ракообразные (77.0%), значительную часть биомассы составляли олигохеты (87.8%).

В июле (рис. 6) основу численности на верхней станции (ст. 159-1) составляли личинки

хирономид (66.2%), основу биомассы – личинки ручейников (73.2%). На нижерасположенной станции (ст. 159) по численности и биомассе доминировали личинки хирономид, составляя 57.8 и 73.9 % соответственно.

Выводы:

1. В составе зообентоса за весь период наблюдений в течении года зарегистрировано 18 групп беспозвоночных. В целом по всем сезонам количество групп на ст. 159-1 (фоновый участок) превышало количество групп на ст. 159 на 1-2.

2. В среднем по сезонам численность зообентоса на ст. 159-1 равнялась 4.9 (1.6-9.1) тыс. экз./м², она была ниже таковой на ст. 159 – 6.3 (2.3-12.4) тыс. экз./м². Биомассы на фоновой станции (ст. 159-1) (9.5 г/м²) в 2.1 раза превышает таковую на контрольном участке (ст. 159) (4.5 г/м²).

3. В среднем по численности на обеих станциях доминировали личинки хирономид и олигохеты. По биомассе на ст. 159-1 доминировали личинки хирономид, олигохеты и личинки ручейников, на ст. 159 – олигохеты и личинки хирономид.

4. На обеих станциях максимальные показатели численности и биомассы зообентоса зарегистрированы в октябре. Минимальная биомасса донных беспозвоночных на обеих станциях отмечена в мае. Минимальная численность на фоновой станции (ст. 159-1) зарегистрирована в мае, на контрольном участке (ст. 159) – в начале марта.

5. В целом на ст. 159 отмечено снижение общего продукционного потенциала, возрастание в зообентосе доли олигохет.

ЛИТЕРАТУРА

Ашихмина Т.Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА АКТИВНОСТЬ ПРОТЕИНАЗ ХИМУСА, СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ КИШЕЧНИКА И ЭНТЕРАЛЬНОЙ МИКРОБИОТЫ У ПЛОТВЫ И СУДАКА

М.В. Шалыгин, Е.Г. Скворцова

Ярославская государственная сельскохозяйственная академия
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

Известно, что эффективность процессов экзотрофии у рыб в значительной мере зависит от температуры среды. Температурные характеристики ферментов рыб, обеспечивающих гидролиз белковых компонентов пищи изучены достаточно подробно (Уголев, Кузьмина, 1993; Кузьмина, 2005). Сведения, касающиеся влияния температуры на ферментные системы по-

тенциальной жертвы и химуса, фрагментарны (Кузьмина и др., 2008). Изучение температурной зависимости протеиназ химуса, включающих ферменты консумента, жертвы и микробиоты, а также энтеральной микробиоты и их сопоставление с таковой слизистой оболочки кишечника ранее не проводилось.

Цель работы – изучение влияния температуры на активность протеиназ слизистой оболочки кишечника, химуса и энтеральной микрофлоры у двух видов пресноводных костистых рыб, значительно различающихся по характеру питания.

Материал и методы исследования

Работа была проведена в 2010 г. в лаборатории экологии рыб Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. Объекты исследования: плотва *Rutilus rutilus* (L.), масса 224 ± 42 г, судак *Stizostedion lucioperca* (L.), масса 548 ± 52 г, относящиеся по типу питания к разным экологическим группам. В качестве ферментативно активных препаратов использовали гомогенаты слизистой оболочки кишечника, химуса и культуру микроорганизмов, выделенных из кишечника рыб. У рыб изымали пищеварительный тракт, помещали его на стекло ледяной бани, осушали фильтровальной бумагой, очищали от жира и разрезали вдоль. При помощи специального скребка и небольшого стеклянного шпателя (5 мм) собирали химус, а слизистую оболочку кишечника промывали охлажденным до 3-5 °С раствором Рингера для холоднокровных животных (109 mM NaCl, 1.9 mM KCl, 1.1 mM CaCl₂, 1.2 mM NaHCO₃, pH 7.4), затем осушали фильтровальной бумагой и снимали скребком. Все операции проводили на холоде.

При сборе материала для микробиологического анализа содержимого кишечника рыб руководствовались методикой Матейса (Mattheis, 1964). Исследуемых рыб промывали в стерильной воде и осушали, затем вскрывали (по возможности живыми). Чтобы не допустить изменений микрофлоры и потерь содержимого, на кишечник предварительно накладывали лигатуры. Содержимое кишечника 3-5 экз. рыб помещали в стерильную посуду и формировали одну пробу согласно методу смешанных проб Рихтера-Отто и Фермана (Richter-Otto, Fehrmann, 1956), поскольку он предпочтительнее метода исследования содержимого кишечника у отдельных особей, ввиду его большей простоты и точности. Из полученной средней пробы химуса отбирали 1 мл разведенного в 1000 раз химуса, который был посеян на 100 мл жидкой питательной среды (МПБ – мясо-пептонный бульон). При таком разведении активность гидролаз консумента практически сводилась к нулю. Культивирование проводили в колбах с пробирочниками в термостате при 28 °С в течение 48 ч при регулярном перемешивании в Ярославской областной ветеринарной лаборатории.

Ферментативную активность определяли по приросту тирозина методом Ансона (Anson, 1938) в некоторой модификации при температуре 0-70 °С (pH 7.4). В качестве субстрата использовали казеин (10 г/л), приготовленный на том же растворе Рингера. Результаты обработаны статистически при помощи стандартного пакета программ (Microsoft Office 2003, приложение

Excel). Достоверность различий (при $p < 0.05$) оценивали с помощью критерия Стьюдента для малых выборок.

Результаты

Изучение активности протеиназ слизистой оболочки кишечника рыб (преимущественно трипсин) позволило выявить существенные различия во влиянии температуры на уровень их ферментативной активности в диапазоне 10-70 °С (табл. 1). При этом активность протеиназ у плотвы почти во всем диапазоне исследованных температур выше, чем у судака. Температурный оптимум ферментов слизистой оболочки кишечника находится в зоне 50 °С. Относительная активность протеиназ при 0 °С колеблется от 5% у плотвы до 10 – у судака. В зоне постмаксимальных температур наблюдается еще более значительные различия абсолютных и относительных величин активности. Так, при 70 °С относительная активность протеиназ плотвы составляет 6, а у судака – 67%.

Характер кривой температурной зависимости активности протеиназ химуса судака сходен с таковой слизистой оболочки, плотвы – отличается от вышеописанной. У этого вида температурный оптимум отмечен при 40 °С, а зона максимальной активности значительно шире (30-60 °С), чем у ферментов слизистой оболочки.

Таблица 1
Температурная зависимость активности протеиназ слизистой оболочки кишечника, химуса и энтеральной микрофлоры рыб, мкмоль/(г·мин.)

T, °С	Судак		Плотва	
	V	%	V	%
0	0.36±0.08	9.5±2.1	0.29±0.08	5.1±1.4
	0.71±0.04	16.4±0.9	1.40±0.10	37.9±2.7
	0.14±0.07	9.5±4.7	0.10±0.07	12.7±8.9
10	0.86±0.08	22.6±2.1	1.05±0.1	18.4±1.9
	1.38±0.05	31.9±1.2	2.34±0.2	63.4±4.9
	0.26±0.04	17.6±2.7	0.14±0.1	17.7±8.7
20	1.71±0.03	44.9±0.8	3.24±0.11	56.7±1.9
	2.62±0.11	60.5±2.5	3.07±0.10	83.2±2.7
	0.40±0.08	27.0±5.4	0.17±0.10	21.5±12.7
30	3.07±0.05	80.6 ±1.3	4.69±0.05	82.1±0.9
	3.62±0.11	83.6±2.3	3.59±0.10	97.3±2.7
	0.67±0.10	45.3 ±6.8	0.26±0.14	32.9±17.1
40	3.64±0.17	95.5±4.5	5.45±0.28	95.5±4.9
	4.19±0.02	96.8±0.5	3.69±0.10	100
	1.05±0.07	71.0±4.7	0.40±0.08	50.6±10.3
50	3.81±0.12	100	5.71±0.08	100
	4.33±0.05	100	3.17±0.10	85.9±2.7
	1.48±0.13	100	0.79±0.11	100
60	3.21±0.13	84.3±3.4	4.64±0.12	81.3±2.1
	4.17±0.04	96.3±0.9	2.44±0.10	66.1±2.7
	1.05±0.16	71.0±10.8	0.50±0.07	63.3±8.9
70	2.55±0.21	66.9±5.5	0.31±0.10	5.4±1.8
	2.95±0.08	68.1±1.9	1.09±0.05	29.5±1.4
	0.12±0.06	8.11±4.05	0.12±0.06	15.2±7.6

Примечание: верхние цифры – слизистая оболочка, средние – химус, нижние – энтеральная микрофлора. Жирным шрифтом отмечены величины температурного оптимума.

Таблица 2

Энергия активации процесса гидролиза казеина протеиназами
слизистой оболочки кишечника, химуса
и энтеральной микробиоты рыб

Вид	Слизистая оболочка			Химус			Энтеральная микробиота		
	0-10	10-30	30-50	0-10	10-30	30-40	0-10	10-30	30-50
Плотва	12.4	12.4	1.9	8.6	2.8	0.7	5.9	5.9	5.9
	51.8	51.8	8.0	36.0	11.7	2.9	24.7	24.7	24.7
Судак	9.1	9.1	2.1	10.2	8.2	1.7	9.2	8.2	10
	38.0	38.0	8.7	42.6	34.2	7.1	38.6	34.3	41.8

Примечание: верхние цифры – ккал/моль, нижние – кДж/моль.

Величина относительной активности при 0 °С у судака составляет 16, у плотвы 38% максимальной активности. В зоне постмаксимальных температур наблюдаются значительные различия абсолютных и относительных величин активности. При 70 °С относительная активность протеиназ у плотвы составляет 30, у судака 68%.

Характер кривых температурной зависимости активности протеиназ энтеральной микробиоты у судака и плотвы достаточно близок таковой температурной зависимости ферментов слизистой оболочки кишечника. В частности, при 0 °С величина относительной активности протеиназ микробиоты судака составляет 9, плотвы – 13% максимальной активности. При этом для плотвы характерна более узкая зона оптимальных значений. При 70 °С относительная активность протеиназ микробиоты судака составляет 8, плотвы – 15%. Данные, касающиеся кажущейся $E_{акт}$ протеиназ, функционирующих в составе указанных препаратов, свидетельствуют как о некоторых видовых различиях показателя, так и о его зависимости от температуры (табл. 2).

Действительно, в зоне физиологических температур (0-30 °С) величины $E_{акт}$ протеиназ слизистой оболочки кишечника у плотвы и судака близки. Однако у судака степень снижения величины $E_{акт}$ в зоне 30-50 °С ниже, чем у плотвы 4.3 и 6.5 раза соответственно. При этом для обоих видов характерно наличие излома на графике Аррениуса при температуре 30 °С. Следовательно, увеличение температуры у этих видов приводит к уменьшению величины параметра. Значения $E_{акт}$ протеиназ химуса в большинстве случаев ниже таковых слизистой оболочки. Кроме того, важно отметить более значительное снижение величины показателя протеиназ плотвы в зоне 10-30 °С, а также более низкие значения $E_{акт}$ протеиназ плотвы в зоне 10-40 °С по сравнению с таковым у судака. Величины $E_{акт}$ протеиназ энтеральной микробиоты, как правило, значительно ниже по сравнению с таковыми слизистой оболочки. При этом у судака излом на графике Аррениуса наблюдается при 10 °С. Характеристики протеиназ энтераль-

ной микробиоты бентофага плотвы отличаются отсутствием излома на графике Аррениуса, причем величины $E_{акт}$ значительно ниже, чем у ихтиофага судака.

Таким образом, впервые на примере судака и плотвы сопоставлены температурные характеристики протеиназ слизистой оболочки кишечника химуса и энтеральной микробиоты у рыб. Выявлены существенные различия температурной зависимости протеиназ химуса у рыб, относящихся по типу питания к разным экологическим группам. Более высокий уровень относительной активности и меньшая термостабильность протеиназ химуса плотвы свидетельствуют о значительной адаптированности ферментов объектов питания плотвы к функционированию при низких температурах.

ЛИТЕРАТУРА

- Уголев А.М., Кузьмина В.В. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб. СПб.: Гидрометеоздат, 1993. 238 с.
- Кузьмина В.В. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб. М.: Наука, 2005. 300 с.
- Кузьмина В.В., Скворцова Е.Г., Шалыгин М.В. Влияние температуры на активность протеиназ химуса и слизистой оболочки кишечника рыб разных экологических групп // Журнал эволюционной биохимии и физиологии, 2008. Т. 44. № 5. С. 482-487.
- Mattheis Th. Okologie der Bakterien in Darm von Susswassernuttfischen // Z. Fisch., 1964. Bd. 12. S. 6-10.
- Richter-Otto W., Fehrmann M. Zur methodik von darmflora untersuchungen // Ernahrungsforsch, 1956. Bd. 1. № 3. S. 584-586.
- Anson M. The estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with hemoglobin // J. Gen. Phys., 1938. Vol. 22. P. 79-83.

НАСЕЛЕНИЕ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

М.П. Шашков

Центр защиты леса Ленинградской области

E-mail: max.carabus@gmail.com

В экосистемах широколиственных лесов по численности и биомассе дождевые черви являются доминирующей группой животных, от их деятельности зависит скорость разложения ра-

стительного опада, формирование почвенного профиля и многие другие экосистемные процессы. Цель данной работы – охарактеризовать население дождевых червей широколиственных лесов Калужской области.

Полевые сборы материала проводились на территории Жиздринского участка национального парка «Угра» в 2003 г. и заповедника «Калужские засеки» в 2000 и 2006 гг. Всего обследовано 10 пробных площадей (ПП), находящихся в различных позициях малого речного бассейна, с разнообразным составом древостоя и разными типами почв (табл. 1). На девяти ПП произрастает полидоминантный широколиственный лес с участием дуба черешчатого (Д), клена остролистного (Кл), липы сердцелистной (Лп), ясеня обыкновенного (Я), вяза шершавого (В) и клена полевого. Травостой на большинстве ПП – снытево-черемшовый, на прирусловом валу – зеленчуково-волосистоосоковый. В пойме произрастает ольшаник будровый.

Сборы производились стандартным методом почвенных раскопок. Для учета распределения по глубине почвенного профиля разбор производился слоями по 10 см. Биомасса определялась на материале, фиксированном в 4%-ном формалине. Определение дождевых червей было проверено Т.С. Всеволодовой-Перель, типы почв определены М.В. Бобровским по описаниям и фотографиям, за что автор выражает им благодарность. Для хранения и обработки данных использовалась специализированная база данных (Шашков, 2010).

Всего учтено 1254 экз. дождевых червей, относящихся к восьми видам. Из девяти видов фауны дождевых червей заповедника «Калужские засеки» (Пенев и др., 1994; Шашков, 2003) в сборах не был встречен только мелкий подстилочный вид *Dendrodrius rubidus*. Пять массовых видов встречаются как минимум на девяти ПП.

Aporrectodea caliginosa – наиболее массовый вид, относящийся к морфо-экологической группе внутрипочвенных дождевых червей, отмечен на всех ПП. *A. rosea* – мелкий внутрипочвенный вид также был отмечен на всех ПП, при невысоком обилии: биомасса 20.6-60.4 кг/га, плотность 18-88 экз./м². *Lumbricus rubellus* был встречен на девяти ПП с биомассой 3.8-154.4

кг/га и плотность 1.9-36 экз./м², еще на одной учтено несколько ювенильных экземпляров рода *Lumbricus*, которые, возможно, относятся к этому виду. *Octolasion lacteum* не был обнаружен только в почве пойменного ольшаника, на остальных ПП встречается с биомассой не более 60 кг/га и плотностью 50 экз./м², за исключением прируслового вала, где его плотность составила 110 экз./м², биомасса – 214 кг/га. Мелкий подстилочный *Dendrobaena octaedra* – на девяти ПП с плотностью не более 20 экз./м² и биомассой не более 15 кг/га. Мелкий подстилочный *Lumbricus castaneus* отмечен только на двух ПП (всего 8 экз.) с биомассой не более 7.5 кг/га. *Lumbricus terrestris* отмечен на пяти ПП, одна из них на супесчаной почве, остальные – на суглинистой. Только на одной ПП учтен азиатский вид *Eisenia norderskioldi* – 16 экз. с плотностью по массе 44 кг/га.

Наибольшая численность дождевых червей наблюдалась в широколиственных лесах на темногумусовых почвах – 410-462 экз./м². Наименьшая плотность была отмечена в супесчаной, двучленной (супесь на суглинке) почвах и пойме – 165.1, 89 и 84 экз./м² соответственно. Низкая численность червей на двух последних ПП, возможно, связана с особенностями сезонного гидро режима.

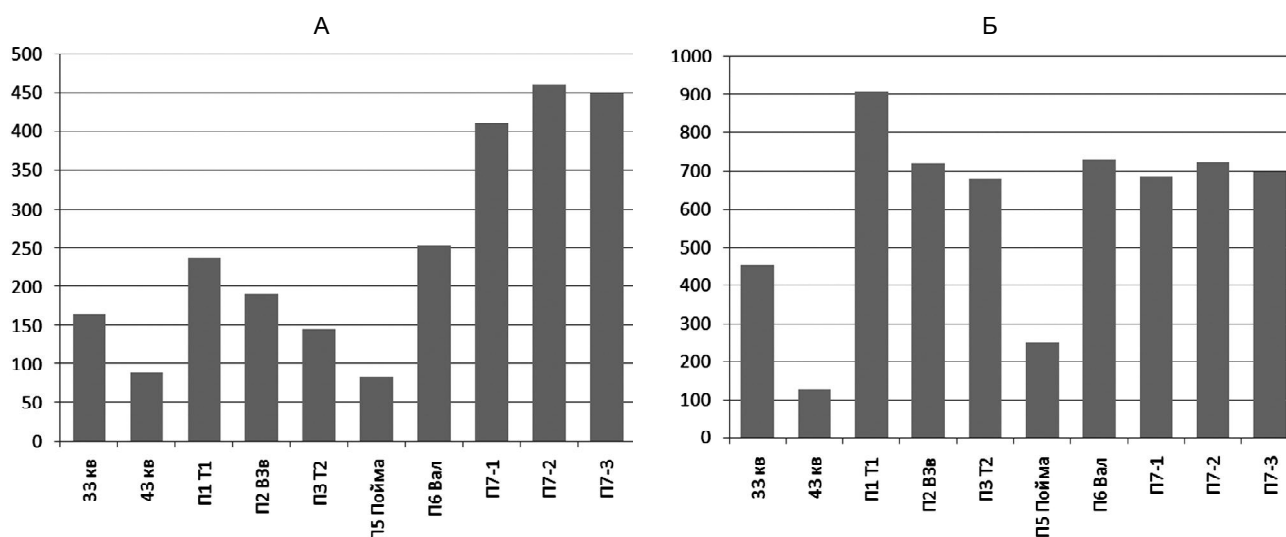
Соотношение численности и биомассы (см. рисунок) различается из-за большей численности мелких неполовозрелых особей в весенних сборах (темногумусовые почвы) по сравнению с осенними сборами (дерново-подзолистые почвы – 146-238 экз./м²), в которых преобладали взрослые дождевые черви.

Минимум биомассы (129 кг/га) отмечен в двучленной песчаной почве на суглинке, наибольшие показатели в дерново-подзолистой, темногумусовой и двучленной (суглинистой на песке) почвах (679-907 кг/га). Показатели биомассы в темногумусовых почвах с мощностью гумусового горизонта более 50 см не превышали таковые в дерновых почвах. Более того, наибольшая биомасса (907 кг/га) отмечена в дерно-

Таблица 1

Общие характеристики обследованных участков широколиственных лесов

№	Год	Код ПП	Древостой	Положение в рельефе	Почва	Механический состав почвы
1	2000	33 кв	Кл, Лп, Д, Я	Водораздельный склон	Дерновая альфегумусовая иллювиально-железистая контактно-глеевая	Супесь
2	2000	43 кв	Я, Д, Кл		Двучленная дерновая альфегумусовая контактно-глеевая	Супесь на моренном суглинке
3	2003	П1 Т1	Кл, Лп, Я	Водораздел	Дерново-подзолистая	Суглинок
4	2003	П2 ВЗв	В, Кл, Д, Я	Водораздельный склон	Дерново-подзолистая	Суглинок
5	2003	П3 Т2	Кл, Я, Д		Серая (светло-серая)	Суглинок
6	2003	П5 Пойма	Олч	Пойма	Серая	Суглинок
7	2003	П6 Вал	Лп, Д, Кл	Прирусловой вал	Дерновая аллювиальная	Суглинок на песке
8	2006	П7-1	Д, Кл, Я	Водораздел	Темногумусовая (темно-серая)	Лессовидный суглинок
9	2006	П7-2				
10	2006	П7-3				



Относительная численность дождевых червей (А; экз./м²) и биомасса (Б; кг/га).

во-подзолистой почве с мощностью гумусового горизонта 15-20 см. Объясняется это тем, что около 90% биомассы и численности червей находится в верхних 20 см почвы.

Если принять наименьшую биомассу за 1 (двучленная песчаная почва на суглинке), то на пробных площадях на серой лесной, дерново-подзолистой и темногоhumусовых почвах биомасса находилась в пределах 5.3-7.0. На ПП на супесчаной почве – 3.5, в пойме – 2.0.

По литературным данным численность дождевых червей в широколиственном лесу наибольшая среди других природных зон (Криволицкий, 1994). Но при этом результаты исследований превосходят приведенные в литературе показатели (300-500 кг/га) для широколиственных лесов.

На всех ПП представлены дождевые черви, относящиеся к подстилочным, подстильно-почвенным и внутрипочвенным морфоэкологическим группам. Норники отмечены на пяти ПП, но есть все основания предполагать, что они присутствуют еще на трех. *Lumbricus terrestris*, относящийся к этой группе, способен быстро

уходить вглубь почвы по вертикальным ходам и благодаря этому не всегда попадает в почвенные сборы. Низкая численность подстилочных дождевых червей, с максимумом в супесчаных почвах – 21-22 кг/га, объясняется тем, что на некоторых ПП (темногоhumусовая почва) растительный опад полностью перерабатывается в первой половине вегетационного периода. Биомасса подстильно-почвенных – 34.3-96.5 кг/га, в пойме – 10.5 кг/га. Преобладают внутрипочвенные – 109-544 кг/га.

По результатам ординационного анализа населения дождевых червей (по соотношению биомассы методом DCA) можно разделить на четыре группы:

1. Население дерново-подзолистых, серых и темногоhumусовых почв – преобладает *Aporrectodea caliginosa*, высока масса рода *Lumbricus*). Наиболее богатая и разнообразная группа.

2. Население дерновой аллювиальной двучленной почвы (ПП на прирусловом валу) – при не меньшей общей биомассе, чем в первой группе, преобладает *Octolasion lacteum*, (единственная ПП, где этот вид доминирует), *Lumbricus rubellus* и *L. terrestris*;

Таблица 2

Распределение относительной плотности учтенных дождевых червей по обследованным участкам широколиственных лесов, экз./м²

Вид	33 кв	43 кв	П1 Т1	П2 ВЗв	П3 Т2	П5 Пойма	П6 Вал	П7-1	П7-2	П7-3
<i>Dendrobaena octaedra</i>	20.5	15.4	4	6		8	12	20	12	10
<i>Lumbricus castaneus</i>					12		4			
<i>L. rubellus</i>		1.9	10	36	20	2	30	6	8	6
<i>L. terrestris</i>	5.8		2		6		14			4
<i>L. sp.</i>	4.5	1.9	6	20	18	4	2	56	68	108
<i>Eisenia nordenskioldi</i>		10.2								
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	127.4	6.4	156	92	54	66	52	218	274	174
<i>A. rosea</i>	0.6	47.4	54	18	22	4	18	48	40	88
<i>A. sp.</i>			2		8		2	10	40	28
<i>Octolasion lacteum</i>	3.8	5.1	2	16	6		110	46	12	22
<i>Sp.</i>	2.6	0.6	2	2			10	6	8	10
Всего на ПП	165.1	89	238	190	146	84	254	410	462	450

Распределение биомассы учетных дождевых червей по обследованным участкам широколиственных лесов, кг/га

Вид	33 кв	43 кв	П1 Т1	П2 ВЗв	П3 Т2	П5 Пойма	П6 Вал	П7-1	П7-2	П7-3
<i>Dendrobaena octaedra</i>	14.1	13.4	3.4	4.6		8.4	8.8	6.8	3.2	4.2
<i>Lumbricus castaneus</i>					14.8		4.8			
<i>L. rubellus</i>		3.8	87	135	88.4	6.8	154.4	26	37.4	28.8
<i>L. terrestris</i>	52.4		40.6		113.2		161.4			49.6
<i>L. sp.</i>	22	0.6	27.2	58	57	14.4	4.4	65.8	113.4	151.6
<i>Eisenia nordenskioldi</i>		28.2								
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	338	17.2	548.2	378.8	266.6	211.8	121.2	437	440.4	314.2
<i>A. rosea</i>	0.8	47.4	74.6	20.6	29.2	6	42	54.6	39.8	60.4
<i>A. sp.</i>			24.4	3.6	29.6		0.8	21.2	48.4	28.4
<i>Octolasion lacteum</i>	9.5	13.9	5.2	56.8	11.4		213.8	28.8	25.2	27
<i>Sp.</i>	16.2	4.6	96.2	60.8	68.4	4.2	18	45.8	13.8	33.6
Всего на ПП	453	129.1	906.8	718.2	678.6	251.6	729.6	686	721.6	697.8

3. Население двучленной супесчаной почвы на суглинке – при общей низкой численности преобладает *Aporrectodea rosea*.

4. Население поймы и супесчаной почвы (преобладает *A. caliginosa* при невысокой массе остальных видов).

ЛИТЕРАТУРА

Всеволодова-Перель Т.С. Дождевые черви фауны России: Кадастр и определитель. М.: Наука, 1997. 102 с.

Кривошукский Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле. М.: Наука, 1994. 268 с.

Пенев Л.Д., Василев А.И., Головач С.И., Квавадзе Е.Ш. Видовой состав и классификация группировок дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) дубрав Русской равнины // Зоол. журн., 1994. Т. 73. Вып. 2. С. 23-36.

Шашков М.П. Фауна дождевых червей (Lumbricidae) заповедника «Калужские засеки» // Труды государственного природного заповедника «Калужские засеки». Калуга: Изд-во «Полиграф-Информ», 2003. Вып. 1. С. 90-93.

Шашков М.П. Разработка реляционной базы данных для формирования фаунистических ареалов на примере дождевых червей (Lumbricidae, Oligochaeta) // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. XVII Всерос. молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 2010. С. 131-133.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ВИДОВОЙ СОСТАВ ИХТИОФАУНЫ НЕКОТОРЫХ ПРУДОВ БАСЕЙНА РЕКИ КАМА

О.А. Шелепаев

Пермский государственный университет

По обеспеченности водными ресурсами Пермский край занимает первое место на Урале. Здесь имеется более 29 тыс. рек (Комлев, Черных, 1984), на части из которых созданы искусственные гидросооружения. По данным инвентаризации 2003-2008 гг., на территории Пермского края расположено 1368 водохранилищ и прудов.

Наибольшее внимание исследователей всегда привлекали более крупные искусственные водные объекты, в то время как малые и средние, зачастую, оставались малоизученными. Особый интерес представляют водохранилища, расположенные на урбанизированных территориях, т.е. находящихся под тем или иным воздействием человека. В таких водоемах происходит изменение гидрологического режима, идет накопление различных загрязняющих веществ, нарушаются физико-химические характеристики воды.

Изменение биотических и абиотических факторов оказывает влияние на рыбное население, которое взаимодействует со средой как единое целое и претерпевает закономерные изменения при тех или иных воздействиях на водоем (Жаков, 1974). Известно, что всякое биологическое сообщество имеет свою структуру, зависящую от того, как связаны компоненты данного сообщества со средой и между собой (Одум, 1975).

Целью работы было выявление взаимосвязи видового состава ихтиофауны малых и средних водохранилищ и факторов среды. Объектом исследования был выбран ряд прудов в бассейне Средней Камы: Мотовилихинский, Верхнезырянский, Нижнезырянский, Нытвенский, Павловский, Григорьевский, Очерский, Суксунский, Лысьвенский и пруды бассейна р. Пыж: Гамовский, Большое сердце и пруды без названия № 3, 6. Все они подвержены в той или иной степени антропогенной нагрузке, а часть расположена на урбанизированных территориях.

Оценка видового состава ихтиофауны прудов проводилась по собственным уловам в период с 2007 по 2010 г., кроме того, по возможности были использованы данные фондовых материалов и литературных источников. Всего была описана ихтиофауна для 13 прудов. Объем собранного и обработанного материала составил более 1500 особей рыб.

Ранее было показано влияние площади и глубины озер на состав доминирующего комплекса и видовое богатство ихтиофаун (Жаков, 1974; Терещенко, 2006). Несомненно, что на жизнедеятельность рыб влияет присутствие в воде различных химических соединений (Булгаков и др., 1995). При этом определение точных значений для некоторых факторов имеет ряд трудностей. Так, основными сложностями по выявлению влияния концентрации загрязняющих веществ на живые организмы являются, во-первых, методические сложности при определении концентрации, когда не всегда имеются реактивы, оборудование, методики; во-вторых, специфика действия различных концентраций, когда вещества оказывают комплексное воздей-

ствие, а увеличение концентрации лишь одного вещества не оказывает своего влияния на организмы; в-третьих – трудозатратность подобных работ. Поэтому значения, отобранных факторов представлены не в количественной шкале, а в виде классов (баллов) значений на шкале «низкое-высокое» воздействие (Булгаков и др., 1995).

Для изучения степени влияния на видовой состав ихтиофауны были выбраны следующие факторы: площадь водоема; время существования (с учетом времени последнего спуска); порядок притока относительно материнской реки, на котором расположен водоем; наличие сточных вод с промышленных предприятий; число гидротехнических сооружений, отделяющих пруд от материнской реки; степень рекреационной нагрузки; влияние урбанизированных территорий; влияние сельского хозяйства.

С использованием табл. 1 для каждого водоема была определена степень воздействия перечисленных факторов. Площадь водоема указывалась в категориальной шкале, все остальные факторы учитывались в порядковой. Всего была описана степень воздействия на видовой состав ихтиофауны для восьми факторов среды.

Таблица 1

Балльная система факторов, оказывающих влияние на видовой состав ихтиофауны

Название фактора	Балльная система
Сельское хозяйство	0 – нет влияния сельского хозяйства; 1 – выпас скота и сенокос в пойме; 2 – распашка берегов; 3 – стоки животноводческих хозяйств.
Сточные воды с промышленных предприятий	0 – в районе пруда и рек, впадающих в него, промышленных предприятий нет; 1 – прямого попадания в пруд и (или) в реки, впадающие в него, сточных вод с промышленных предприятий нет; 2 – в реки, впадающие в пруд, и (или) непосредственно в сам пруд с промышленных предприятий попадают сточные воды.
Урбанизированные территории	0 – отсутствие влияния урбанизированной среды; 1 – попадание в пруд и (или) в реки, впадающие в пруд ливневых стоков с территории города; 2 – попадание в пруд и (или) в реки, впадающие в пруд, стоков ЖКХ.
Рекреация	0 – отсутствие влияния рекреации на территории пруда и (или) рек, впадающих в пруд; 1 – на территории пруда и (или) рек, впадающих в пруд, осуществляется рыболовство; 2 – на территории пруда и (или) рек, впадающих в пруд, осуществляется интенсивный отдых населения.
Время существования водоема	0 – пруд создан менее 5 лет назад и (или) спускался в последние 3 года; 1 – пруд создан менее 10 лет назад и (или) спускался в последние 5 лет; 2 – пруд создан менее 15 лет назад и (или) спускался в последние 10 лет; 3 – пруд создан более 15 лет назад и (или) спускался более 15 лет назад.
Порядок притока	0 – пруд расположен на притоке первого порядка; 1 – пруд расположен на притоке второго порядка; 2 – пруд расположен на притоке третьего порядка; 3 – пруд расположен на притоке четвертого и более порядков.
Число гидротехнических сооружений	0 – между прудом и материнской рекой имеется одно гидротехническое сооружение; 1 – между прудом и материнской рекой имеются два гидротехнических сооружения; 2 – между прудом и материнской рекой имеются три гидротехнических сооружения; 3 – между прудом и материнской рекой имеются четыре и более гидротехнических сооружения.

Для оценки степени сходства видовой структуры разных водоемов использовался индекс видового сходства Чекановского-Сьеренсена (Песенко, 1982). На основе матрицы значений коэффициента видового сходства с применением кластерного анализа в программе Biodiv (версия 4.1) построена дендрограмма сходства видового состава ихтиофаун (см. рисунок).

Наибольшее сходство ихтиофаун характерно для прудов, находящихся в одном каскаде, что, вероятно, связано бесприпятственным проникновением видов из одного водоема в другой. Так, Павловский пруд находится выше Очерского, Гамовский – выше пруда № 3. В прудах, находящихся выше по течению, видовое разнообразие обычно больше, так как встречаются такие типичные реофилы, как хариус и подкаменщик.

Корреляционный анализ проведен с расчетом коэффициента ранговой корреляции Спирмена (пакет Statistica 6.0). Найдена степень корреляции между числом видов ихтиофауны и факторами среды. Число видов в водоеме сильнее всего связано с площадью водоема (табл. 2). Этот результат согласуется и с дендрограммой сходства видового состава ихтиофаун (см. рисунок), где все пруды разделены на две клады. Верхняя клада (пруды, расположенные на р. Пыж, Мотовилихинский и Большое сердце) соответствует прудам с площадью менее 11 га, а нижняя – прудам с площадью 120 и более гектар.

Согласно результатам анализа, при высокой степени антропогенной нагрузки уменьшения числа видов не происходит, изменяется лишь их относительная численность.

Низкий уровень значимости существования связи большинства факторов с видовым составом ихтиофауны обусловлен, скорее всего, малым объемом выборки (13 прудов).

Выводы:

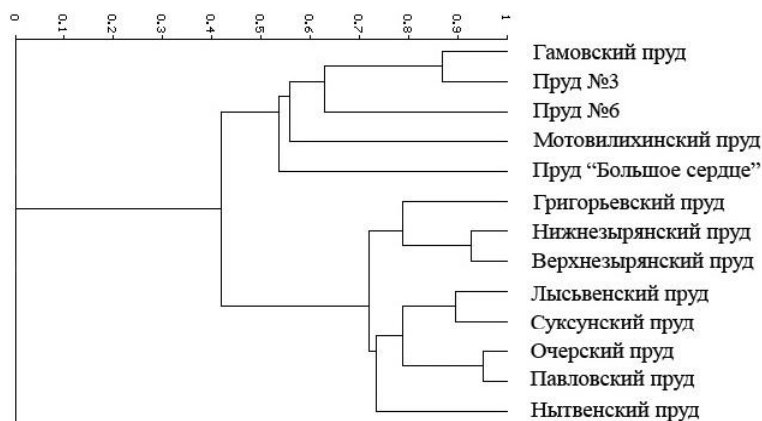
1. Наибольшее влияние на видовой состав ихтиофауны исследованных прудов оказывают площадь водоема и время его существования.

2. Наиболее богатая ихтиофауна представлена в прудах при их каскадном расположении и примерно одинаковой площади, расположенных выше по течению, что связано с присутствием в них рыб как реофильного, так и лимнофильного комплексов.

3. При высокой степени антропогенной нагрузке в большей степени выражены количественные, а не качественные изменения в видовом составе ихтиофауны.

ЛИТЕРАТУРА

Булгаков Н.Г., Дубинина В.Г., Левич А.П., Терехин А.Т. Метод по-



Дендрограмма сходства видового состава ихтиофаун

иска сопряженностей между гидробиологическими показателями и абиотическими факторами среды (на примере уловов и урожайности промысловых рыб) // Изв. РАН. Сер. биол., 1995. № 2. С. 218-225.

Булгаков Н.Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды. Обзор существующих подходов // Усп. соврем. биол., 2002. Т. 122. № 2. С. 115-135.

Жаков Л.А. Формирование и структура рыбного населения озер северо-запада СССР. М.: Наука, 1984. 144 с.

Комлев А.М., Черных Е.А. Реки Пермской области. Пермь, 1984. 214 с.

Одум Ю. Основы экологии / Пер. с англ. М.: Мир, 1975. 740 с.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.

Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. СПб.: Речь, 2001. 350 с.

Терещенко Л.И. Связь многолетней динамики видового разнообразия ихтиофауны с размерами водоема // Вестн. Днепропетровского ун-та. Биология. Экология, 2003. Вып. 11. Т. 1. С. 46-52.

Терещенко Л.И. Разнообразие рыбного населения водоемов озерного типа в зависимости от их морфометрии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2006. 26 с.

Baev P.V., Penev L.D. Program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap and cluster analysis. Version 5.1. Sofia-Moscow: Pensoft, 1995. 42 p.

Таблица 2
Результаты оценки силы и значимости связи по Спирмену количества видов с факторами среды

Факторы среды	Коэффициент корреляции (R)	Уровень значимости (p)
Площадь водоема	0.87	0.001
Время существования водоема	0.80	0.000
Порядок притока	0.12	0.700
Сточные воды с промышленных предприятий	0.71	0.610
Число гидротехнических сооружений	-0.33	0.275
Рекреация	-0.06	0.835
Урбанизированные территории	-0.06	0.835
Сельское хозяйство	-0.04	0.893

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООБЕНТОСА ВОДОЕМОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА СЫКТЫВКАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Н.И. Шилов

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: nikolaissu3@mail.ru

Малые водоемы составляют основу озерного фонда Республики Коми. Они представляют значительный интерес с точки зрения рыбоводных мероприятий и также для рекреационного использования. Однако изученность бентоса малых искусственных водоемов бассейна среднего течения р. Вычегда явно недостаточна.

Исследованные два пруда расположены в Сыктывдинском р-не в 2 км западнее от г. Сыктывкар на территории Ботанического сада Сыктывкарского университета. Водоемы созданы в начале 1980-х гг. Пруд, расположенный севернее (далее водоем № 1), имеет площадь около 0.03 га, пруд, лежащий южнее (водоем № 2) – 0.06 га. Глубина колеблется от 0.7 до 4.0 м. Водное питание осуществляется поверхностными и подземными водами. Грунт обоих водоемов илистый с большим количеством детрита и глиной, местами с гравием. Температура воды у дна в водоеме № 1 в сентябре 2009 г. составила 10 °С, в водоеме № 2 – 11 °С. В марте 2011 г. температура воды подо льдом была –0.1 °С, у дна +1.5 °С. При отборе проб нами отмечен сильный запах сероводорода. Водоем № 1 расположен выше водоема № 2. Сток воды в них зарегулирован.

В период исследования с сентября 2009 г. по сентябрь 2010 г. на открытых участках акватории было отобрано 33 пробы зообентоса по стандартной методике (Жадин, 1960). Качественные пробы в зимний период отбирались при помощи трубки с внутренним диаметром 1 см. Мас-

су гидробионтов определяли с использованием «Программы для расчета структурно-функциональных характеристик мейобентоса» (автор Евгений Курашов). На основании полученных данных рассчитывали общую и среднюю численность (плотность), биомассу и частоту встречаемости отдельных групп беспозвоночных в пробах бентоса. Для оценки биоразнообразия использовался индекс Шеннона (Мэгарран, 1992)

Водоем № 1. Здесь отмечено 14 групп зообентоса: Cladocera, Copepoda, Nematoda, Oligochaeta, Rotatoria, Ostracoda, Hirudinea, Turbellaria, Hydracarina и личинки Chironomidae, Ephemeroptera, Diptera n/det, Trichoptera, Odonata. Во всех пробах по численности доминировали Copepoda (табл. 1), их доля (по численности) составляла от 48% в сентябре 2009 г. до 100% – в феврале 2010 г.

Средняя биомасса зообентоса в водоеме колебалась от 44.3 до 762.8 мг/м². По биомассе в большинстве проб преобладают личинки Chironomidae. Число систематических групп бентоса варьировало от одной (рис. 1) в феврале 2010 г. до десяти в июне 2010 г.

Наибольшая встречаемость (100%) характерна для группы Copepoda. Единично зарегистрированы представители групп Hirudinea, Turbellaria, Hydracarina и личинки Ephemeroptera и Diptera n/det. Численность донных организмов увеличивалась летом до 2057 экз./м². Далее происходило ее уменьшение к осени (257 экз./м² в сентябре 2010 г.). Биомасса также имеет мак-

симум в июне 2010 г. (762.8 мг/м²) и уменьшается к осени (91.5 мг/м² в сентябре 2010). Показатели индекса Шеннона изменялись от 0 в феврале и 0.94 в сентябре 2010 г. до 1.25 в августе того же года.

Водоем № 2. Зарегистрировано 13 групп зообентоса за весь период исследований: Cladocera, Copepoda, Nematoda, Oligochaeta, Rotatoria, Ostracoda, Bivalvia и личинки Chironomidae, Ephemeroptera, Diptera n/det, Trichoptera, Odonata, Coleoptera. Доминирующей по численности группой всегда являлись

Таблица 1

Численность бентоса в отдельные месяцы в водоеме № 1, экз./м²

Группа	Дата отбора проб						
	09.2009	11.2009	02.2010	06.2010	07.2010	08.2010	09.2010
Diptera, lv, n/det				3			
Chironomidae, lv	15.2	x		203	28.3	24.2	69.7
Cladocera	3			54.6	162.6	99	27.3
Copepoda	239.4	x	x	1235.4	782.8	459.6	157.6
Nematoda	18.2	x		49.5	5	12.1	
Oligochaeta	17.2	x		6.1	10.6	21.2	3
Ostracoda	3			3	9	9.1	
Rotatoria	208.1			497	132.3	204	
Trichoptera, lv		x		3			
Odonata, lv					3	3	
Hirudinea				3			
Turbellaria					3		
Ephemeroptera, lv		x					
Hydracarina		x					
Итого	504.1	x	x	2057.6	1136.6	832.2	257.6

Copepoda (табл. 2), которые составляли в 2010 г. от 48.8% численности в июле до 99.6% – в феврале. Средняя численность бентоса составляла от 327.3 до 520.2 экз./м².

По биомассе в большинстве проб преобладают личинки Chironomidae. Средняя биомасса зообентоса колебалась от 70.9 до 326.1 мг/м². Количество групп бентоса изменялась от двух (рис. 2) в феврале 2010 г. до одиннадцати в июне того же года. Группы *Copepoda* и личинки Chironomidae встречаются в 100% проб. Единично зарегистрированы представители групп *Ostracoda*, *Bivalvia* и личинки Trichoptera. Численность донных организмов увеличивалась летом до 520.2 экз./м². После происходило ее уменьшение к осени (336 экз./м² в сентябре 2010 г.). Биомасса имеет максимум в июне 2010 г. (326.1 мг/м²) и уменьшается к августу (106.7 мг/м²). Показатели индекса Шеннона изменялись от 0.02 в феврале 2010 г. до 1.43 в августе того же года.

Таксономический состав зообентоса прудов Ботанического сада типичен для водоемов среднего течения р. Вычегда. Однако численность и биомасса бентосных организмов здесь значительно ниже по сравнению с естественными малыми водоемами, расположенными в подзоне средней тайги (Житаев, 1984). Низкая численность и биомасса донных беспозвоночных, обитающих на открытых участках исследуемых водоемов, может быть связана с накоплением здесь большого количества детрита. В таких условиях может наблюдаться пространственное перераспределение зообентоса, значительная часть которого перемещается в зону растительности (Шарапова, 2007). То есть на открытых участках акватории наблюдается снижение количественных показателей, характеризующих бентосное население. В обоих водоемах численность, биомасса и число обнаруженных групп максимальны в июне. На этот период приходится массовое размножение *Copepoda* и *Rotatoria* (Фефилова, Кононова, 2010). Снижение количественных показателей зообентоса объясняется вылетом имаго амфибиотических насеко-

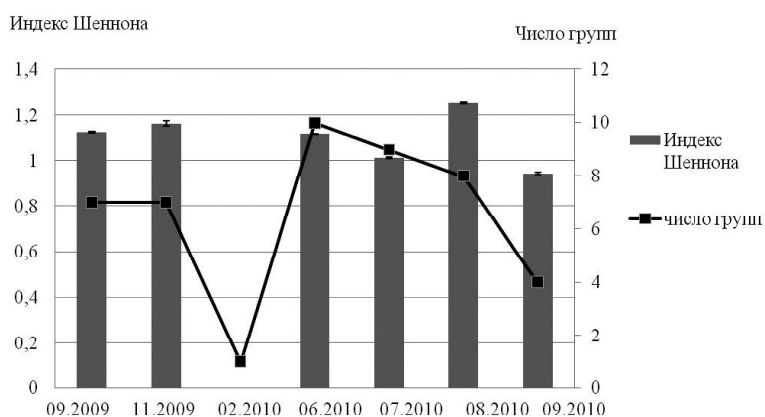


Рис. 1. Динамика разнообразия бентосного населения в водоеме № 1.

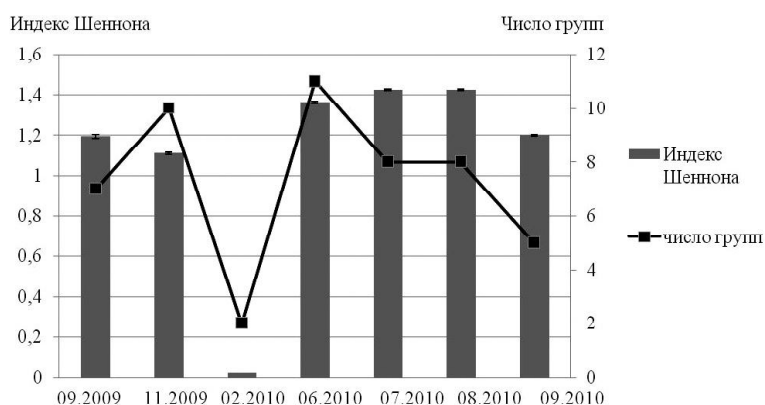


Рис. 2. Динамика разнообразия бентосного населения в водоеме № 2.

мых и выеданием бентоса рыбами (Лабай и др., 2004).

ЛИТЕРАТУРА

- Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. М.: Высшая школа, 1960. 191 с.
Житаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 130 с.

Таблица 2
Численность бентоса в отдельные месяцы в водоеме № 2, экз./ м²

Группа	Дата отбора проб						
	09.2009	11.2009	02.2010	06.2010	07.2010	08.2010	09.2010
Diptera, lv, n/det	6.1			5.1	3	4	
Chironomidae, lv	64.6	x	x	138.4	68.7	63.6	54.5
Cladocera	27.3	x		3	65.7	57.6	30.3
Copepoda	202	x	x	268.7	244.4	234.8	184.8
Nematoda	9.1	x		4.5	7.6	8.1	3
Oligochaeta	9.1	x		22.7	18.2	11.1	63.6
Ostracoda				3			
Rotatoria	9.1	x		56.6	93	86.9	
Trichoptera, lv				3			
Ephemeroptera, lv		x		9.1			
Odonata, lv		x				3	
Coleoptera, lv		x		6.1			
Bivalvia		x					
Итого	327.3	x	x	520.2	500.6	469.1	336.2

Лабай В.С., Роготнев М.Г., Шпилько Т.С. Вертикальное распределение и сезонная динамика макрозообентоса на полигоне озера Тунайча (Южный Сахалин) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2004. Вып. 7. 270 с.

Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 161 с.

Фефилова Е.Б., Кононова О.Н. Планктонные сообщества мелких лесных водоемов в период ледостава // Вестн. Института биологии Коми НЦ УрО РАН, 2010. № 7. С. 8-12.

Шарапова Т.А. Зообентос и зооперифитон озер Тарманского водно-болотного комплекса // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Матер. III Междунар. науч. конф. Минск: Изд. центр БГУ, 2007. 369 с.

КОЛЛЕМБОЛЫ (COLLEMBOLA) СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЗАКАЗНИКА «БЕЛЫЙ»

Е.Н. Шмань, А.А. Таскаева*

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: punimora@mail.ru

* Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: taskaeva@ib.komisc.ru

В последние годы большое внимание уделяется проблемам мониторинга особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В частности, в Республике Коми большинство заказников мало изучены на предмет почвенной фауны. Коллемболы, как компонент почвенной биоты, практически не изучены в сосновых лесах таежной зоны Республики Коми. К настоящему времени наиболее изученными оказались сообщества коллембол сосновых лесов южной тайги как естественных, так и антропогенно нарушенных (Кузнецова, 1984; Кузнецова, Крестьянинова, 1998; Кузнецова, Потапов, 1997). Для средней тайги исследовано население коллембол сосновых лесов, находящихся в зоне лесопромышленного комплекса (Таскаева, 2010), а также Печоро-Илычского заповедника (Поспелов и др., 1978), для северной тайги – на Кольском п-ове, окрестностей Архангельска (Кузнецова, 2005). Поэтому целью работы явилось изучение фауны и населения коллембол сосновых лесов заказника «Белый». Данный заказник был создан в 1989 г. для регулирования антропогенных нагрузок в летний период времени (Леса..., 1999).

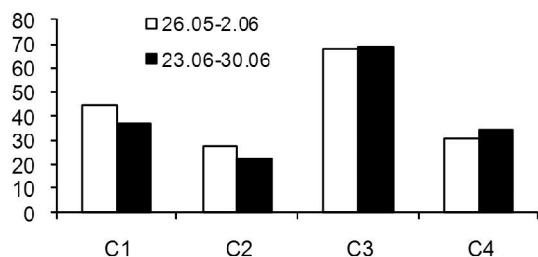
На территории заказника было выбрано четыре типа сосновых лесов, образующих естественный ряд по степени увлажнения: сосняк лишайниковый (С1) и сосновое насаждение (С2), существенно не отличающиеся по влажности и произрастающие на песчаных и субпесчаных почвах; сосняк лишайниково-зеленомошный

(С3) и сосняк багульниково-сфагновый (С4). В каждом сообществе было отобрано по 10 почвенных проб в августе 2007 г. и в конце июня, августа и сентября 2010 г. Также использовали ловушки Барбера, период работы которых составил с 26.05 по 02.06, с 23.06 по 30.06.2010.

Всего в сосновых лесах заказника «Белый», учитывая различные методы сбора, зарегистрировано 40 видов ногохвосток. Наибольшее количество видов (30) отмечено в сосняке багульниково-сфагновом, в сосняке лишайниково-зеленомошном обнаружено только 10 видов. Впервые для территории Республики Коми зарегистрированы виды *Entomobrya multifasciata* (Tullberg, 1871), *Entomobrya superba* (Reuter, 1876), *Sminthurus viridis* (Linnaeus, 1758).

Число видов, собранных при помощи ловушек, варьирует от восьми в сосняке лишайниково-зеленомошном до 13 в сосняке багульниково-сфагновом. Наибольшая уловистость ногохвосток отмечена в сосняке лишайниково-зеленомошном (см. рисунок). Во всех сосняках основу населения коллембол, собранных при помощи ловушек, составляют два вида: *Orchesella cincta* (Linnaeus, 1758) и *Orchesella flavescens* (Bourlet, 1839), на долю которых приходится в разных сообществах от 71 до 98%. Если уловистость последнего вида в конце мая варьирует от 8 до 30 экз./10 лов.-сут., то в конце июня она значительно ниже – от 1 до 7 экз./10 лов.-сут.

Изменение числа видов в течение летнего сезона, полученных в результате обработки почвенных образцов, подтверждает общую картину: во все сроки отбора наибольшее число видов зарегистрировано в сосняке багульниково-сфагновом, наименьшее – в сосновом насаждении. Показано, что 2010 г. характеризуется достаточно низкими значениями численности коллембол не более 13 тыс. экз./м² по сравнению с 2007 г., где, наоборот, отмечена их высокая плотность (63 тыс. экз./м²). Аналогичная картина показана для панцирных и мезостиг-



Динамика уловистости коллембол (экз./10 лов.-сут.) в сосновых лесах.

матических клещей. Структура доминирования также отражает особенности экологического ряда. Так, основу населения сосняка лишайникового составляет типичный кортицикольный вид *Anurophorus palaearticus* Potapov, Stebaeva, 1990. В основном насаждении и сосняке лишайниково-зеленомошном высокого уровня обилия достигают *Desoria tolya*, *Xenylla mucronata* Axelson, 1903, а для сосняка багульниково-сфагнового характерны уже полу- (*Folsomia quadrioculata* (Tullberg, 1871), *Parisotoma notabilis* (Schaffer, 1896)) и почвенные (*Isotomiella minor* (Schaffer, 1896), *Willemia anophthalma* Boerner, 1901) виды. В экологическом ряду от сосняка лишайникового к багульниково-сфагновому сокращается обилие ксерорезистентных, увеличивается доля мезофильных, а также появляются гигрофильные формы. В структуре жизненных форм также выявлены изменения, где в первых трех сосняках преобладают поверхностные обитатели, а в последнем сосняке – гемиэдафические. Обращает на себя внимание сосновое насаждение, где около 95% всего населения коллембол приходится на атмобионтов и поверхностнообитающие виды. Низкие значения двух других групп обусловлено слабо развитой подстилкой, а в понижениях отсутствием напочвенного покрова. Из литературы известно (Кузнецова, 2005), что определяющим фактором дифференцировки населения коллембол хвойных лесов является влажность и толщина обитаемого слоя – подстилки, а также устойчивость режима местообитания во времени. Именно эти факторы определяют емкость среды для ногохвосток. Они взаимосвязаны: в мезофитных условиях толстый слой подстилки сохраняет ее влажность и сглаживает даже резкие колебания погоды. Тонкая

подстилка не может стабилизировать гидротермический режим и защитить ее обитателей от внешних воздействий. Таким образом, население коллембол сосновых лесов заказника «Белый» зависит от их влажности.

Авторы выражают благодарность А.А. Колесниковой, Т.Н. Конаковой за помощь при сборе материала и всестороннюю поддержку. Работа выполнена в рамках проекта Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга», проект № 09-Т-4-1003.

ЛИТЕРАТУРА

- Кузнецова Н.А. Распределение коллембол в сосняках с разным режимом увлажнения в Дарвинском государственном заповеднике // Фауна и экология беспозвоночных животных. М., 1984. С. 19-28.
- Кузнецова Н.А. Организация сообществ почвообитающих коллембол. М., 2005. 244 с.
- Кузнецова Н.А., Крестьянинова А.И. Динамика сообществ ногохвосток (Collembola) в гидрологическом ряду южно-таежных сосняков // Зоол. журн., 1998. Т. 77. № 9. С. 1009-1020.
- Кузнецова Н.А., Потанов М.Б. Изменение структуры сообществ почвообитающих коллембол (Hexapoda: Collembola) при промышленном загрязнении южнотаежных сосняков-черничников // Экология, 1997. № 6. С. 386-392.
- Леса Республики Коми / Под ред. Г.М. Козубова и А.И. Таскаева. М., 1999. С. 134-139.
- Поспелов Л.Е., Солнцева Е.Л., Чугунова М.Н. Комплексы микроартропод в разных типах леса в подзоне северной тайги европейской части СССР // Проблемы почвенной зоологии. Минск, 1978. С. 189-190.
- Taskaeva A.A. Collembola population of pine forests in a gradient of industrial pollution // IX European Congress of Entomology, Budapest, Hungary, 2010. P. 248.

УРОЖАЙНОСТЬ ЯГОДНЫХ КОРМОВ ТЕТЕРЕВИНЫХ ПТИЦ В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПЕЧОРА В 2010 ГОДУ

Н.С. Шубина

Национальный парк «Югыд ва»

E-mail: Nat55209@yandex.ru

Птицы семейства Тетеревиные (*Tetraonidae*) – один из основных консументов первого порядка в средней тайге, кроме того глухарь (*Tetrao urogallus*), тетерев (*Lyrurus tetrix*) и рябчик (*Tetrastes bonasia*) являются ценными объектами охоты. В рамках изучения питания этих видов нами исследовалась урожайность ягод, как показатель, характеризующий обилие вида.

Речь пойдет о подзоне средней тайги. Местности, где впадают в Печору реки Югыд-Вуктыл, Подчерье и Шугор – территории, прилегающие к национальному парку «Югыд ва».

К основным видам ягодных кормов для тетеревиных птиц являются черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), брусника (*Vaccinium*

vitis-idaea L.) и клюква (*Oxycoccus palustris* Pers.) (Теплов, 1947). Учет их урожайности производился путем глазомерной оценки и учетом на пробных площадках летом и осенью 2010 г. по мере созревания ягод.

Глазომерная балловая оценка плодоношения проводилась по шкале от 0 до 5 баллов, предложенной А.Н. Формозовым (1934) и Т.П. Некрасовой.

Исследования продукционных характеристик проводили по общепринятым методикам (Шреттер, Крылова, 1977, 1986; Ягоды..., 1985). Площадка 1×1 м отбивается с помощью мерного шнура и с нее собираются все ягоды – как спелые, так и зеленые. В пределах пробной площа-

Урожайность ягод в бассейне р. Печора Вуктыльского района Республики Коми

Номер пробной площади	Биотоп	Вид ягод	Дата сбора	Балльная оценка	Урожайность, кг/га
1	Ельник-черничник зеленомошный	Черника	13.08.	3	253±33.77
2	Сосняк-брусничник лишайниковый	Брусника	26.08	1	2.17±0.83
3	Сосняк сфагновый	Клюква	27.09	3	442±78.2)

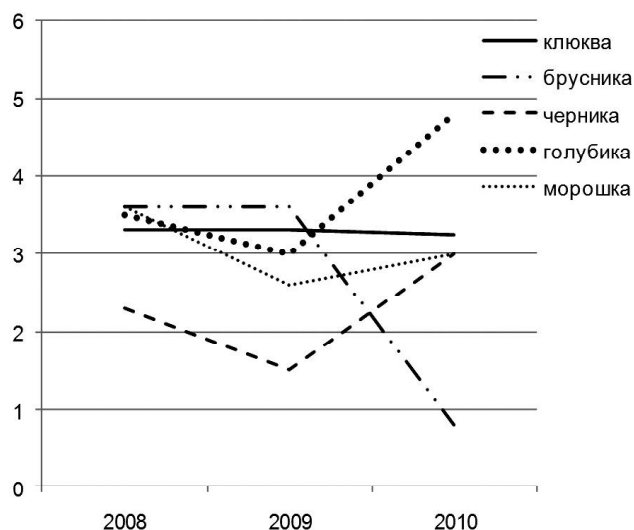
ди 100×100 м закладывается 10 таких площадей. Затем ягоды пересчитываются и взвешиваются, а результат учета переводится на 1 га данного биотопа (см. таблицу)

О. Козак (2010) отметил, что «для основной части территории год был контрастным, с морозной зимой и жарким летом. А в первой декаде августа по ряду станций юга республики впервые за весь период метеорологический наблюдений температура воздуха повышалась до столь высоких значений +36...+37 °С».

Еще теплый период был скуп на дожди. С дефицитом осадков были апрель-май, июль-август (<http://meteo.parma.ru>), т.е. те месяцы, в которые проходило цветение и созревание

Плодоношение *Vaccinium vitis-idaea* L. достигало 10-13 ягод на одно растение, но такие особи встречались единично и общая урожайность в 2010 г. оценивается как слабая: 2.17 кг на 1 га.

Брусника встречалась куртинами, ягодоносная площадь составляла 20-40% от площади напочвенного покрова, плодоношение на опушках и полянах.



Оценка урожая ягод по данным анкетного опроса (n = 20).

Наиболее урожайными относительно черники были урожаи сырых и затененных мест. На полянах и возвышенных участках встречались растения с покрасневшими листьями и мелкими неровными ягодами. Клюква тоже плодоносила только по краям болот.

Урожайность ягод, относящихся к второстепенным, специально не определялась. По данным анкетирования (см. рисунок), проведенного среди местных жителей, можно отметить очень хороший урожай голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) (4.8 балла), средний урожай морошки (*Rubus chamaemorus*) (3 балла) и хороший урожай шиповника (*Rosa acicularis* Lindl) (4 балла).

Урожайность брусники в Республике Коми колеблется в пределах 0-386 кг с га (в среднем 110), клюквы — 0-910 кг с га (в среднем 350), черники — 100-400 (в среднем 150) (Егошина, 2005).

Таким образом, в 2010 г. можно отметить неурожай брусники и средние показатели по чернике и клюкве, что связано с сухим характером лета.

Данные исследования являются отправной точкой для дальнейших мониторинговых исследований, которые войдут в летопись природы национального парка «Югыд ва». Возможным станет отследить достоверность корреляции климатических, антропогенных факторов с урожайностью описанных видов.

ЛИТЕРАТУРА

Егошина Е.Л. Недревесные растительные ресурсы. М.: НИИ-Природа, 2005. С. 6-17.

Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных / Советская наука, 1949. С. 548-560.

Теплов Е.В. К экологии боровой дичи Печорско-Ильчского заповедника // Тр. Печоро-Ильчского заповедника. М., 1947. Вып. 4. С. 123-159.

Формозов А.Н. Основные вопросы экологии белки и программа работ в этой области // Экология белки. М.-Л., 1934. С. 3-24.

Ягоды, плоды и орехи дикие. Методы определения урожая и ресурсов Отраслевой стандарт. М.: Госкомлес СССР, 1985. 10 с.

Секция 3.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМОВ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВЕ

Е.М. Анчугова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: anchugova@ib.komisc.ru

Проблемам загрязнения почв техногенными углеводородами в литературе уделяется большое внимание. В основном это работы, связанные с изучением процессов трансформации нефти и нефтепродуктов в почве, с очисткой и рекультивацией почв, трансформацией химических и биологических свойств почв под влиянием загрязнения, ролью почвенных микроорганизмов в утилизации углеводородов (Геннадиев, Пиковский, 2007). Однако, зачастую исследователи рассматривают лишь некоторые аспекты этих процессов: биологическую рекультивацию, поведение какого-либо индивидуального загрязнителя. В естественных условиях углеводороды нефти подвержены широкому спектру различных параметров, ускоряющих разложение. В литературе отсутствуют сведения о комплексном подходе к возможным эффектам перераспределения углеводородов легкой фракции, куда входят наиболее простые по строению метановые (*n*-алканы), нафтеновые и ароматические углеводороды в процессе разложения нефтяных загрязнений.

Цель работы – изучение распределения углеводородов легкой фракции нефти в почве после биологической рекультивации.

В качестве объекта исследования был выбран участок нефтяного разлива № 20 Пермь-карбонского месторождения в районе ЦДНГ-4 общей площадью около 2 га. Нефть пропитала почву до 30 см, исходный уровень загрязнения на различных участках в слое 0-20 см составлял от 28 до 38%. Перед закладкой опыта с поверхности участка собрали поверхностную нефть, подготовили дренажные каналы для отвода избытка воды, а также для накопления и сбора выщивающейся из торфяного слоя нефти. В результате на участке образовалось пять изолированных друг от друга фрагментов, каждый из которых условно разделили поперек участка пополам. Всего получилось 10 площадок площадью около 0.2 га, которые перед на-

чалом работ были распределены (по результатам жеребьевки) между участниками эксперимента для показательного испытания собственных разработок. Перед началом эксперимента все площадки фрезеровали на глубину 25-30 см по промерзшей почве в марте-апреле.

В 2002 г. при участии российских и зарубежных исследователей был заложен полевой промышленный опыт по оценке эффективности различных биопрепаратов, сорбентов и агроприемов для очищения почв от нефти в условиях Севера. В опыте представлены два основных направления биоремедиации почв: технологии стимулирования разложения нефти с применением биопрепаратов и технологии стимулирования естественного нефтеокисления с помощью удобрений и реагентов. Кроме того, опытные площадки отличались видом высеваемых травосмесей.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) в почвах определяли по методике ПНД Ф 16.1:2:2. 2:3. 39-03 методом ВЭЖХ с использованием анализатора жидкости «Флюорат 02» в качестве флуориметрического детектора. Определение *n*-алканов в гексановых экстрактах из почвы проводили на хромато-масс-спектрометре «Trace DSQ» (Thermo) в режиме селективной регистрации ионов.

Как показал анализ полученных нами данных, распределение углеводородов объективно различается в зависимости от использованных приемов биоремедиации. С момента начала опыта все варианты показали достаточную эффективность разложения нефти.

Значительные различия в количественном содержании *n*-алканов в исследованных образцах обусловлены различиями в степени загрязнения площадок.

Нами обнаружены две принципиально различавшиеся модели распределения *n*-алканов в почвах: распределение антропогенного типа и биогенного типа (Wang et al., 1999).

Антропогенная модель характеризовалась так называемым «колоколообразным» распределением *n*-алканов во всей области спектра без ярко выраженного преобладания «четных» или «нечетных» алканов.

К типичной биогенной модели относятся почвы дернового горизонта участков с «пилообразным» распределением в области $C_{21}-C_{31}$, при этом может присутствовать «колокол» в области $C_{14}-C_{18}$. Преобладание «нечетных» углеводородов свойственно для водорослей, воска кутикулы высших растений (Pollard et al., 1999).

Для количественной оценки биогенного и антропогенного вклада *n*-алканов в различных средах Bray, Evans (1961) ввели индекс CPI (carbon preference index). В упрощенном виде индекс рассчитывают как отношение суммы «нечетных» алканов к сумме «четных». *n*-Алканы воска высших растений демонстрируют выраженное преобладание «нечетных» углеводородов ($C_{25}-C_{37}$), тогда как ископаемое топливо имеет индекс, близкий к единице (Zhu et al., 2005). Соответственно, чем выше индекс, тем больше роль биогенных факторов в формировании пула углеводородов в почве. Применение фитомелиорантов в значительной степени способствовало изменению характера распределения *n*-алканов в профиле почвы. Так в ниже лежащем торфяном горизонте и в почве участков без растительности велик вклад насыщенных углеводородов петрогенного происхождения, тогда как в дерновом горизонте распределение *n*-алканов носит биогенный характер.

В почве исследованных площадок нами было идентифицировано 10 структур ПАУ: флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз[а]антрацен, хризен, бенз[к]флуорантен, бенз[а]пирен, бенз[g,h,i]перилен. Так же как и в случае с насыщенными углеводородами, значимые различия в количественном содержании обусловлены различиями в степени загрязнения площадок. Максимальное количественное содержание полиаренов отмечено на площадке, где испытывали агротехнические методы. Вероятно, это связано с низкой исходной биологической активностью торфяно-глеевых почв, и методы биостимуляции оказались малоэффективными. Полученные данные по распределению ПАУ в дерновом слое почвы, обработанной биопрепаратами указывают на преимущественное разложение низкомолекулярных ПАУ.

Чтобы проверить является ли это следствием биологической деструкции или фитоэкстракции, мы исследовали содержание ПАУ в наземной части растений. Нами идентифицировано шесть индивидуальных ПАУ: нафталин, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен. Основной вклад в суммарное содержание ПАУ

растений вносили нафталин и фенантрен, их доля в образцах всех площадок достигала 80%. В побег поступали только низкомолекулярные ПАУ, что согласуется с данными, полученными Burns et al. (1997): ПАУ, содержащие четыре и более конденсированных ароматических кольца, в основном сорбируются на частицах почвы, тогда как низкомолекулярные ПАУ мигрируют преимущественно в растворенной форме. Но так как содержание ПАУ в растениях существенно ниже по сравнению с таковым в почве, вероятно, в растения поступали продукты ризосферной ремедиации.

Распределение углеводородов в целом имеет ярко выраженный аккумулятивный характер в толще торфа и вызвано замедленной минерализацией органического вещества в торфяно-глеевых почвах с холодным температурным режимом.

При совместном использовании с фитомелиорантами применение биопрепаратов приводит к изменению модели распределения углеводородов с антропогенной на биогенную, что соответствует значительной степени очистки. При этом концентрация углеводородов может оставаться высокой.

Показана высокая эффективность биологической очистки нефтезагрязненных почв при использовании биопрепаратов и фитомелиорантов в условиях Севера. Полученные результаты могут быть использованы для разработки обоснований и рекомендаций при проектировании работ по рекультивации нефтезагрязненных земель и переработке нефтеотходов.

ЛИТЕРАТУРА

- Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И. Карты устойчивости почв к загрязнению нефтепродуктами и полициклическими ароматическими углеводородами: метод и опыт составления // Почвоведение, 2007. № 1. С. 80-92.
- Bray E.E., Evans E.D. Hydrocarbons in nonreservoir rock source beds: Part 1 // AAPG Bulletin, 1965. № 49. P. 248-257.
- Burns W.A., Mankiewicz P.J., Bence A.E., Page D.S., Parker K.R. A principal-component and least-squares method for allocating PAH in sediment to multiple sources // Environmental toxicology and Chemistry, 1997. № 16. P. 1119-1131.
- Pollard S.J.T., Whittaker M., Risden G.C. The fate of heavy oil wastes in soil microcosms I: a performance assessment of biotransformation indices // The Science of the Total Environment, 1999. № 226. P. 1-22.
- Wang Z., Fingas M., Page D.S. Oil spill identification // Journal of Chromatography A, 1999. № 843. P. 369-411.
- Zhu Y., Liu H., Cheng H., Xi Z., Liu X., Xu X. The distribution and source apportionment of aliphatic hydrocarbons in soils from the outskirts of Beijing // Organic Geochemistry, 2005. № 36. P. 475-483.

ЭКОПАТОЛОГИИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**И.С. Боднарь**

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: bodnar@ib.komisc.ru

Наиболее чувствительной частью популяции к воздействию экологических факторов является детское население. Это обусловлено интенсивными процессами роста, незрелостью детского организма, ранним истощением его компенсаторных резервов в ответ на действие факторов окружающей среды. Ухудшение качества среды обитания негативно отражается на физическом, психическом здоровье детей, усугубляет течение имеющихся хронических заболеваний, создает риск развития заболеваний с генетической предрасположенностью в более раннем возрасте.

К факторам риска на севере следует отнести прежде всего холодовой фактор, перепады барометрического давления и напряженный ветровой режим вследствие высокой циклонической активности, большой уровень влажности, выраженную сезонность, малое содержание кислорода в воздухе, наличие естественных геохимических провинций (недостаток кальция, магния, калия, фосфора, фтора, кобальта, йода, молибдена, бора в почве, избыток железа) и геопатогенных зон (Глушкова, 2002).

Цель работы – изучение динамики экологически обусловленной заболеваемости среди детского населения Республики Коми.

Демографическая ситуация и состояние здоровья детей изучается в динамике с 1990 по 2009 г. по статистическим данным Минздрава Республики Коми, Центрального НИИ Организации и информатизации здравоохранения [7]. Характеристики окружающей среды оцениваются по материалам Государственного доклада о состоянии окружающей природной среды Республики Коми [3]. По полученным данным с помощью ГИС-технологий, программ ArcView 3.2, Corel Draw, Excel были составлены карты первичной заболеваемости в динамике.

На 1 января 2010 г. численность детского населения в Республике Коми составила 166 тыс. человек, что составляет 17.5% от всего населения. Как и по всей России, в республике с конца прошлого века сложился суженый тип воспроизводства населения, суммарный коэффициент рождаемости в 2009 г. составил 1.49, столько в среднем детей родила одна женщина на протяжении всего репродуктивного периода.

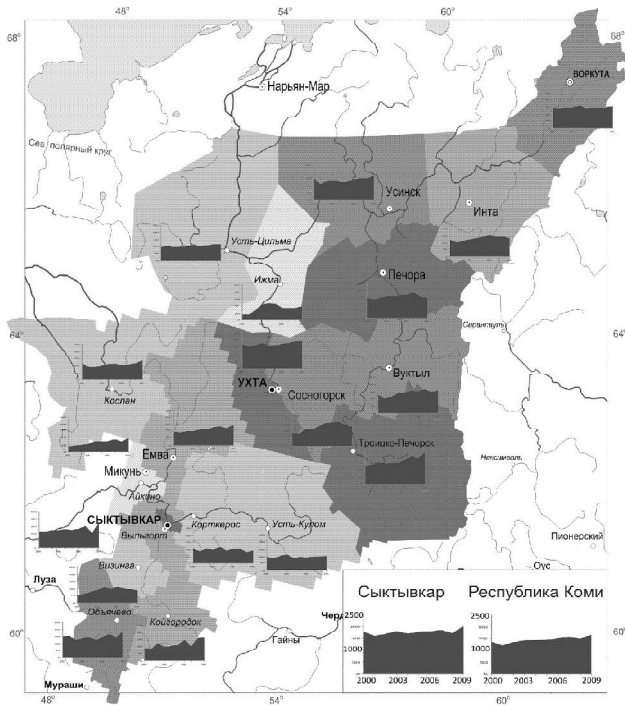
Первичная детская заболеваемость с 1989 по 2000 г. имела угрожающие темпы роста (48.7%), но в последнее десятилетие темпы роста сократились (20%).

В структуре заболеваемости детского населения Республики Коми на первом месте находятся болезни органов дыхания – 61.8% от общего количества заболевших (по состоянию на 2008 г.).

Главный фактор, приводящий к повреждениям тканевых структур легких в северных районах, – холод, который в сочетании с ветром и высокой влажностью является важным провоцирующим элементом в возникновении патологии органов дыхания (Гичев, 2003). Повышенную заболеваемость органов дыхания у детей на европейском Севере можно рассматривать как экологически обусловленную. На карте видно, что в Коми наблюдается рост первичной заболеваемости, особенно в сельской местности: в Троицко-Печорском, в Усть-Вымском, в Ижемском, Княжпогостском, Койгородском, Сысольском районах. Наибольшая заболеваемость органов дыхания у детского населения с диагнозом, установленным впервые в жизни, отмечается в городах Сыктывкар (1766‰), Ухта (1676), Печора (1547), а также Троицко-Печорском р-не (1628).

Зарегистрирован отчетливый параллелизм между ростом заболеваемости детей острыми и хроническими заболеваниями бронхолегочной системы и выраженностью загрязнения атмосферного воздуха (Гичев, 2003). Выбросы в атмосферу из стационарных источников в Сыктывкаре, Ухте, Печоре одни из самых высоких по республике, что может быть одной из причин повышенной первичной заболеваемости органов дыхания. Из группы болезней органов дыхания индикатором загрязнения окружающей среды является бронхиальная астма. В Республике Коми заболеваемость бронхиальной астмой среди детей и подростков (0-17 лет) увеличилась в два раза в период с 1995 по 2008 г., в том числе за счет заболевших в сельской местности (карта 2). Наибольшие темпы прироста в Прилузском (заболеваемость увеличилась в 10 раз), Усть-Цилемском (в пять), Койгородском (в четыре), Ижемском (в четыре), Сыктывдинском (в три) районах, г. Усинск (в три раза). У детей, проживающих в загрязненных промышленных районах, отмечается сенсibilизация к химическим веществам [7]. Наибольшее количество детей с первично установленным диагнозом бронхиальная астма в среднем за 2000-2008 гг. по Республике Коми зафиксировано в Воркуте (17.5 на 1000 детского населения), Усинске (20.0), Сыктывкаре (21.8). Таким образом, наибольшая заболеваемость бронхиальной астмой среди детей и подростков 0-17 лет приходится на города с высокой антропогенной нагрузкой вследствие работы промышленных предприятий и добычи полезных ископаемых.

На втором месте в первичной заболеваемости детей находятся болезни кожи и подкожной клетчатки. Одним из маркеров экологиче-



Заболееваемость органов дыхания у детей (0-14 лет.), средняя в 2000-2009 г (на 1000 чел.)

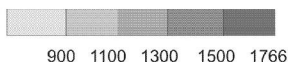
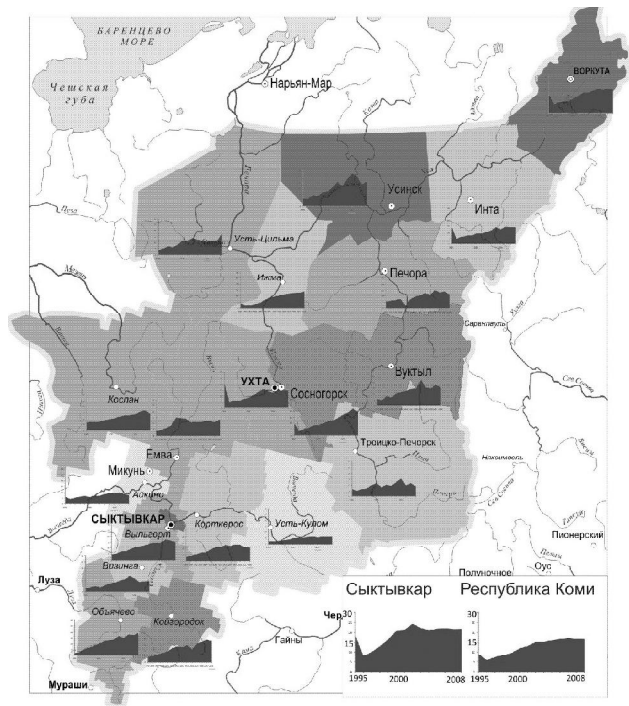


Рис. 1. Первичная заболеваемость органов дыхания у детского населения (0-14 лет) в Республике Коми.



Заболееваемость бронхиальной астмой детей (0-17 лет) в 2000-2008 г. (на 1000 чел.)

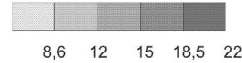
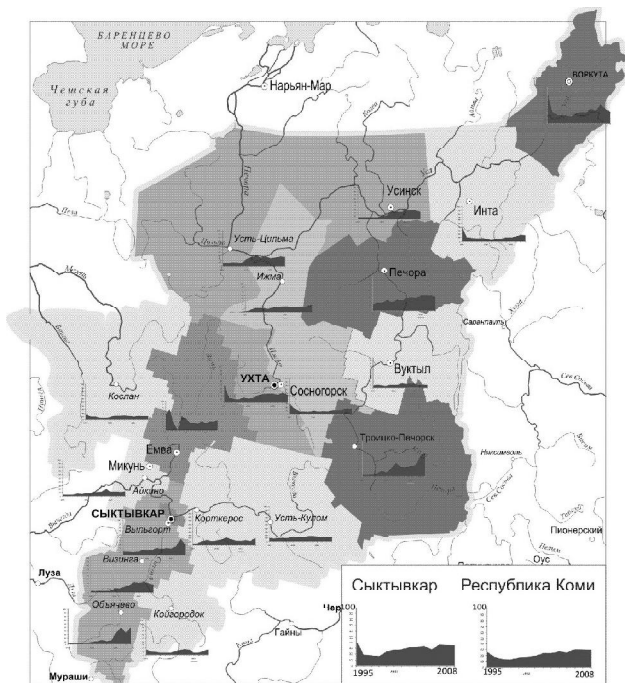


Рис. 2. Первичная заболеваемость бронхиальной астмой детей (0-17 лет).



Заболееваемость детей atopическим дерматитом в 2000-2008 г. (на 1000 чел.)

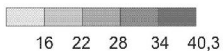
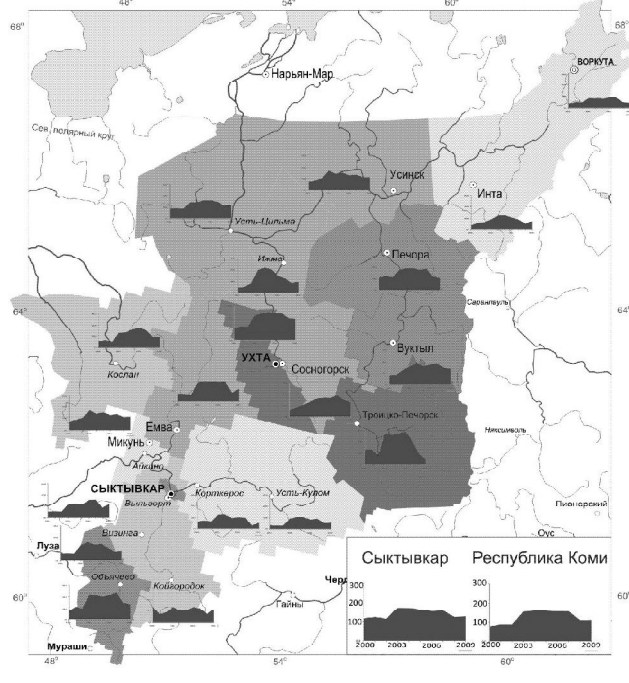


Рис. 3. Первичная заболеваемость детей (0-17 лет) atopическим дерматитом.



Средняя заболееваемость органов пищеварения у детей (0-14 лет) за 2000-2009 г (на 1000 чел.)



Рис. 4. Заболееваемость органов пищеварения у детского населения (0-14 лет) с диагнозом, установленным впервые в жизни.

ского неблагополучия среди заболеваний кожи и подкожной клетчатки является атопический дерматит.

Первичная заболеваемость атопическим дерматитом среди детей (0-14 лет) выше, чем в среднем по Северо-Западному Федеральному округу. Наибольший рост заболеваемости наблюдается в Ижемском (в 2.25 раза), Прилузском (в 5.6), Троицко-Печорском (в шесть) районах, городах Усинск (в 2.3 раза), Инта (в 2.6), Ухта (в 2.0). Имеется отчетливая связь между ростом аллергодерматозов и возрастанием уровня загрязнения окружающей среды (Гичев, 2003). Сокращение выброса в атмосферу от угольных предприятий (в связи с закрытием шахт) в Воркуте благоприятно отразилось на здоровье детского населения: первичная заболеваемость атопическим дерматитом сократилась, но еще остается одной из самых высоких в республике. В среднем в период с 2006 по 2008 г. наиболее напряженная обстановка по распространенности этой патологии складывается в городах Печора (40.3‰), Воркута (35) и Троицко-Печорском р-не (33.4).

Первостепенная барьерная роль органов желудочно-кишечного тракта, и в особенности печени, их важная роль в обеспечении чистоты внутренней среды организма позволяют предполагать их частую вовлеченность в развитие экологически обусловленных нарушений здоровья. Заболевания пищеварительной системы составляют 4.5% от всей первичной заболеваемости детского населения Республики Коми. Наибольшая средняя заболеваемость органов пищеварения за 2000-2009 гг. в Ухте (189.7), Троицко-Печорском р-не. Повышенная заболеваемость органов пищеварения в Республике Коми достоверно связана с высоким содержанием железа в питьевой воде (Глушкова и др., 2002).

Формирование так называемых взрослых типов патологии сердечно-сосудистой системы начинается именно в детском возрасте. Предпосылками для развития сердечно-сосудистых заболеваний на севере является длительное употребление слабоминерализованных вод, преобладание жирных, консервированных продуктов в рационе питания, перепады давления (Келлер, Кувакин, 1998). Высокий уровень и рост первичной детской патологии сердечно-сосудистой системы у детей и подростков в республике отмечается в Ухте и Сосногорске с прилегающими к ним территориями. В целом по республике с 2000 по 2008 г. нет достоверного роста первичной заболеваемости.

Злокачественные новообразования являются индикаторной патологией, отражающей влияние на популяцию неблагоприятных факторов среды. В период с 1989 по 2009 г. наибольшая заболеваемость с диагнозом, установленным впервые в жизни, зарегистрирована в г. Ухта

(13.9‰), Троицко-Печорском (13.35), Усть-Вымском (12.98 ‰) районах, г. Сыктывкар (11.97). Достоверного роста первичной онкологической заболеваемости по Республике Коми с 1989 по 2008 г. не наблюдается.

Таким образом, территориями повышенного риска для развития «экологически обусловленной патологии» являются Троицко-Печорский и Прилузский р-ны, города Ухта, Сыктывкар. К территориям «с высокими темпами роста первичной заболеваемости» относятся Троицко-Печорский, Прилузский, Ижемский р-ны. Повышение уровня заболеваемости за последние 15 лет в сельской местности республики может быть связано с изменением образа жизни: массовым распространением потенциально опасных для развития бронхиальной астмы средств бытовой химии, лекарств, использования одежды из различных синтетических материалов, отказ от продуктов питания «со своего огорода» и замена их более дешевыми привозными, имеющими низкое качество и содержащими потенциально опасные для здоровья добавки. Высокая заболеваемость в Троицко-Печорском р-не требует дальнейшего изучения.

В Республике Коми сложилась относительно напряженная медико-экологическая ситуация, так как наблюдается рост первичной общей заболеваемости детского населения, патологии органов дыхания, в том числе бронхиальной астмы, болезней кожи и подкожной клетчатки, в том числе атопического дерматита, патологии органов пищеварительной системы с диагнозом, установленным впервые в жизни. Опасной особенностью последнего десятилетия в Республике Коми явился рост первичной заболеваемости в сельской местности с высокими темпами прироста «индикаторных заболеваний» – атопического дерматита и бронхиальной астмы.

ЛИТЕРАТУРА

- Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека. Новосибирск: СО РАМН, 2003. 138 с.
- Глушкова Л.И., Маймулов В.Г., Корабельников И.В. Обеспечение эколого-гигиенического благополучия в условиях Крайнего Севера: проблемы и решения. СПб., 2002. 298 с.
- Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Республики Коми в 2009 году». Сыктывкар, 2010. 119 с.
- Келлер А.А., Кувакин В.И. Медицинская экология. СПб.: «Петроградский и К», 1998. 256 с.
- Образцов Л.Н. Медицинская экология европейского Севера России. СПб.: «ВМедА», 1998. 258 с.
- Цыбина А.С. Лозовая Г.Ф., Дударенкова М.Р. Определение факторов, влияющих на заболеваемость бронхиальной астмой у детей // Медицинский альманах, 2009. № 3. С. 145-149.
- <http://www.mednet.ru/ru/statistika/zabolevaemost-naseleniya.html>.

ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА МИКРООРГАНИЗМОВ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВ ДОЛИНЫ РЕКИ ИЛЫЧ (ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКИЙ ЗАПОВЕДНИК, РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Ю.А. Виноградова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: vinogradova@ib.komisc.ru

Заповедные территории, природные комплексы которых не испытывают воздействия антропогенного пресса, представляют собой уникальные полигоны для исследования естественного хода природных процессов. Для территории Печоро-Илычского государственного природного биосферного заповедника, экосистемы которого развиваются в режиме спонтанной динамики, типичны сукцессии на аллювиальных наносах, гаях и участках ветровалов. В процессе формирования островной поймы на аллювиальных наносах происходит закономерная смена гигрофильной растительности фитоценозами травянистых многолетних мезофитов, сообществами кустарников, лиственных и хвойных лесов. Последовательная смена растительности обуславливает специфические изменения как в морфологическом строении и физико-химических свойствах аллювиальных почв, так и в изменении структуры микробных сообществ.

Цель данной работы – изучение численности и биомассы микроорганизмов в аллювиальных почвах островной поймы р. Илыч в пределах Печоро-Илычского заповедника (в предгорьях Северного Урала).

Исследования проводили в летний период 2009 г. на о-ве Биязъяди, который сформировался в русле реки на участке выше по течению от кордона Изперед.

В качестве объекта изучения были выбраны ключевые участки вдоль топоэкологического профиля от русла реки до центральной части острова. Ключевые участки различаются по высотному уровню, уровню залегания грунтовых вод, характеру растительного покрова и типу почв. Первый участок заложен вблизи русла на бичевнике; второй – на первом высотном уровне островной поймы, где галечниковые наносы перекрыты маломощными песчаными отложениями, с сухим разреженным травостоем из кошачьей лапки с аллювиальными примитивными почвами; третий участок заложен на втором уровне пойменной террасы, где представлен хорошо сформированный злаково-разнотравный луг с аллювиальными дерновыми слоистыми почвами; четвертый – березняк с аллювиальными слоистыми почвами на третьем высотном уровне пойменной террасы; пятый заложен в центральной части острова в пихтово-еловом лесу с хорошо развитым травянистым ярусом, почвы также аллювиальные слоистые. На четвертом и пятом участках в профиле почв четко выражен горизонт лесной подстилки.

Отбор проб для изучения численности и микробной биомассы проводили из основных генетических горизонтов почв.

Выбранные для исследования почвы существенно различаются по своим физико-химическим свойствам. По содержанию углерода наиболее гумусированными являются верхние органогенные горизонты, особенно верхний слой подстилки лиственного леса. В направлении от почв галечника к почвам пихтово-елового леса наблюдается усиление кислотности.

Полевые и лабораторные исследования проводили с использованием общепринятых в почвоведении и почвенной биологии методов (Методы..., 1991). Подсчет микробной биомассы проводили с использованием метода люминесцентной микроскопии. Исследования многих авторов свидетельствуют о том, что высушивание образцов почв приводит к резкому изменению численности и биомассы микроорганизмов и изменению соотношения их функционально-трофических групп (Звягинцев и др., 1984, Добровольская, 2002).

Естественно, прямой подсчет клеток микроорганизмов из воздушно-сухих почвенных образцов с использованием люминесцентной микроскопии позволил выявить только клетки бактерий и споры грибов и лишь незначительное количество мицелия в верхнем слое подстилки березняка A0(L) – 0.15 мг/г в.с.п.

Учитывая тот факт, что высушивание образцов почв все-таки искажает реальную картину, нами был проведен небольшой эксперимент. Данный эксперимент заключался в выявлении потенциальной активности микроорганизмов в условиях инициирования их роста увлажнением и инкубированием при оптимальной температуре.

Навески почвы массой 10 грамм увлажняли стерильной водой до 60% от ПВ, помещали в стерильные чашки Петри и инкубировали в термостате при температуре 22 °С в течение двух недель. В течение этого времени поддерживали постоянную влажность почвы, а по окончании срока инкубации полученные образцы использовали для приготовления препаратов для подсчета клеток бактерий и длины грибного мицелия.

Горизонтами максимальной концентрации микроорганизмов (в пересчете на их биомассу) являются органогенные горизонты почв исследуемых биотопов – дернина на лугу и лесные подстилки в лесных сообществах (см. рисунок). С максимальной концентрацией в лесной подстилке березняка и минимальной – в почвах галечника (галечниковые наносы).

В гумусоаккумулятивных горизонтах концентрация микробной биомассы исследуемых растительных сообществ находилась примерно на одном уровне с резким снижением в мине-

ральных горизонтах, что особенно ярко выражено в почвах ельника.

В микробной биомассе анализируемых типов аллювиальных почв доминировали микромицеты (до 97%), осуществляющие основные процессы деструкции растительного материала. При этом в морфологической структуре микромицетов доля мицелия была выше доли спор по всему профилю за исключением нижнего почвенного горизонта ельника (гор. Bg). В нем мицелий не обнаруживался и основными компонентами микробной биомассы становились споры грибов и прокариотные микроорганизмы.

Для почвенных грибов соотношение биомассы спор и мицелия дает возможность оценить состояние грибов в почве. Высокая численность спор в минеральном горизонте ельника может дать представление о покоящемся запасе грибов. Активность развития или подавления мицелия в целом может свидетельствовать о благоприятных и неблагоприятных условиях, происходящих в исследуемых почвах данных растительных сообществ.

Доля прокариотных микроорганизмов в суммарной микробной биомассе составляла в подстилках исследуемых почв меньше 1%, лишь в минеральном горизонте хвойного леса достигла 12.5%.

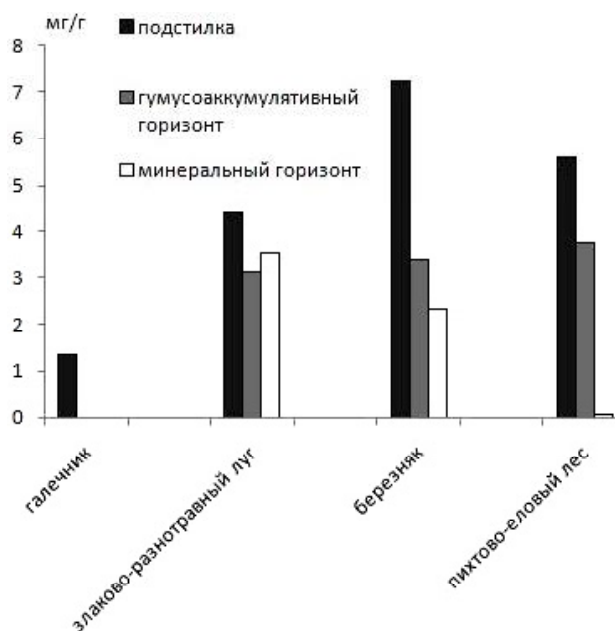
В почвах лиственного и хвойного лесов длина мицелия грибов достигала максимума в органогенных горизонтах. При этом в луговых ценозах (сухой злаково-разнотравный луг) наибольшая длина грибного и актиномицетного мицелия приходилась на гумусоаккумулятивный горизонт.

Наибольшая численность бактерий была зарегистрирована в верхних слоях подстилки, A0L, A0F+H, спор грибов в слое подстилки A0L березняка, наименьшая – в дерновом горизонте сухого злаково-разнотравного луга.

Наряду с микробной биомассой нами были проведены исследования по соотношению и активности эколого-трофических групп микроорганизмов в аллювиальных почвах при смене растительности. Как показали проведенные исследования, на галечниковых наносах и в примитивной аллювиальной почве сухого луга при слабом развитии растительности активность групп микроорганизмов была минимальна. В почвах березняка и пихтово-елового леса происходит резкое снижение численности ЭКТГМ с глубиной. Основные процессы жизнедеятельности микроорганизмов происходят в верхних органогенных горизонтах почв.

При переходе от почв злаково-разнотравного луга к аллювиальным лесным почвам лиственного и хвойного лесов происходит увеличение численности аммонификаторов, с наибольшей численностью в ферментативном слое A0(F+H) подстилке березняка.

Процессы минерализации (по численности минерализаторов) протекают крайне медленно во всех исследуемых почвах.



Концентрация микробной биомассы в аллювиальных почвах о-ва Бияязьяди.

При этом в почвах злаково-разнотравного луга в изученных горизонтах отмечается достаточно высокое содержание групп олиготрофов и педотрофов. Высокая численность данных групп микроорганизмов показывает слабые процессы разложения растительности и минерализации, (что отражается низкой численностью аммонификаторов и минерализаторов) вовлечения достаточного количества доступных веществ для потребления.

Таким образом, вне зависимости от типа растительного сообщества основная биомасса микроорганизмов приурочена к органогенным горизонтам с максимальной концентрацией в почвах лиственного леса.

Основную организацию микробного пула определяют грибы. На долю почвенных микромицетов приходится подавляющая часть микробной массы (до 97%). В нижних минеральных горизонтах – споры.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН № 23 «Выявление закономерностей формирования биоразнообразия, взаимосвязей макро- и микроорганизмов и их роли в трансформации органического вещества в почвах пойменных лесов европейского Северо-Востока».

ЛИТЕРАТУРА

- Добровольская Т.Г. Структура бактериальных сообществ почв. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. 282с.
- Звягинцев Д.Г., Лукин С.А., Лисичкина Г.А. Способ более полного количественного учета микроорганизмов в почве // Микробиология, 1984. Т. 53. № 4. С. 665-668.
- Методы почвенной биохимии и микробиологии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во Московского ун-та, 1991. 304 с.

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ДРЕВЕСНОГО ОПАДА В ПРОЦЕССЕ ВТОРИЧНЫХ СУКЦЕССИЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОСЛЕ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

А.А. Дымов, Д.А. Ракина*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: aadymov@gmail.com

* Сыктывкарский государственный университет

Основным антропогенным фактором, изменяющим параметры биологического круговорота веществ в таежных экосистемах, является рубка леса. На европейском северо-востоке России еловые леса являются доминирующими и составляют основу лесного фонда (Коренные..., 2006). К настоящему времени малоизученными являются изменения, происходящие в функционировании лесных экосистем после рубок главного пользования, что не позволяет оценить пулы и потоки зольных элементов, углерода, азота в результате сукцессионной смены растительности. Одной из характеристик, определяющих поступление химических элементов на поверхность почв лесных насаждений, является опад растительных остатков. Состав опада растений позволяет оценить некоторые аспекты биологического круговорота веществ.

Цель данной работы заключалась в определении возврата зольных элементов, углерода, азота с древесным опадом в спелом ельнике и в производных лиственнично-хвойных насаждениях, формирующихся после проведения сплошнолесосечных рубок.

Исследования проводили в подзоне средней тайги, на территории Усть-Куломского р-на Республики Коми с 2006 по 2010 г. Объектами исследования были коренной ельник черничный и производные березняки, в которых были заложены пробные площади. Исследуемые фитоценозы произрастают на типичных подзолистых почвах близкого механического состава и генезиса почв, развивающихся в схожих геоморфологических условиях.

Первая пробная площадь (ПП) – контрольный участок, ельник черничный, разновозрастный (возраст деревьев от 60 до 230 лет). Под пологом древостоя идет возобновление елью и пихтой, в достаточно большом количестве имеется валеж. Вторая – молодняк первого класса возраста, формируется после сплошнолесосечных рубок в зимний период 2001-2002 гг. Выражен интенсивный возобновительный процесс березы и рябины. Третья – средневозрастное лиственнично-хвойное насаждение, развивается после сплошнолесосечной рубки, проведенной зимой 1969-1970 гг. в ельнике черничном. Более подробно участки исследования описаны в работе (Путеводитель..., 2007).

Количество опада растений древесного яруса определяли с использованием опадоуловителей площадью 0.25 м² в 14-кратной повторности на каждом участке. Опад собирали один раз в год в июне 2007, 2008, 2009 гг. в тканевые мешочки,

высушивали, разбирали по фракциям и подготавливали для химического анализа. При дальнейших расчетах вычисляли средние за три года значения отдельных компонентов опада, химический анализ их проводили в лаборатории «Экоаналит» Института биологии.

В зависимости от скорости разложения древесный опад следует разделить на активную и неактивную фракции. К первой относятся листья, хвоя, семена, ко второй – медленно разлагающиеся ветви, шишки, кора (Карпачевский, 1981). Качественный и количественный состав растительного опада, поступающего на поверхность почвы исследуемых сообществ, зависит от состава фитоценозов. Масса годичного опада в разновозрастном ельнике черничном изменяется от 198 до 303 г/м², в 10-летнем молодняке – от 34 до 91, в 40-летнем березняке – от 188 до 312 г/м². В среднем за три года измерений ежегодное поступление опада составило для первой пробной площади 249 г/м², для второй – 61 и для третьей – 243 г/м².

Следует отметить, что за 50 лет формирования лиственнично-хвойного насаждения масса опада листьев увеличивается более чем в три раза. Для ельника же характерно преобладание в составе опада хвои ели и пихты при незначительном участии опада лиственных древесных растений. Основу древесного опада, формирующегося на вырубках, составляет опад листьев мелколиственных древесных растений. В неактивных фракциях опада значительно участие ветвей ели и пихты для ельника черничного, и ветвей березы и осины для ППЗ, практически отсутствующих на участке молодняк первого класса возраста.

Одним из наиболее вариативных показателей, характеризующих состав опада, является количество репродуктивных органов. Значительный вклад шишек ели в общую массу опада выявлен в 2008-2009 гг. как в ельнике, так в средневозрастном хвойно-лиственном насаждении, что можно объяснить интенсивным плодоношением ели в вегетационный период 2008 г. В изучаемых лесных фитоценозах наряду с массой опада изменяется и сезонная динамика его поступления. Для ельника характерно преобладание поступления опада в зимне-весенний период, в то время как для лиственных – в осенний. Это в свою очередь сказывается на процессах разложения компонентов опада в рассматриваемых ценозах.

Содержание азота и углерода в однотипных компонентах растительного опада ельника и

производных лиственно-хвойных фитоценозов статистически не различаются и близки с опубликованными ранее данными (Бобкова, Тужилкина, 2001). Наименьшее количество углерода содержится в листьях и хвое ели. Высокое его содержание характерно для остатков пихты и ветвей березы. Во всех исследуемых нами сообществах наиболее обогащены азотом листья. Наименьшее количество данного элемента содержится в ветвях ели и пихты. При некотором уменьшении количества азота во всех компонентах опада на третьем участке, по сравнению с контрольным, увеличивается молекулярное отношение С к N.

Масса и состав растительного опада в значительной степени определяют поступление углерода и азота на поверхность почвы, что наглядно выражено в резком снижении элемента, зафиксированного в растительных остатках фитоценоза молодняка. Смена ели березой приводит к увеличению доли углерода, поступающего на поверхность почвы в виде опада листьев мелколиственных древесных растений. На поверхность почвы ельника и средневозрастного хвойно-лиственного насаждения поступает примерно одинаковое валовое количество углерода и азота, но при этом существенно изменяется доминирующий компонент древесного опада. В коренном ельнике основное количество углерода и азота сосредоточено в хвое ели и пихты, в средневозрастном березняке – в листьях берез и осин. После рубки древостоя на второй пробной площадке наблюдается уменьшение поступления как органических компонентов в составе древесного опада, так и зольных элементов. Содержание натрия, калия и фосфора остается практически неизменным в однотипных компонентах опада сравниваемых участков, в то время как для железа наблюдается тенденция к уменьшению концентрации данного элемента в остатках пихты в биогеоценозах вырубок. Концентрация магния и марганца также статистически не различается. Однако для большинства компонентов опада на вырубках характерна тенденция к увеличению содержания в них кальция по сравнению с ельником. Причем в 40-летнем березняке максимальная концентрация кальция приходится на хвою ели, а на первых двух участках – на листья. Различия в концен-

трации алюминия в древесном опаде на всех участках незначительны, но в ветвях пихты прослеживается тенденция к снижению концентрации этого элемента.

По сравнению с ельником в лиственных фитоценозах наблюдается значительное увеличение поступления калия, фосфора, железа, натрия и более существенное возрастание кальция, магния, марганца. Увеличение количества марганца наряду с изменением гидротермического режима приводит к интенсификации процесса конкрециообразования в верхних минеральных горизонтах почв свежих вырубок (Дымов, 2007). В производном лиственно-хвойном насаждении выявлено некоторое уменьшение количества поступающего на поверхность почв алюминия по сравнению с коренным ельником.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы. По мере развития фитоценоза на вырубках общая масса опада увеличивается и к 40-летнему возрасту становится близкой к коренному ельнику. При этом существенно изменяется его качественный состав, что обуславливает возрастание поступления на поверхность почв кальция, марганца, магния, углерода, азота уменьшилось поступление алюминия в 40-летнем хвойно-лиственном насаждении по сравнению с контрольным участком.

ЛИТЕРАТУРА

- Бобкова К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1987. 156 с.
- Бобкова К.С., Тужилкина В.В. Содержание углерода и калорийность органического вещества в лесных экосистемах Севера // Экология, 2001. № 1. С. 69-71.
- Дымов А.А. Изменение почв в процессе естественного лесовосстановления (на примере подзолов средней тайги, сформированных на двучленных отложениях). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2007. 20 с.
- Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-ть, 1981. 264 с.
- Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции / Под ред. К.С. Бобковой, Э.П. Галенко. СПб.: Наука, 2006. 336 с.
- Путеводитель научной экскурсии. Подзолистые суглинистые почвы разновозрастных вырубок (подзона средней тайги). Сыктывкар, 2007. 43 с.

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ГОРНОЙ ТУНДРЫ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА (ХРЕБТЫ МАЛДЫ-НЫРД, РОСОМАХА)

Е.В. Жангуров, А.А. Дымов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: zhangurov@ib.komisc.ru, dymov@ib.komisc.ru

В условиях тундрово-таежной зоны европейского северо-востока России традиционно наибольшее внимание уделялось изучению почв на моренных и покровных супесчано-суглинистых почвообразующих породах. Почвы на продук-

тах выветривания суглинистого элюво-делювия коренных пород Полярного и Приполярного Урала, их генетическая характеристика, разнообразие, особенности почвообразования остаются малоисследованными. Почвы и почвенный по-

кров западных макросклонов этого обширного региона изучен лишь редкой сетью маршрутных исследований в 1960-1980-х гг. Позднее по этим материалам были составлены и изданы почвенная карта Коми АССР и листы Государственных почвенных карт масштаба 1:1000000. Характеристика почв Приполярного Урала освещена в работах И.В. Забоевой (1975), Г.А. Симонова (1994), Г.В. Русановой (2001). Эти работы позволили выявить основные закономерности распространения почв, особенности их морфологического строения, взаимосвязи между почвами и компонентами природной среды и экстраполировать их на близкие в ландшафтном отношении территории, не охваченные полевыми маршрутами. В настоящее время остаются малоизученными особенности почвенно-растительного покрова наиболее возвышенных горно-тундровых ландшафтов, особенно в труднодоступных участках Приполярного Урала.

Цель работы – изучение морфологических и физико-химических свойств почв горно-тундрового пояса Приполярного Урала и их ландшафтной приуроченности, а также определение классификационной принадлежности согласно новой «Классификации и диагностики почв России» (2004).

Почвенные исследования проводились на западном макросклоне Приполярного Урала (хребты Малды-Ныр, Росмаха) на территории национального природного парка «Югыд ва» – одного из крупнейших особоохраняемых природных территорий Республики Коми. Рельеф территории парка имеет сложный характер и образует череду высотных ярусов, представленных широким спектром уникальных и типичных горных, тундровых и равнинных ландшафтов, обладающих выраженной вертикальной зональностью. В горной части Приполярного Урала выделяют три пояса растительности: горно-лесной, горно-тундровый, гольцовый. Объектами исследований были выбраны почвы горно-тундровых ландшафтов. В результате рекогносцировочных маршрутных исследований в различных условиях рельефа и характера растительности были заложены опорные разрезы, характеризующие основные типы почв. Физико-химические анализы выполняли по стандартным методикам.

Климат континентальный, среднегодовая температура составляет $-4-7^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество осадков – 700-1000 мм, активный вегетационный период – 40-50 дней. Горные хребты имеют сглаженную форму и относятся преимущественно к гольцовому среднегорному типу рельефа с абсолютными отметками высот 800-1000 м, отдельные высоты достигают более 1500 м. Почвообразующие породы представлены элюво-делювием продуктов выветривания кислых кристаллических кварцито-хлоритовых и кварцито-серицито-хлоритовых сланцев, риолитов, песчаников.

Почвы горных тундр формируются в системе вертикальной зональности над поясом ред-

колесий и поэтому занимают наиболее высокие положения в рельефе (пологие вершины горных хребтов, нагорные террасы, гольцовые склоны). Почвенный покров характеризуется значительной пестротой и комплексностью, что обусловлено геоморфологическим строением, характером почвообразующих пород и спецификой высотной поясности растительного покрова (Забоева, 1975; Симонов, 1994). На вершинах и склонах горных хребтов широко развиты каменные россыпи, солифлюкционные террасы и полигонально-пятнистые формы, связанные с криогенными процессами.

Рассмотрим особенности морфологического строения и характеристику физико-химических свойств основных типов почв более подробно.

В условиях платообразных вершин горных хребтов под мохово-кустарничковой растительностью формируются иллювиально-гумусовые подбуры. Эти почвы составляют основной фон мелкоерниковых мохово-лишайниковых горных тундр с абсолютными высотами 600-800 м. Криогенный пятнистый характер поверхности – пятна вымораживания каменистого материала лишены растительности, с диаметром до 1 м, занимают 60-70% от общей поверхности. Профиль почвы состоит из грубогумусовой подстилки А0 до 4-6 см, под которой располагается коричнево-бурой окраски пропитанный иллювиальным гумусом горизонт ВНФ – в большинстве случаев обильно щебнистый легкий суглинок. Далее идет постепенный переход к почвообразующей породе, представленной кварцполевошпатовыми (кварцито-хлоритовыми) слюдястыми сланцами. Мощность профиля значительно варьирует и составляет в среднем 30-40 см. Благодаря хорошей дренированности застаивания влаги не происходит, поэтому морфохроматические признаки оглеения отсутствуют.

pH солевой вытяжки имеет сильнокислую реакцию среды в органических горизонтах, в минеральных горизонтах, особенно в подстилающей породе становится близкой к нейтральной. Наблюдается биогенное накопление обменных оснований в подстилке, в минеральных горизонтах их содержание резко падает. Почвы характеризуются регрессивно-аккумулятивным типом распределения органического углерода с максимальным содержанием в подстилке (30%). По содержанию аморфных форм Fe_2O_3 и Al_2O_3 характерно элювиально-иллювиальное перераспределение, максимальное накопление оксалатрастворимых форм Fe_2O_3 фиксируется в нижних горизонтах. В гранулометрическом составе преобладают мелкопесчаные (0.25-0.05) и крупнопылеватые (0.05-0.01) фракции.

В условиях склонов и нагорных террас, прилегающих к останцовым вершинам гольцового пояса, под злаково-осоково лишайниковой растительностью формируются глееземы. Почвы формируются при длительном насыщении водой, поступающей с вершины гольцов. Профиль почвы дифференцирован слабо. Диагностируют-

ся по наличию подстильно-торфяного горизонта с различной мощностью (3-10 см) и глеевых горизонтов BG-G, которые характерны по всему профилю и имеют ярко-сизую окраску часто с охристой каймой. В зависимости от степени увлажнения минеральные горизонты часто являются тиксотропными, на глубине 30-40 см выступает верховодка.

Почвы характеризуются кислой и сильнокислой реакцией среды по всему профилю ($pH_{\text{сол.}}$ 2.9-3.8) и значительной насыщенностью основаниями, аккумулятивным типом распределения общего органического углерода. Как и во всех почвах горно-тундрового пояса, максимальное содержание обменных форм Ca^{2+} и Mg^{2+} наблюдается в подстильном горизонте, в минеральных горизонтах сумма обменных оснований $<1\%$. Валовой химический состав отражает слабую дифференциацию профиля. По гранулометрическому составу почвы сформированы на крупнопылеватых опесчаненных легких суглинках.

В условиях мелкоерниково-лишайниковых тундр на выположенных, а также наиболее пологих участках склонов с крутизной $5-10^\circ$, где возможен нисходящий сток атмосферных осадков, формируются оподзоленные иллювиально-гумусовые подбуры. Пятна вымораживания каменистого материала без растительности занимают не более 20-30%. В растительном покрове карликовая береза высотой до 20-25 см, лишайниковый покров – из видов родов *Cladonia* и *Stereocaulon* развит на листоватых мхах рода *Dicranum*. Профиль почвы отчетливо дифференцирован на маломощную слабообразующую подстилку до 2-3 см, которая довольно резко сменяется осветленным оподзоленным горизонтом ВНFe – в виде прерывистой линзы и небольших пятен. С глубины 20-25 см скелетно-грубообломочная часть профиля резко преобладает над массой мелкозема. Распределение гранулометрических фракций и валовых полуторных оксидов отражает слабую дифференциацию профиля. Отличаются крайне низкой степенью насыщенности основаниями, более высокой актуальной и обменной кислотностью, низким содержанием органического углерода в минеральных горизонтах. Распределение несиликатных форм Fe_2O_3 и Al_2O_3 имеет элювиально-иллювиальный характер.

На склонах южной экспозиции с крутизной $10-15^\circ$ и более в условиях переходной (экотонной) полосы подгольцовых листоватых редколесий к горной тундре в напочвенном покрове значительное участие принимает кустарничково-злаково-разнотравная растительность. Формирующиеся в этих условиях почвы литоземы серогумусовые диагностируются по наличию в верхней части профиля серогумусового одернованного горизонта АУ (3-5 см), постепенно переходящего в плотную породу. Почвы хорошо гумусированы с высоким содержанием органического вещества, верхние горизонты относи-

тельно обогащены азотом (отношение C/N22-13), имеют кислую реакцию среды, слабонасыщены основаниями.

В условиях нижних частей склонов (плоские предгорные равнины), где происходит застой атмосферных осадков, участки горно-тундровых ландшафтов чередуются с горно-редколесным поясом. В напочвенном покрове значительное участие принимают сфагновые и политриховые мхи, морощка, осоки, по микроповышениям – лишайники. В этих условиях формируются глееземы перегнойно-торфяные мерзлотные. Диагностируются по наличию торфяного горизонта, мощностью от 10 до 40 см, подстилаемого глеевым горизонтом. Верхняя граница мерзлоты залегает на глубине 35-40 см и служит водопором, поэтому весь профиль сильно увлажнен, нижние горизонты тиксотропны.

Почвы характеризуются кислой реакцией среды по всему профилю, наибольшая кислотность характерна для органогенных горизонтов ($pH_{\text{сол.}}$ 2.6-2.8), ненасыщены основаниями, отличаются высоким содержанием органического углерода в органогенных горизонтах (35-40%). По валовому химическому составу дифференцированы слабо. Максимальное накопление оксалат- и дитионитрастворимого железа фиксируется в надмерзлотных минеральных горизонтах.

Таким образом, условия почвообразования в пределах среднегорных тундровых ландшафтов северной части Приполярного Урала отличаются значительной пространственной неоднородностью и пестротой. Основной фон почвенного покрова в верхней части горно-тундрового пояса составляют подбуры иллювиально-гумусовые в сочетании с иллювиально-гумусовыми оподзоленными и глеевыми (в том числе поверхностно-глеевыми) вариантами подтипов, создающие мелкоконтурные комплексы почвенного покрова. Морфолого-генетические особенности почвообразования определяются аккумуляцией грубого гумуса и замедленной трансформацией органического вещества, активным проявлением криогенных процессов и физической дезинтеграцией породы, минералогическим составом пород, а также эколого-фитоценоотическими (ландшафтно-экологическими) условиями почвообразования. Основными почвообразовательными процессами являются: подстилкообразование, оподзоливание (Al-Fe иллювиирование), оглеение, дезинтеграция породы в мелкозем и внутрпочвенное физическое выветривание.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы президиума РАН «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики», № 09-П-4-1032 и гранта РФФИ «Почвы западного макросклона Северного, Приполярного и Полярного Урала: генезис, классификационная диагностика,

экологические функции и биосферное значение», № 11-04-00885.

ЛИТЕРАТУРА

Забоева И.В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 344 с.

Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

Русанова Г.В. Почвы границы леса и горной тундры Приполярного Урала // Почвоведение, 2001. № 4. С. 409-417.

Симонов Г.А. Почвы / Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар, 1994. С. 11-29.

Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьева. М., 2006. 400 с.

О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РОСТА СОСНЫ ПО ДИАМЕТРУ ПРИ РУБКАХ УХОДА

А.Ю. Захаров

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства

E-mail: AndreyZaharov29@yandex.ru

Исследования проводились в средней подзоне европейской тайги. Рубки ухода проведены в 15-летних насаждениях составом 6С4Б равномерно по площади различной интенсивности – от 75 до 90% по числу стволов и запасу. Густота насаждений после уходов по пробным площадям составляла 1680 (ПП 15), 1040 (ПП 16), 744 (ПП 17), 330 (ПП 18), (контроль 4550) деревьев на гектар, состав 10С. На одном участке (ПП 15) в возрасте 42 лет был проведен второй прием рубок ухода с оставлением 750 деревьев на гектар. На пробных площадях через каждые пять лет в течение 50 лет проводились повторные учеты.

Через 50 лет после рубок средняя высота древостоев по сравнению с исходной увеличилась на 18.8, 17.9, 17.4, 16.1, 15.4 м, по диаметру – на 20.4, 18.6, 21.8, 26.4, 15.2 см соответственно густоте и на контроле. Определенная особенность находится в реакции деревьев разной степени толщины на рубки ухода. Например, в насаждениях с густотой 0.7 тыс. шт./га деревья разной степени толщины, разного класса роста через 35 лет после уходов имеют приблизительно одинаковый прирост по диаметру и высоте (табл. 1).

В результате рубок ухода и последующего формирования насаждений ряды распределения деревьев претерпевают значительные изменения. В контрольном насаждении с возрастом пределы минимального и максимального относительных диаметров сближаются с 0.2-2.2 в 15 лет до 0.5-1.5 в 60. Место среднего дерева в насаждении неустойчиво, хотя с возрастом в целом имеет тенденцию к понижению. Характер распределения стволов изменяется в зависимости от густоты древостоев. Ранг среднего дерева с уменьшением густоты увеличивается. Вследствие рубок ухода концентрация деревьев в центральных ступенях толщины выше контрольной в два-три раза, ряды распределения ближе к нормальным. Сближение предельных относительных минимального и максимального диаметров происходит быстрее, чем на контроле.

На первых этапах относительный прирост средних деревьев выше прироста максимальных, а прирост минимальных – выше средних. Это обуславливает сближение предельных минимальных и максимальных редуцированных чисел и накопление деревьев в центральных ступенях толщины. В последующем относительный прирост не зависит от толщины, наблюдается постоянное фиксированное положение минимальных и максимальных редуцированных чисел. С увеличением давности рубок ухода дифференциация прироста в большей степени определяется положением деревьев в насаждении. Это проявляется в уменьшении относительного прироста у минимальных и максимальных деревьев по сравнению со средними. Происходит сдвиг ряда распределения в сторону минимальных редуцированных чисел и в целом восстановление строения насаждений с естественным ходом роста. Восстановление структуры происходит через 25-35 лет после рубок ухода. Предельные редуцированные числа совпадают с контрольными.

Повторные перечеты дают возможность проследить динамику распределения деревьев по естественным ступеням толщины в связи с давностью рубок ухода и густотой.

Через 10 лет после рубок ухода распределение деревьев примерно одинаково с вершиной в диапазоне 0.9-1.1.

Через 20 лет в результате естественного отпада число стволов сократилось. На площадях с рубками ухода изменение составило 0.6-4.0%, а на контроле сократилось на 26%. Здесь кривая еще больше растянулась и обрела две вершины, причем одна из них на ступени 0.4, а вторая – 0.6. Кривые распределения деревьев после рубок ухода стали приближаться к кривой А.В. Тюрина [1]. Наблюдается сдвиг вершины вправо, нет резкой асимметрии между левой и правой ветвями кривых.

Через 40 лет после уходов густота насаждений уменьшилась на площадях с рубками ухода на 9-17 % по сравнению с начальной, на контроле – на 69%. В контрольном насаждении

Таблица 1

Прирост по диаметру и высоте после рубок ухода

Давность рубок ухода, лет													
10		20				35				За 25 лет			
Д, см	Н, м	Д, см	Н, м	Z _д , см	Z _н , м	Д, см	Н, м	Z _д , см	Z _н , м	Д, см	Н, м	Z _д , см	Z _н , м
7.7	6.0	11.3	9.4	3.6	3.4	15.8	15.6	4.5	6.2	15.8	15.6	8.1	9.6
11.5	7.7	16.3	11.7	4.8	4.0	20.3	17.3	4.0	5.6	20.3	17.3	8.8	9.6
15.7	8.7	20.1	12.5	4.4	3.8	24.5	18.0	4.4	5.5	24.5	18.0	8.8	9.3

Таблица 2

Распределение деревьев по естественным ступеням через 50 лет после рубок ухода

Число стволов, шт./га	Естественные ступени толщины															% до среднего и после
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7		
837 (ПП 15)	2.2	1.2	3.7	5.4	9.9	16.1	22.9	20.5	13.0	5.2	–	–	–	–	49.95 50.05	
894 (ПП 16)	2.0	3.3	6.7	6.7	9.5	15.1	15.2	17.3	11.9	7.2	3.1	2.0	–	–	50.90 49.10	
596 (ПП 17)	–	–	1.3	6.7	12.0	20.0	24.7	20.1	9.5	4.7	1.1	–	–	–	52.35 47.65	
234 (ПП 18)	–	–	–	0.47	6.4	14.8	24.5	21.1	23.8	6.3	2.7	–	–	–	33.92 66.08	
1000 (К)	–	5.1	8.5	11.1	9.7	10.6	13.2	13.7	17.4	5.4	2.6	2.1	0.5	–	51.60 48.40	
По Тюрину	–	0.7	3.5	9.5	16.1	18.4	18.1	13.1	8.9	6.3	3.3	1.5	0.5	0.1	57.25 42.75	

вершина распределения находится на ступени 0.5, и кривая сильно растянута. В результате двухприемных рубок ухода наблюдается более естественное распределение деревьев, при максимальном сосредоточении в ступени 1.0, сокращением ряда распределения от 0.6 до 1.4 и числа деревьев 50% до 1.0 и 50% после. В насаждениях с густотой 0.7-1.0 тыс. шт./га распределение осталось в основном без изменений, за исключением того, что при исходной густоте 0.7 тыс. шт./га вершина сдвинулась вправо и вверх, что свидетельствует о процессе накопления крупных деревьев.

Через 50 лет (табл. 2) на контрольной площади осталось 20% от исходной густоты и в связи с интенсивной дифференциацией и конкуренцией в насаждении остались крупные деревья, и вершина сдвинулась вправо.

При густоте около 600 деревьев насаждение достигло фазы интенсивного роста, максимальное число стволов сосредоточено в ступени 1.0, наблюдается почти идеальная симметрия и кривая не растянута.

При густоте около 900 деревьев снижается количество мелких деревьев и увеличивается число крупномерных.

В целом можно отметить, что строение насаждений с рубками ухода превосходит контрольное на протяжении всего периода, а спустя

40 лет распределение деревьев лучше, чем стандартное.

Особое положение занимает насаждение с предельно-критической густотой (0.3-0.2 тыс. шт./га). Если через 10 лет после рубок число деревьев до и после ступени 1.0 было 55 и 45%, то через 50 лет – 34 и 66%.

Таким образом, рубки ухода приводят к увеличению меры крутости и сокращению растянутости рядов распределения деревьев по естественным ступеням толщины, сосредоточению наибольшего числа деревьев в ранге 1.0. Даже при высокой интенсивности рубок ухода в пределах допустимой оставляемой густоты насаждения, в силу своих природных закономерностей роста, восстанавливают свое гомеопатическое состояние.

Длительность восстановления естественного строения зависит от интенсивности рубок (густоты), классификации отбора деревьев, периодичности. Выявление закономерностей восстановления естественного ряда распределения деревьев позволяет регламентировать режим рубок ухода (метод, интенсивность, периодичность) и определить хозяйственно оптимальную густоту.

ЛИТЕРАТУРА

Тюрин А.В. Таксация леса. М.: Гослестехиздат, 1945. 376 с.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ПОИСКЕ МИКРООРГАНИЗМОВ-ДЕТОКСИКАТОРОВ ПОЛЛЮТАНТОВ

С.С. Злобин, Г.И. Березин, М.С. Жмак, Е.М. Сланикова, А.И. Фокина

Вятский государственный гуманитарный университет

E-mail: anya_var@mail.ru

Способность отдельных групп микроорганизмов к связыванию, деструкции и детоксикации различных поллютантов является теоретической основой использования их в биоремедиационных целях и, в частности, в качестве биосорбентов. Известно также, что одни из микроорганизмов обладают широким спектром действия, другие проявляют специфичность к определённому загрязнителю.

Антропогенная нагрузка на окружающую среду приводит к активной циркуляции в водных и почвенных экосистемах широкого спектра токсикантов минеральной и органической природы. Поэтому для эффективных биотехнологических методов очистки экосистем предполагается использование микроорганизмов с высокой устойчивостью к воздействию токсикантов и высокой скоростью наращивания биомассы. Перспективными объектами в этом плане считают дрожжи, плесневые грибы, псевдомонады, актиномицеты и актинобактерии, водоросли, у которых эффективность сорбции достигает 80% и более. Большим биоремедиационным потенциалом обладают и фотосинтезирующие прокариоты – цианобактерии (ЦБ) (Фокина и др., 2008).

Кроме изменений параметров роста и развития необходимо отслеживать изменение концентраций токсикантов в растворах, содержащих культуры микроорганизмов. Нужно подбирать такие методы аналитической химии, которые будут объективно показывать ситуацию, будет минимальное количество мешающих компонентов. Немаловажен тот факт, чтобы стоимость самого анализа и оборудования для него не превышала затраты на очистку тех же сточных вод для проведения быстрого и точного анализа.

Цель данной работы – изучить возможность применения методов аналитической химии при изучении количественных изменений поллютантов в растворах, содержащих культуры ЦБ *Nostoc linckia*.

Объекты и методы

Объектом исследования была ЦБ *Nostoc linckia* (Roth.) Born et Flah., штамм 271, выделенная А.Л. Ковиной (ВятГСХА) из дерново-подзолистой почвы в окрестностях г. Киров и подерживаемая в альгологически чистой культуре музея фототрофных микроорганизмов на кафедре ботаники, физиологии растений и микробиологии им. Э.А. Штиной Вятской ГСХА.

В качестве поллютантов использованы никель (Ni) в виде соли ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и нефтепродукты (НП) – смазочная охлаждающая жидкость «Ал-

тек» (этиленгликоль, пропиленгликоль, бура техническая, 3-этанолламин) в концентрациях 2 и 20 мг/л, а также их смесь. Выбор данных поллютантов обусловлен тем, что они являются одними из основных компонентов сточных вод машиностроительных предприятий, где есть гальванические цеха. В концентрации 20 мг/л они обычно поступают для внутренней очистки на предприятии.

Культуру ЦБ в контрольном и опытном вариантах выращивали на жидкой среде Громова № 6 без азота в течение двух недель в люминистате при постоянной температуре (+25 °С) и круглосуточном освещении (3000 лк). Титр ЦБ при постановке опыта составлял $7 \cdot 10^6$ клеток/мл. Подсчет численности клеток ностока проводили в камере Горяева.

Остаточное содержание Ni определяли методами инверсионного электрохимического анализа (ИЭА) и атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Выбор ИЭА обусловлен простотой анализа, его высокой чувствительностью и экономичностью (Выдра и др., 1980). Сущность метода ИЭА никеля основана на адсорбционном концентрировании диметилглиоксиматных комплексов на поверхности рабочего электрода. Аналитическим сигналом является появление пика катодного восстановления адсорбированного комплекса, положение которого характеризует данное вещество (в зависимости от условий для никеля может находиться при потенциале 1000 ± 200 мВ), а его высота пропорциональна концентрации определяемого металла в растворе (Сборник методик..., 2004). Измерения проводили на вольтамперметрическом анализаторе «Экотест-ВА» с датчиком «Модуль ЕМ-04».

Параллельно проводили измерения концентрации никеля методом ААС на спектрометре «Спектр-5». Атомно-абсорбционная спектроскопия давно себя зарекомендовала как точный и экспрессный метод. В атомно-эмиссионной спектроскопии металлические атомы возбуждаются за счет энергии пламени. При возвращении в основное состояние они излучают свет с характеристической длиной волны. Это излучение выделяется монохроматором и впоследствии измеряется его интенсивность, которая пропорциональна концентрации измеряемого элемента. В атомно-абсорбционном анализе измеряют поглощение, определяемое отношением интенсивностей излучения, прошедшего через пламя без пробы и после распыления в него исследуемого раствора (Методика..., 2007).

Определение содержания нефтепродуктов – самый спорный и незавершенный к настоящей

Таблица 1

Остаточное содержание никеля и нефтепродуктов в культуральной жидкости *N. linckia*

Вариант (по дозе вносимого токсиканта), мг/л	Методы определения		
	НП, мг/л	Ni ²⁺ , ИЭА, мг/л	Ni ²⁺ , ААС, мг/л
Контроль, 0	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Ni ²⁺ , 2		1.32 ± 0.60	1.31 ± 0.37
НП, 2	0.04 ± 0.01		
Ni ²⁺ , 2 + НП, 2	0.14 ± 0.04	1.38 ± 0.62	1.18 ± 0.33
Ni ²⁺ , 20		11.75 ± 2.29	8.23 ± 2.33
НП, 20	0.15 ± 0.04		
Ni ²⁺ , 20 + НП, 20	0.88 ± 0.22	11.13 ± 2.67	9.15 ± 2.52

Примечание: ИЭА – инверсионный электрохимический анализ; ААС – атомно-абсорбционная спектроскопия.

Таблица 2

Уровень извлечения никеля из культуральной жидкости биомассой *N. linckia*, %

Вариант (по дозе вносимого токсиканта), мг/л	Метод ИЭА	Метод ААС
Ni, 2 мг/л	34.00	34.65
Ni, 20 мг/л	41.25	58.87
(Ni+НП), 2 мг/л	31.00	41.25
(Ni+НП), 20 мг/л	44.35	54.25

му времени вопрос, так как природа соединений техногенного и природного происхождения часто очень схожа. Определение содержания нефтепродуктов основано на выделении эмульгированных и растворенных нефтяных компонентов из исследуемой среды экстракцией четыреххлористым углеродом, хроматографическом отделении углеводородов от соединений других классов в колонке с оксидом алюминия и количественном их определении по интенсивности поглощения С-Н связей метиленовых (-CH₂-) и метильных (-CH₃-) групп в инфракрасной области спектра (2930 ± 70 см⁻¹). Данный метод позволяет делать эффективную оценку нефтяного загрязнения, осуществлять непосредственный мониторинг загрязнений нефтяными углеводородами без потери каких-либо фракций. Измерение аналитического сигнала проводили на приборе «КН-2М» (Методика..., 2000).

Пробоподготовку гомогенизированной биомассы ностока осуществляли аналогично сточным водам для инверсионного анализа и очищенным сточным водам для определения нефтепродуктов.

Анализ проведен на базе научно-исследовательской экоаналитической лаборатории ВятГГУ (г. Киров).

Определение содержания Ni и НП показало, что за 14 суток экспозиции ЦБ *N. linckia* в загрязненной среде содержание токсикантов в культуральной жидкости существенно изменилось (табл. 1).

При определении содержания никеля оба метода анализа дают сопоставимые результаты, хотя метод ААС дает повышенные показатели поглощения. Некоторые расхождения в результатах можно объяснить тем, что для инверсионного определения приемлемы низкие концентрации, поэтому перед анализом исследуемые растворы были разбавлены в 250 раз. При разбавлении неизбежна ошибка анализа, чем и объясняется некоторая разница результатов анализа двумя методами. Минусом в ИЭА является достаточно длительная пробоподготовка. В ее основе лежит удаление органических веществ, обязательно присутствующих в культуральной жидкости. Результаты анализа показали, что тот и другой метод пригодны для исследований содержания никеля в культуральных жидкостях.

По полученным результатам четко прослеживается определенная тенденция в поведении ЦБ на поглощение Ni из культуральной среды – чем выше первоначальная концентрация токсиканта, тем полнее его извлечение из среды биомассой ЦБ (табл. 2).

Таким образом, уровень биосорбции токсикантов из жидкой среды ЦБ *N. linckia* может

достигать почти 60%. Учитывая, что культура ЦБ первоначально развивалась в загрязненной среде, реально предположить: уровень биосорбции может быть существенно выше, если биомассу ЦБ, выращенную без добавления токсикантов, использовать как фильтр, пропуская через нее загрязненную жидкость.

Если говорить об определении нефтепродуктов, то этот анализ требует тщательной продуманности, ведь и сами ЦБ выделяют вещества, схожие по строению с углеводородами нефтепродуктов. Необходимо проводить анализ не только в вариантах, где были токсиканты, но и в контроле.

ЛИТЕРАТУРА

- Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э. Инверсионная вольтамперометрия. М.: Мир, 1980. 278с.
- Сборник методик измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М.: ООО «Эконикс-Эксперт», 2004. 61 с.
- Методика измерения массовой доли нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом ИК-спектроскопии. Количественный химический анализ почв. ПНД Ф 14.1:2.4.168.2000. 22 с.
- Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах природных, питьевых и сточных вод атомно-абсорбционным методом. ФР.1.31. 2007. 03683. М., 2007. 13 с.
- Фокина А.И., Домрачева Л.И., Широких И.Г., Кондакова Л.В., Огородникова С.Ю. Микробная детоксикация тяжелых металлов (обзор) // Теор. и прикл. экол., 2008. № 1. С. 4-11.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БЕРЕЗ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

М.О. Иноземцева

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН
E-mail: inomaria@mail.ru

Изучение физиолого-биохимических аспектов повреждения и адаптаций в экстремальных условиях является одним из наиболее интересных и важных направлений современной физиологии растений. До настоящего времени в литературе отсутствует единая система представлений об адаптивных реакциях растительного организма в экстремальных условиях. Согласно классической теории Н.П. Кренке (1940) и развиваемым в настоящее время представлениям (Жиров и др., 2001), универсальной основой модификаций всех биологических структур является их возрастной статус или физиологический возраст. Приложением теории Кренке являются представление о зимнем покое и его связи с осенним старением листьев.

Зимний покой древесных и кустарниковых растений является основной функцией, обеспечивающей их устойчивость к низким температурам в холодное время года (Туманов, 1979). В связи с этим логично предположить, что массовое повреждение растительности в зонах техногенного загрязнения может быть следствием не только прямого, но и опосредованного через нарушение зимнего покоя действия токсических отходов. Одним из наиболее репрезентативных районов для изучения данного вопроса является центральная промышленно развитая часть Мурманской области, где находится одно из крупнейших в стране медно-никелевых производств – ОАО «Североникель».

Экстремальные климатические условия и наличие хорошо выраженных пространственных градиентов антропогенного воздействия предоставляют широкие возможности для изучения всего спектра реакций растительности от необратимых повреждений до различных адаптационных модификаций.

В связи с этим цель исследований – изучить изменчивость состояния глубокого покоя растений берез в условиях техногенного загрязнения в связи с вариациями физиологического возраста. У берез в градиенте техногенного загрязнения были исследованы вариабельность зимнего покоя почек, физиологического возраста и взаимоотношения функций старения и зимнего покоя.

Эксперименты проводились с января по апрель 2010 г. на шести пробных площадках, расположенных в 2, 5, 7, 15, 24 и 29 км к югу от ОАО «Североникель», вблизи автомагистрали Мурманск–Санкт-Петербург. В работе также использовались первичные материалы, собранные в 1994 г. на указанных площадках, и, кроме того, в 11 и 19 км от комбината в том же направлении.

Для морфофизиологических исследований использовали 20-30-летние гибридные формы *Betula pendula* и *Betula pubescense*, величины гибридных индексов (ГИ) которых варьировали в пределах 19-38 по шкале G. Natho (1959). В качестве материала отбирались однолетние и укороченные побеги средней и верхней части кроны с трех деревьев на каждой экспериментальной площадке.

В ходе работы определялись морфометрические параметры побегов, визуальная оценка осеннего старения листьев, глубина зимнего покоя.

Полученные данные подвергались математической обработке с помощью двух методов: так называемой манхэттенской метрике и метода ранжирования данных и вычисления коэффициента корреляции Спирмена.

Рисунок 1 отражает изменчивость покоя и старения листьев у берез с ГИ-32-33 в градиенте промышленного загрязнения. Как видно, при среднем и умеренном загрязнении (11-24 км) активность осеннего старения листьев положительно связана с глубиной зимнего покоя, но при более высоких уровнях загрязнения эта связь нарушается. Посредством манхэттенской метрики была вычислена величина этой связи, равная 29%.

При исследовании связи покоя и старения листьев у берез с вариабельностью ГИ от 21 до 45 с помощью вычисления коэффициента корреляции Спирмена выяснилось, что при отрицательном значении связь покоя и старения положительная. На 5 и 7 км отмечается обратная зависимость. При коэффициенте, равном 0, выявленном на 15 км, эта связь отсутствует (рис. 2).

Для более детального изучения связи между покоем и старением представляло интерес ис-

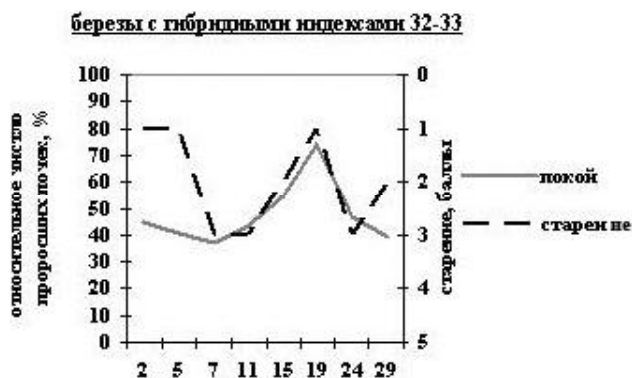


Рис. 1. Зависимость состояния покоя и осеннего старения листьев берез с величиной гибридных индексов 32-33 от техногенной нагрузки.



Рис. 2. Связь осеннего старения листьев с глубиной зимнего покоя у берез различной систематической принадлежности (ГИ 21-45) в градиенте техногенного загрязнения.

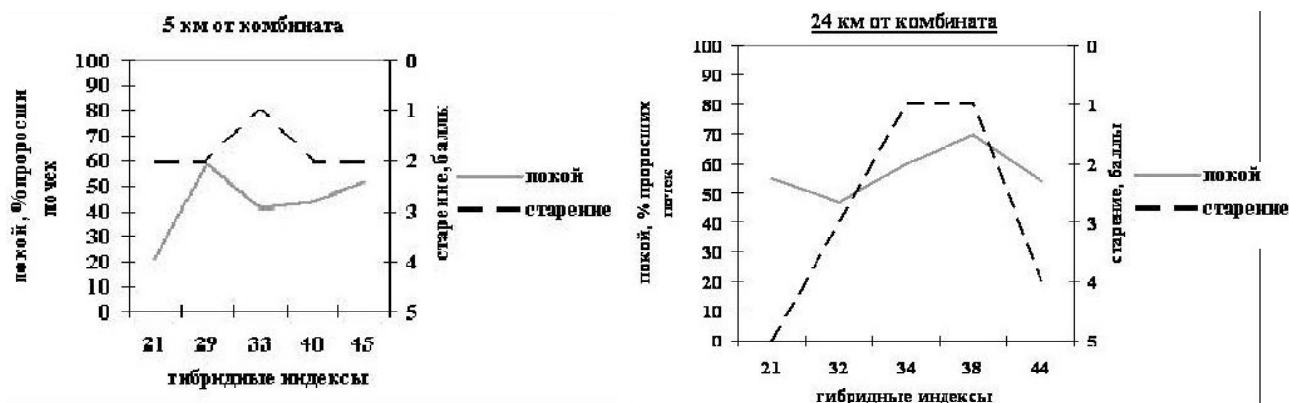


Рис. 3. Зависимость состояния зимнего покоя и осеннего старения листьев от величины ГИ на пяти- и 24-километровом расстоянии от ОАО «Североникель».

следовать две существенно различающиеся по загрязнению площадки 5 и 24 км. Посредством манхэттенской метрики было выявлено, что на большем удалении от комбината связь осеннего старения и покоя выражена слабее (рис. 3).



Рис. 4. Связь осеннего старения листьев с глубиной зимнего покоя берез в зависимости от систематической принадлежности (ГИ 21-45) на 5- и 24-км удалении от ОАО «Североникель».

Кроме того, была исследована взаимозависимость глубины зимнего покоя и размеров побегов. Изменчивость размеров однолетних и укороченных побегов средней и верхней частей кроны в зависимости от удаления до источника загрязнения показана рис. 4. Посредством манхэттенской метрики была выявлена величина связи покоя и размеров побегов. В целом можно отметить, что у всех объектов, кроме укороченных побегов средней части кроны, к весне наблюдалось нарушение этой связи. В случае укороченных побегов средней части кроны наблюдается противоположная зависимость усиления связи между покоем и старением.

Выводы:

1. Растения древовидных берез с вариабельностью ГИ (32-33) имеют типичное развитие процесса формирования зимостойкости.
2. При относительно высоких уровнях техногенного воздействия у берез существует аль-

тернативный механизм, относящийся к адаптивной стратегии активного типа.

3. В целом активность роста у исследованных берез в условиях техногенного загрязнения отрицательно связана с глубиной их зимнего покоя. Эта связь выражена сильнее в физиологически более ювенильных метамерах верхней части кроны дерева, но возрастная дифференцированность однолетних и укороченных побегов здесь отсутствует.

4. Альтернативный механизм зимостойкости свойственен растениям среднего и пониженно-го физиологического возраста.

ЛИТЕРАТУРА

- Жиров В.К.* и др. Адаптации и возрастная изменчивость растений на Севере. Апатиты: КНЦ РАН, 2001. Ч. 1, 2. 355 с.
- Ермаков В.Н.* Механизмы адаптации березы к условиям Севера. Л.: Наука. 1986. 144 с.
- Кренке Н.П.* Теория циклического старения и омоложения растений и ее практическое применение. М.: Сельхозгиз, 1940. 136 с.
- Туманов И.И.* Физиология закаливания и морозостойкости растений. М.: Наука, 1979. 350 с.
- Natho G.* Variationsbreite und Bestradbildung bei Mitteleuropaischen Birkensipen // Feddes Rep. Spec. Nov. Regni veget, 1959. Bd. 61. N. 3. P. 211-273.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Д.А. Каверин, Г.Г. Мажитова, А.В. Пастухов
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: dkav@mail.ru

В настоящее время в связи с глобальным изменением климата изучение мерзлотных почв выходит на первый план, и наиболее актуальным объектом исследований становятся «высокотемпературные» мерзлотные почвы и грунты на европейском Северо-Востоке. В регионе среднегодовая температура мерзлоты составляет 0...–2 °С, и уже в настоящее время заметны признаки ее деградации.

Исследования почв проводились в зоне распространения островной и массивно-островной многолетней мерзлоты (Геокриологическая карта..., 1998). Участки исследований находятся в пределах переходных зон со сложными растительно-почвенными и мерзлотными комплексами, которые в настоящее время наиболее чувствительны к изменению климата. Кроме того, в регионе распространены большие и протяженные древние торфяные плато и термокарстовые комплексы, где широко распространены сухоторфяные мерзлотные почвы, содержащие большие запасы почвенного углерода, который будет оказывать значительное влияние на баланс парниковых газов в атмосфере при потеплении климата и таянии мерзлоты.

Методы исследований

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН проводит многолетние измерения температурного режима минеральных и органических тундровых почв европейского Северо-Востока на площадке почвенно-мерзлотного мониторинга CALM (с 1996 г.) и ключевых участках Carbo-North (с 2007 г.). Измерения почвенных температур проводились с помощью цифровых логгеров НОВО, запрограммированных на восемь измерений в сутки. Логгеры установлены на глубины 0, 20, 50 и 100 (120) см. На площадке почвенно-мерзлотного мониторинга с 1996 г. измеряется глубина протайки и просадка поверхности почвы. Для этих целей используется градуированный металлический зонд и оптический нивелир.

Динамика поверхности почвы и глубины протайки

С 1997 г. зафиксировано постепенное повышение мощности сезонно-талого слоя на площадке почвенно-мерзлотного мониторинга. Средняя глубина протайки в конце вегетационного сезона 2010 г. составила 89 см (табл. 1), что на 22 см больше по сравнению с 1996 г. (начало мониторинга). Увеличение сезонно-талого слоя сопровождалось осадкой поверхности, в основном пропорциональной мощности оттаявшего слоя мерзлоты. Дифференцированный в пространстве характер осадки в течение нескольких лет привел к изменениям рельефа поверхности площадки.

Изменение глубины протайки четко коррелирует с межгодовой изменчивостью сумм положительных температур (табл. 1). Анализ трендов изменения сумм положительных температур показал несогласованность с популярной в регионе концепцией о полувековых климатических циклах, когда 25-летний период потепления сменяется похолоданием. В 1970-1995 гг. происходит постепенный рост суммы активных температур воздуха, но и с 1996 г. положительный тренд продолжает прослеживаться. Согласно прогнозам, данная тенденция может сохраниться, что приведет к дальнейшему увеличению сезонно-талого слоя и деградации многолетнемерзлых толщ в регионе.

Динамика протайки на двух других участках мониторинга мерзлотных почв в регионе также показывает положительные тренды увеличения глубины СТС (данные Г.Г. Малковой и Д.Г. Замолодчикова).

Температурный режим мерзлотных почв

Данные 15-летнего температурного мониторинга мерзлотной почвы показали постепенное увеличение температур почвы (табл. 2).

Необходимо отметить, что начиная с 2006 г. в торфяно-глеевой мерзлотной почве фиксируются положительные среднегодовые температуры на глубине 0-50 см, на фоне отрицательных в

Таблица 1

Максимальная глубина протайки и изменение поверхности площадки почвенно-мерзлотного мониторинга (данные средние по площадке), суммы положительных температур воздуха

Показатель	Год															
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Протайка, см	67	62	63	64	69	73	76	77	78	81	84	89	87	86	89	
Просадка (-)/пучение (+), см					-4	0	0	-1	-7	-4	-1	2	-5	5	4	
Суммы положительных температур воздуха, °С	815	777	998	808	1084	1137	863	1179	1115	939	1137	1159	1126	996	1040	

Среднегодовые температуры торфяно-глеевой мерзлотной почвы (°С)
на площадке почвенно-мерзлотного мониторинга

Глубина, см/год	Среднегодовые температуры почвы										
	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10
0		-1.1				0.1	-1.8	1.2			0.2
20		-1.9		-1.9			-0.4	0.4	1.1		0
50	-1.9	-1.8	-1.8	-0.7	-0.9	-0.5			0.9	-0.6	-0.3

нижних многолетнемерзлых горизонтах (табл. 2). Это является достаточно необычным фактом для мерзлотных почв региона, характеризующихся преимущественно отрицательными среднегодовыми температурами. Тем не менее, данное явление (temperature offset) является одним из сигналов оттайки многолетней мерзлоты в пределах почвенного профиля (Burn, 2004).

Тундровые мерзлотные почвы региона обычно характеризуются постепенным зимним промерзанием, скорость которого зависит от холодности начального этапа зимы. Сезонное промерзание в верхней части всех типов тундровых почв начинается в октябре-ноябре, при этом промерзание происходит преимущественно с поверхности. Нижние горизонты (глубина 50-80 см) мерзлотных почв промерзают более длительное время, в октябре-декабре здесь часто формируются так называемые «нулевые завесы» с субположительными температурами (0...+0.10 °С), постепенно сменяющиеся суботрицательными (0...-0.10 °С). «Нулевые завесы» фиксируются как в органомных, так и в минеральных почвах. Продолжительность их существования в зимнее время увеличивается с глубиной, что связывается с постепенным затуханием волны холода, поступающей с поверхности.

Исследование температурного режима криометаморфических горизонтов показало, что продолжительность периода «нулевых завес» в них составляет около 1.5-2.0 месяцев. Среднегодовая температура торфяно-глеевой почвы площадки мерзлотного мониторинга на глубине 50 см (CRM горизонт) с 1996 г. варьировала в диапазоне +0.9...-1.9 °С. При этом минимальные температуры зимой -1...-3 °С, т.е. значительного охлаждения здесь не наблюдалось.

Исследователями отмечается, что наиболее холодными в регионе являются торфяные почвы (Мухин, 1960; Мажитова, 2008 и др.). Мощность термоизоляционного торфяного горизонта в мерзлотных почвах обычно определяет глубину сезонной протайки (Мажитова, Каверин, 2007), соответственно наиболее близкое залегание кровли мерзлоты наблюдается в сухоторфяных мерзлотных почвах. Несомненно, что близкое залегание многолетней мерзлоты в сухоторфяных почвах (40-50 см) оказывает охлаждающее влияние на сезонно-талую часть профиля. Однако основным фактором, определяющим зимние и среднегодовые температуры почвы, является мощность снежного покрова, которая определяет приток холода зимой. Поэто-

му наиболее низкие среднегодовые температуры -3...-4 °С были выявлены в почвах, формирующихся на поверхности бугристых торфяников, с которых снег зимой почти выдувается и почвы сильно выхолаживаются (табл. 1).

Сезонные амплитуды колебаний температур с глубиной постепенно сглаживаются. Надмерзлотные горизонты еще сильно подвержены сезонной динамике (амплитуда до 15 °С преимущественно в отрицательном диапазоне), при этом максимальные температуры не превышают субположительных значений. Диапазон колебаний температур в верхних горизонтах многолетней мерзлоты, подстилающих сезонно-мерзлый слой также зависит от ландшафтного положения профиля и мощности снега зимой. Наибольшие амплитуды в верхнем слое мерзлоты (до 15 °С) фиксируются в торфяных почвах торфяных бугристых болот. Сезонные колебания температур в верхней толще многолетней мерзлоты выражены до глубины нулевых колебаний температуры (более 10 м). Среднегодовые температуры многолетнемерзлой толщи на глубине 10 м (уровень нулевых колебаний температуры) приблизительно одинаковы и по данным бурения составляют около -10...-20 °С.

Оттайка поверхностных горизонтов (0-20 см) мерзлотных почв начинается в конце мая-начале июня. Максимальные температуры на поверхности почвы (+15...+25 °С) фиксируются в июле, что напрямую зависит от температуры воздуха. На глубине 20 см максимумы температур (+5...+13 °С) наблюдаются обычно в августе и зависят от глубины подстилания многолетней мерзлотой. На глубине 50 см самый теплый период приходится на сентябрь, при этом максимум температуры варьирует от суботрицательных значений (в случае многолетнемерзлых горизонтов) до +1...+3 °С в талых.

Итак, потепление в европейской Субарктике фиксируется положительными трендами температуры воздуха и почв, что способствует деградации верхних горизонтов нестабильной «теплой» многолетней мерзлоты в регионе.

Тем не менее глубина протайки чутко реагирует на термические параметры определенного года, холодность последних лет привела к некоторому уменьшению глубины протайки в 2008-2009 гг. в регионе.

Исследуемые мерзлотные почвы отличаются преимущественно по зимнему термическому режиму. При этом мощность снега, зависящая от положения в ландшафте, является одним из ос-

новых факторов, определяющих динамику температур в деятельном и верхнем слое мерзлоты.

Длительное существование нулевых завес в средней части профиля не приводит к активной сегрегации льда и шширообразованию в крио-метаморфическом горизонте.

ЛИТЕРАТУРА

Геокриологическая карта СССР. Лист 6. Масштаб 1:2 500 000. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1996.

Мажитова Г.Г. Температурные режимы почв в зоне не сплошной многолетней мерзлоты европейского северо-востока России // Почвоведение, 2008. № 1. С. 20-27.

Мажитова Г.Г., Каверин Д.А. Динамика глубины сезонного протаивания и осадки поверхности почвы на площадке циркумполярного мониторинга деятельного слоя (САЛМ) в европейской части России // Криосфера Земли, 2007. Т. XI. № 4. С. 20-30.

Мухин Н.И. Многолетнемерзлая толща пород Усинского и Сейдинского угольных месторождений Печорского бассейна // Тр. Сев. отд. Ин-та мерзловедения, 1960. Вып. 1.

Burn C.R. The Thermal Regime of Cryosols / Ed. J. Kimble, Cryosols (Permafrost-Affected Soils). Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 2004. P. 391-414.

ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЕРРИТОРИИ КОРОВИНСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАЛОЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА)

В.Л. Качинский, Д.Н. Костюк

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

E-mail: buon2007@mail.ru

В связи с проблемами разработки месторождений полезных ископаемых вблизи территорий природоохранного значения (заповедники, национальные парки, заказники и т.д.) проведение эколого-географических исследований в этих районах становится актуальной задачей, поскольку добыча сырья может повлечь за собой негативное воздействие на ценные в природном и культурно-историческом отношении ландшафты. Экологический контроль и мониторинг природоохраненных территорий позволяют оценивать степень воздействия техногенеза и обеспечивать устойчивость природных экосистем, предотвращение необратимых «результатов» воздействий.

Особенно широко вблизи природоохраненных территорий в последнее время стала проявлять себя нефтегазодобывающая отрасль: от Астраханского биосферного заповедника до республики Коми, Крайнего Севера и Дальнего Востока.

В этой связи цель исследования – оценка экологического состояния почв и почвенного покрова территории Коровинского газоконденсатного месторождения, расположенного в Малоземельской тундре (Ненецкий автономный округ), в Ненецком природном заказнике федерального значения. На северо-востоке территория месторождения граничит с Ненецким государственным природным заповедником, с юга она омывается Коровинской губой, акватория которой также принадлежит заповеднику. Изучаемое месторождение относится к Тимано-Печорской нефтегазовой провинции.

На территории Коровинского газоконденсатного месторождения было пробурено 28 скважин разного назначения: одна структурная, 11 поисковых, 16 разведочных. Они были законсервированы 20-25 лет назад. Две скважины экс-

плуатировались для добычи газоконденсата в течение двух лет после их создания. Остальные скважины были законсервированы сразу после завершения работ. Почти на всех скважинах Коровинского месторождения отсекающие мошты установлены без перекрытия продуктивных пластов, что при низком качестве цементирования обсадных колонн не предотвращает межпластовых перетоков и газопроявлений на устье. Именно поэтому большая часть скважин Коровинского месторождения отнесена к категории экологически опасных. Кроме того, в составе природного газоконденсата содержится сероводород в значительных количествах (Разработка комплекса..., 2009).

В ходе полевых работ были исследованы фоновая луговая почвенная катена и четыре катены техногенно-трансформированных почв, приуроченных непосредственно к участкам скважин (луговая, болотно-луговая, лугово-болотная и болотная катены), а также было проведено два площадных опробования почв для выявления возможных ареалов загрязнения. В настоящее время в почвах техногенно-трансформированных катен выражены различные типы техногенного воздействия: засыпка песчаным субстратом, турбационные нарушения, техногенные переваемые пески, пропитка почвы горючими смазочными материалами и др. Всего морфологически было описано около 20 почвенных разрезов и отобрано около 170 образцов почв. Практически впервые в образцах определялось содержание 13 полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) методом спектроскопии Шпольского (Алексеева, Теплицкая, 1981). Содержание органического углерода определялось по Орлову и Гриндель в модификации Никитина, значения рН на рН-метре Нана (Орлов, Гри-

шина, 1981). Также было определено содержание нефтепродуктов (Методика выполнения..., 1998).

Изучаемая территория относится к подзоне южной тундры и характеризуется возвышенным рельефом и хорошо выраженными долинами мелких водотоков, многочисленными термокарстовыми озерами и болотами (Дедов, 2006). Почвообразующими породами являются флювиогляциальные пески и моренные суглинки. На прибрежных территориях Коровинской губы распространены морские глины. Абсолютные высоты варьируют от 0 до 132 м. На данной территории развиты криогенные процессы, солифлюкция и дефляция. Почвенный покров характеризуется комплексностью. Многолетняя мерзлота в почвенном профиле фиксируется на глубинах 50-60 см.

Наиболее распространенной растительной ассоциацией в пределах фоновой луговой катены является ивняково-ерниковая шикшевая лишайниково-зеленомошная. В долинах мелких водотоков и вблизи озер произрастают ива фиалколистная, и. мохнатая и и. сизая. В пределах техногенно-трансформированных катен существенно уменьшается величина проективно-покрытия, и начинают преобладать хвощево-осоковые и разнотравно-злаковые растительные ассоциации.

Для почв фоновой луговой катены, представленной торфянистыми подбурами транзитных ландшафтов и органогенными почвами автономного и супераквального ландшафтов, характерны торфонакопление, оглеение, криогенез и крип. Гранулометрический состав почв изменяется в латеральном направлении от песчаного до среднесуглинистого. Почвы фоновой катены характеризуются более низким содержанием органического углерода по сравнению с техногенными. В целом распределение органического углерода в радиальном направлении характеризуется аккумулятивным типом. Его содержание изменяется от 8.9 до 2.5% в торфянистых горизонтах почв до 1.3-0.07% в минеральных горизонтах. Для срединных горизонтов почв автономного и транзитного ландшафтов характерно увеличение содержания органического углерода в два-три раза по сравнению с поверхностными и глубинными горизонтами почв, что связано с «затаскиванием» гумусовых веществ в нижние минеральные горизонты при перемешивании почвенного субстрата (Дедов, 2006). В латеральном направлении реакция среды изменяется от слабокислой и кислой (рН 5.0-6.2) в почве автономного ландшафта до кислой и сильнокислой (3.0-5.2) в почве транзитного ландшафта. Наиболее низкими значениями этого показателя в радиальном направлении характеризуются поверхностные торфянистые горизонты (3.0-5.0). Нефтепродукты содержатся в очень незначительных количествах: в почвах катены их количество не превышает 18 мг/кг, при этом

наиболее низкими показателями отличается почва автономного ландшафта (меньше 5 мг/кг). В почвах фоновой катены выявлена определенная ассоциация ПАУ: нафталин с гомологами, пирен и флуорен в следовых количествах. Подобная ассоциация ПАУ была обнаружена в фоновых почвах Норского заповедника (Цибарт, Геннадиев, 2009).

В пределах автономной позиции лугово-болотной техногенно-трансформированной катены поверхность почв была засыпана песчаным субстратом, о чем свидетельствует перемешанность почвы, резкое изменение гранулометрического состава и низкие содержания органического углерода и ПАУ по почвенному профилю. Мощность этого техногенного слоя составляет около 50 см. В радиальном направлении содержание органического углерода не имеет четко выраженного тренда: его значения находятся в пределах 1.6-0.1%. Реакция среды кислая, рН 5.2-5.6. В ходе аналитических работ в образцах из этого разреза было обнаружено повышенное содержание легких нефтепродуктов: оно изменяется от 90 мг/кг в верхнем техногенно-турбированном горизонте до 1400 мг/кг в почвообразующей породе. В самом нижнем почвенном горизонте значение этого показателя резко падает до 380 мг/кг. Повышенные содержания легких нефтепродуктов могут быть связаны с их поступлением из-за разгерметизации исследуемой скважины в результате коррозии ее цементной колонны сероводородом, содержащимся в газоконденсате. Полиарены содержатся в малых количествах: их сумма по почвенному профилю изменяется от 2 до 15 нг/г, большую часть которых составляют легкие углеводороды – нафталины и флуорен, на их долю приходится от 55 до 95% от суммы ПАУ. Пирены и тетрафен содержатся в следовых количествах около – 1.0-0.1 нг/г. Флуорен и пирен с гомологами присутствуют по всему профилю, в то время как нафталины идентифицированы только на определенных глубинах – 3-20, 23-30, 47-60 см. Такие низкие значения содержания ПАУ в этой почве свидетельствуют об отсутствии ее загрязнения.

На расстоянии 30 м от скважины в дерново-глеевой почве транзитной катенарной позиции лугово-болотной катены содержание органического углерода увеличивается с глубиной от 2.4 (0-6 см) до 6.4% (40-72 см). Реакция среды изменяется в радиальном направлении от нейтральной (7.3-7.0) до кислой – 5.4. Содержание нефтепродуктов по почвенному профилю изменяется следующим образом: 135 мг/кг – дернина, 65 мг/кг – техногенный горизонт, 600 мг/кг – глеевый гумусово-аккумулятивный горизонт, 12 мг/кг – органогенная почвообразующая порода. Люминесцентно-битумологический анализ показал, что обнаруженные нефтепродукты относятся к «типу масел», сохранившихся здесь с начала периода консервации изучаемого ме-

сторождения. В горизонте дернины (0-6 см) отмечено максимальное разнообразие ПАУ. Здесь сумма ПАУ в гумусово-аккумулятивном оглеенном горизонте характеризуется средней величиной (22-42 см) – 270 нг/г, что в два раза больше, чем в поверхностном горизонте дернины и в три раза больше, чем в вышележащем перегнойном горизонте. Наиболее существенный вклад в сумму полиаренов в поверхностном горизонте вносят нафталины (80 нг/г) и фенантрен (22 нг/г), суммарное относительное содержание которых равно 73%. Также в малых количествах присутствуют 1,12-бензперилен, тетрафен, пирен и хризен; содержание каждого из этих углеводородов находится в пределах от 7 до 9 нг/г. В следовых количествах были обнаружены 3,4-бензпирен, 1,2-бензпирен и антрацен. Повышенные содержания органического вещества и наличие здесь 5-6-ядерных ПАУ, нейтральная реакция среды, обнаруженные более «тяжелые» нефтепродукты по сравнению с почвами остальной части катены обусловлены накоплением в верхнем горизонте битуминозного вещества (Sharma и др., 2002). Его наличие, вероятно, связано с буровыми растворами, химическими реагентами и водонефтяной эмульсией, которые использовались как смазочный материал при бурении скважины (Пиковский, 1993). Согласно данным исследований А.Н. Геннадиева с соавт. (1996), хризен, 1,12-бензперилен и гомологи нафталина характерны для нефтей различных месторождений СССР. В поверхностном горизонте дернины нафталины составляют 58% от суммы ПАУ, в перегнойном горизонте – 94, гумусово-аккумулятивном оглеенном горизонте – 100%.

В глеевом горизонте почвы супераквальной катенарной позиции лугово-болотной катены, находящейся на расстоянии 50-60 м от скважины, содержание органического углерода достигает 1.8%; рН – 6.5; содержание нефтепродуктов максимально для почв всей катены – 3300 мг/г. Здесь было обнаружено очень высокое и максимальное содержание ПАУ во всей почвенной катене (около 3000 нг/кг). Нафталины составляли 99% от суммы полиаренов; голядерный пирен – менее 1%. Присутствие нафталинов и нефтепродуктов «типа масел» в очень высоких количествах, по-видимому, вызвано сильным загрязнением при разливах топлива бурового комплекса и низкой микробиологической активностью почв в этих условиях (Amellal et al., 2001).

В пределах изученных болотно-луговой и лугово-болотной техногенно-трансформированных катен был выявлен запах сероводорода, предположительно, связанный с разгерметизацией скважин. В радиусе 50 м от лугово-болотной катены прослеживаются остаточные техноген-

ные ореолы загрязнения: значения рН составляют 7.4-6.6, что практически на две-три единицы превышает соответствующие значения в фоновых почвах. Это может быть вызвано влиянием пластовых минерализованных вод, поступивших при бурении скважины (Пиковский, 1992). Содержание нефтепродуктов в почвах в пределах этих ореолов превышает на два-три порядка фоновые значения. В зонах повышенной антропогенной нагрузки на почву происходило подтаивание многолетней мерзлоты и усиливались дефляционные процессы (в случае песчаных субстратов), что привело к заболачиванию и трансформации почвенного покрова данных территорий. Так, ареалы перевеваемых песков в почвенном покрове исследуемого месторождения имеют размеры от 2-3 м в диаметре до 50×250 м, образуя даже техногенные пустышные ландшафты. Более 300 га на территории месторождения нарушено транспортными проездами, которые не восстановились до сих пор. Общая площадь нарушений свыше 2% от территории лицензионного участка (Разработка комплекса..., 2009).

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеева Т.А., Теплицкая Т.А. Спектрофлуориметрические методы анализа ароматических углеводородов в природных и техногенных средах. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 216 с.
- Дедов А.А. Растительность Малоземельской и Тиманской тундр. Сыктывкар, 2006. 160 с.
- Геохимия полициклических и ароматических углеводородов в горных породах и почвах // Под ред. А.Н. Геннадиева и Ю.И. Пиковского. М.: Изд-во МГУ, 1996. 192 с.
- Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флуорат-02». ПНД Ф 16.1.21-98.
- Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1981. 272 с.
- Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1993. 208 с.
- Разработка комплекса экологических мероприятий, направленных на сохранение объектов животного и растительного мира при производстве работ. Отчет ВНИГРИ, 2009. 229 с.
- Цибарт А.С., Геннадиев А.Н. Направленность изменения лесных почв Приамурья под воздействием пирогенного фактора // Вестн. МГУ, Сер. Географ., 2009. № 3. 66-74.
- Amellal N., Portal J.-M., Vogel T., Berthelin J. Distribution and location of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and PAH-degrading bacteria within polluted soil aggregates // Biodegradation, 2001. Vol. 12. P. 49-57.
- Sharma V., Hicks S., Rivera W., Vazquez F. Characterization and degradation of petroleum hydrocarbons following an oil spill into coastal environment of south Texas, U.S.A. // Water, Air and Soil Pollution, 2002. Vol. 134/ P. 111-127.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ГЕРПЕТОБИОНТОВ (CARABIDAE, STAPHYLINIDAE) В ХВОЙНЫХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Т.Н. Конакова, А.А. Колесникова
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: konakova@ib.komisc.ru

Подзона средней тайги занимает более 1/3 всей территории Республики Коми, простирается к северу примерно до 63°20' с.ш. Основные площади покрыты еловыми лесами. Второе место после ельников в подзоне средней тайги занимают сосновые леса (Леса Республики Коми, 1999). Наши исследования проводились в трех административных районах республики: Сыктывдинский, Усть-Вымский, Княжпогостский.

Жужелицы и стафилиниды – многочисленны, широко распространенные группы герпетобионтных насекомых. Эти жуки населяют все природные зоны и отличаются высоким видовым разнообразием. В настоящее время в Республике Коми зарегистрировано около 300 видов карабид (Ужакина, Долгин, 2007) и 350 видов коротконадкрылых жуков (Колесникова, 2005). Жужелицы и стафилиниды являются одними из наиболее представленных семейств в фауне жесткокрылых региона. Состав населения жуков не постояен, существенно меняется по срокам отбора и зависит от климатических и биотопических условий. Цель наших исследований – выявление разнообразия и структуры населения герпетобионтных жесткокрылых в хвойных лесах средней тайги Республики Коми по градиентам влажности и промышленного загрязнения. Для сбора материала применяли стандартные методы почвенно-зоологических исследований (Методы исследования..., 2003).

С учетом градиента влажности было заложено два экологических профиля. Первый профиль представлен сосняками лишайникового (С1 – зрелый лес, С2 – молодое насаждение), лишайниково-зеленомошного (С3) и багульниково-сфагнового (С4) типов. Сосновые леса расположены на территории комплексного заказника «Белый» (Усть-Вымский район Республики Коми). Второй – ельниками черничного (Е3), чернично-зеленомошного (Е4) и сфагнового (Е5) типов. Исследуемые ельники (Е2, Е3) расположены на территории лесного заказника «Ляльский» (Княжпогостский р-н Республики Коми). Исследования проводили в летне-осенний период 2008-2010 гг.

В результате проведенных исследований на территории заказника «Белый» в сосновых лесах было собрано 338 экземпляров герпетобионтных жесткокрылых, из которых 11 видов приходится на долю жужелиц и 26 – стафилинид. Наибольшее количество видов жужелиц (9) зарегистрировано в молодом сосново-лишайниковом насаждении (С2), а наибольшее число

видов стафилинид (14) зарегистрировано в сосняке лишайниково-зеленомошном (С3). В рассмотренных сосновых лесах среди жужелиц абсолютным доминантом является *Calathus micropterus* (Duftschmid, 1812) – циркумарктобореальный вид, предпочитающий леса с хорошо развитым моховым покровом и доминирующий в группировках жужелиц среднетаежных хвойных лесов (Конакова и др., 2010). К доминантным видам стафилинид относятся *Drusilla canaliculata* (Fabricius, 1787) и лесной вид *Quedius boopoides* (Munster, 1923). *D. canaliculata* – трансевразиатский борео-монтанный вид, встречающийся практически во всех умеренно увлажненных местообитаниях. Населяет еловые, березовые и елово-березовые леса, один из преобладающих видов в сосновых лесах (Колесникова, 2005). В ельниках было отобрано 411 экз. жуков и зарегистрировано восемь видов карабид и 26 – стафилинид. Часто в подстилке ельников встречаются *Pterostichus oblongopuctatus* (Fabricius, 1787) – транспалеарктический неморальный вид и *C. micropterus*. Среди сем. Staphylinidae абсолютным доминантом являются лесной вид *Zyras humeralis* (Gravenhorst, 1802). В целом с ростом степени увлажнения характерно увеличение обилия стафилинид и соответственно снижение относительного обилия жужелиц. Анализ видовой структуры населения герпетобионтов показал, что с увеличением влажности подстилки в сосновых лесах снижаются показатели разнообразия и видового богатства, а индекс доминирования возрастает. В еловых лесах отмечена обратная тенденция.

Большинство зарегистрированных жуков по биотопической приуроченности – лесные виды. Также встречаются представители лугово-лесной, эвритопной и лесо-болотной и других групп. Анализ экологической структуры населения герпетобионтов выявил, что с увеличением степени увлажнения изменяется соотношение экологических групп. Так, на долю лесной группы в сосняке лишайниково-зеленомошном приходится до 80% видового состава, тогда как в сосняке багульниково-сфагновом – от 40 до 50%. При этом увеличивается доля эвритопной и лугово-лесной групп. В ельнике сфагновом по сравнению с ельником черничным также наблюдается увеличение доли лугово-лесной и лесо-болотной групп. В спектре жизненных форм герпетобионтов хвойных лесов преобладают подстилочные виды, а также высока доля поверхностно-подстилочных форм. С увеличением степени увлажнения возрастает доля эпигеобионтов хо-

дящих, которые являются крупными формами жуков, обладающими высокой активностью.

В градиенте промышленного загрязнения также были изучены сосновые и еловые леса черничного ряда, расположенные в районе воздействия выбросов ОАО «Монди ЛПК». Сыктывкарский лесопромышленный комплекс – крупнейшее предприятие целлюлозно-бумажного производства в европейской части России. В состав выбросов предприятия входят оксиды серы и азота, органические серосодержащие соединения, сероводород, сернистый ангидрид, минеральная пыль, содержащая карбонаты и сульфиды кальция и натрия. В 2003-2006, 2008-2010 гг. исследования проводили в ельниках черничных, расположенных к северо-западу от предприятия на расстоянии 3.5 (E1), 4.3 (E2), 10.0 (E3), 50.0 (E4) км. В 2007-2010 гг. были исследованы сосняки черничные, расположенные на разном удалении от предприятия: 1.3 (C8), 5.0 (C7), 6.5 (C6), 49.0 (C5) км. Участок C8 представлен сосняком разнотравным (производный от сосняка черничного) (Торлопова, Робакидзе, 2003).

В сосновых лесах за период исследований был собран 501 экз. герпетобионтов и зарегистрировано 15 видов жужелиц и 33 вида стафилинид. Наибольшее количество видов герпетобионтов (11 и 15) зарегистрировано в сосняке разнотравном (1.3 км). Более высокое видовое богатство герпетобионтов в зоне сильного воздействия выбросов связано со сменой растительного сообщества и соответственно появлением новых и характерных только для данного сообщества видов. В ельниках черничных собрано 602 экз. жуков, обнаружено 14 и 50 видов жужелиц и стафилинид соответственно. Наиболее обеднен видовой состав ельников, расположенных на расстоянии 3.5 и 10 км. По результатам, полученным при отборе проб видно, что основную долю среди герпетобионтов занимают стафилиниды, причем их обилие возрастает на участках со средним градиентом загрязнения. По результатам, полученным с ловушек, высока доля жужелиц в фоновых районах и на участках, расположенных в непосредственной близости от предприятия. Среди жужелиц наиболее часто в подстилке хвойных лесов встречаются *Calathus micropterus* и *Pterostichus oblongopunctatus*, из стафилинид в сосняке разнотравном (1.3 км) выявлены два доминантных поверхностно-подстилочных лесных вида *Philonthus rotundicollis* (Menetries, 1832) и *Philonthus politus* (Linnaeus, 1758). В сосняках черничных (5.0 и 6.5 км) доминирует лесной мезофильный вид *Zyras humeralis*. В ельниках доминируют эвритопный вид *Geostiba circellaris* (Gravenhorst, 1806), отдающий предпочтение кислым подстилкам и вид *Oxypoda abdominalis* (Mannerheim, 1830), обладающий смешанным типом питания и обитающий в увлажненной подстилке (Колесникова, 2005). Анализ видовой структуры населения гер-

петобионтов показал, что в зонах значительного воздействия выбросов предприятия (по среднему градиенту) отмечены самые высокие уровни доминирования и значения индексов видового богатства и разнообразия.

Анализ экологической структуры населения герпетобионтов выявил, что основу фауны сосновых и еловых лесов составляют лесные виды, лишь в сосняке разнотравном на долю лесных видов приходится 30%, а основу составляют эвритопные и лугово-лесные виды. Также количество эвритопных видов выше на участках, расположенных близко к источнику эмиссии и в фоновом районе. В спектре жизненных форм преобладают стратобионты подстилочные. В сосняках при приближении к источнику эмиссии увеличивается доля поверхностно-подстилочных видов, а в фоновом участке возрастает доля крупных ходящих видов. В ельниках черничных при приближении к предприятию возрастает доля подстильно-почвенных видов.

Таким образом, в результате проведенных исследований в среднетаежных хвойных лесах Республики Коми зарегистрировано 27 видов жужелиц и 74 вида стафилинид, что составляет 9 и 21% соответственно от фауны герпетобионтов жесткокрылых республики. По мере увеличения влажности подстилки разнообразие жужелиц снижается, а стафилинид возрастает. Такая картина характерна для населения герпетобионтов не только в хвойных, но и в лиственных лесах Республики Коми. Изменяется также соотношение экологических групп и спектра жизненных форм герпетобионтов. В градиенте промышленного загрязнения высокое видовое разнообразие *Sarabidae* и *Staphylinidae* отмечено для лесов, расположенных вблизи от предприятия и в фоновом районе. Низкое видовое разнообразие и изменение структуры населения герпетобионтов выявлено в хвойных лесах по среднему градиенту загрязнения.

Исследования выполнены в рамках программы Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» и молодежного научного гранта УрО РАН «Формирование и распределение мезофауны по градиенту влажности в среднетаежных лесах европейского северо-востока России».

ЛИТЕРАТУРА

Колесникова А.А. Пространственное распределение стафилинид европейского северо-востока России // Закономерности зональной организации комплексов животного населения на европейском Северо-Востоке. Сыктывкар, 2005. С. 206-231. (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 177).

Конакова Т.Н., Колесникова А.А., Долгин М.М. Разнообразие и экология жужелиц (Coleoptera: Carabidae) в среднетаежных лесах Республики Коми // Бюл. МОИП. Отд. Биол., 2010. Т. 115. Вып. 2. С. 9-16.

Леса Республики Коми / Под ред. Г.Н. Козубова и А.И. Таскаева. М., 1999. 332 с.

Методы исследования структуры, функционирования и разнообразия детритных пищевых сетей. Методическое руководство / Под ред. А.Д. Покаржевского, К.Б. Гонгальского и А.С. Зайцева. М., 2003. 100 с.

Торлопова Н.В., Робакидзе Е.А. Влияние поллютантов на хвойные фитоценозы (на примере Сыктывкарского лесопромышленного комплекса) // Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 147с.

Ужаккина О.А., Долгин М.М. Обзор фауны жуков (Coleoptera, Carabidae) тундровых экосистем европейского северо-востока России // Беспозвоночные европейского северо-востока России. Сыктывкар, 2007. С. 267-286. (Тр. Коми НЦ УрО РАН, № 183).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТИЛЗАМЕЩЕННЫХ ФЕНОЛОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МЕТОДОМ ГХ-ДЭЗ/МС

И.М. Кузиванов

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: gruzdev@ib.komisc.ru

Актуальность исследований в области аналитической химии фенолов обусловлена тем, что вещества этого класса относятся к широко распространенным и высокотоксичным органическим соединениям, загрязняющим различные объекты биосферы. Их широкая распространенность связана с достаточно хорошей растворимостью в воде и активным промышленным применением в нефтехимии и органическом синтезе. В естественных условиях метилфенолы встречаются в эфирных маслах различных растений, а также образуются при деструкции гумусовых веществ почвы (Елин, 2001).

Поскольку метилфенолы оказывают прямое токсическое действие на организм, их содержание в питьевой воде нормируется: значения предельно-допустимых концентраций (ПДК) для этих соединений составляют 0.004-0.25 мг/дм³.

Прямые газохроматографические (ГХ) определения метилфенолов недостаточно чувствительны и редко достигают уровня ПДК, что связано с высокой гидрофильностью этих соединений и неудовлетворительными хроматографическими свойствами (Воробьева, 2007). Эффективным приемом улучшения аналитических свойств метилфенолов служит химическая модификация.

Наличие в молекуле метилфенолов гидроксильной группы позволяет получать различные производные и достигать более высокой чувствительности их определения (Демьянов, 1992). Для ГХ-определения метилфенолов в качестве модифицирующего агента нами предлагается использовать молекулярный йод. Применение этого реагента дает ряд преимуществ:

- введение в молекулу органического соединения атомов йода значительно повышает его гидрофобность и, как следствие, обеспечивает при экстракции эффективное извлечение определяемого вещества из водной матрицы в органическую фазу (Коренман, 1973);

- применение для детектирования получаемых производных галогенселективного электрон-захватного детектора (ДЭЗ) обеспечивает

высокочувствительное газохроматографическое определение (Poole, 1981);

- для повышения чувствительности возможна дополнительная дериватизация по функциональной группе в среде органического растворителя, где исключен гидролиз, как модифицирующих реагентов, так и получаемых производных.

Однако прямое йодирование метилзамещенных фенолов в воде не дает положительного результата – йодпроизводные фенола, 2- и 4-метилфенолов не образуются, а йодзамещенные 3-метилфенола и диметилфенолов образуются с выходом 10-15%.

Нами показано, что проведение йодирования в буферных растворах со значением pH 9-11 позволяет повысить как йодирующую активность йода, так и способность фенольных соединений вступать в реакцию электрофильного замещения. Проведение йодирования оптимально в аммиачном буферном растворе со значением pH 9, в котором достигаются максимальные концентрации всех йодпроизводных метилфенолов уже через 1 мин. после начала реакции (рис. 1). При увеличении времени йодирования происходит уменьшение концентрации йодпроизводных, вызванное их окислением в избытке молекулярного йода.

Введение атомов йода в молекулы метилфенолов приводит к увеличению мольных откликов ДЭЗ на два-три порядка (см. таблицу). Хотя мольные отклики йодпроизводных возрастают пропорционально количеству введенных атомов йода в молекулу, их крайние значения различаются только на порядок. Это принципиально важно, поскольку при близких концентрациях метилфенолов в воде их йодпроизводные будут иметь сравнимые по интенсивности аналитические сигналы (рис. 2).

Химическая модификация метилфенолов в йодпроизводные значительно повышает и эффективность их концентрирования методом жидкостной экстракции. Введение в молекулу органического соединения атомов йода, как извест-

Мольные отклики ДЭЗ (RMR_{ph}), коэффициенты распределения (D) и степень извлечения (R) в системе толуол–вода метилфенолов и их йодпроизводных

Соединение	RMR_{ph}	D	R, %
Метилфенолы			
Фенол	1	1.8	6.3
2-метилфенол	4.1	12	30.8
3-метилфенол	4.5	6.8	20.1
4-метилфенол	5.1	5.5	16.9
2,4-диметилфенол	4.6	18	40.0
2,6-диметилфенол	4.7	50	64.9
Йодпроизводные метилфенолов			
2,4,6-трийодфенол	3917	7408	99.7
2-метил-4,6-дийодфенол	3097	6434	99.6
3-метил-2,4,6-трийодфенол	4183	8102	99.7
4-метил-2,6-дийодфенол	3544	6685	99.6
2,4-диметил-6-йодфенол	1491	1491	98.2
2,6-диметил-4-йодфенол	365	1890	98.6

но, понижает его растворимость в воде и находит выражение в возрастании коэффициентов распределения (см. таблицу). По сравнению с метилфенолами, коэффициенты распределения их йодпроизводных увеличиваются на два-три порядка, благодаря чему степень их извлечения из водной фазы в органический экстракт в системе толуол–вода достигает ~98.2-99.7% (см. таблицу).

На основе проведенных исследований был разработан способ количественного химического анализа метилфенолов в воде методом внутреннего стандарта. Высокая эффективность предлагаемой химической модификации позволяет снизить пределы обнаружения метилфенолов в воде до 0.01 мкг/дм³, что в 100-1000 раз

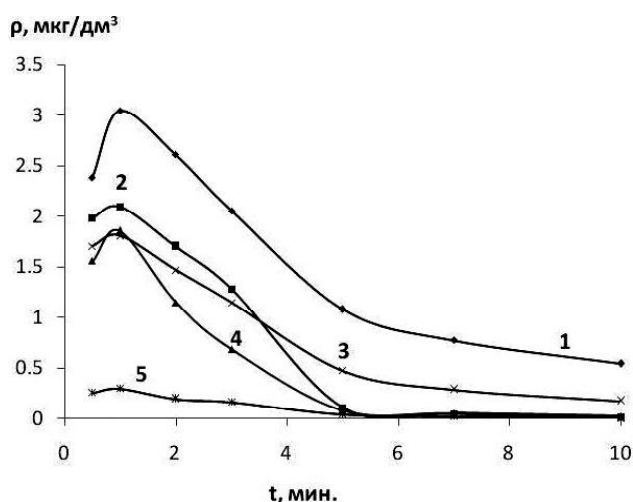


Рис. 1. Зависимость концентрации йодпроизводных метилфенолов от времени йодирования; $C(I_2) = 0.0006$ моль/дм³, аммиачный буфер, pH 9: 1 – 2-метил-4,6-дийодфенол, 2 – 3-метил-2,4,6-трийодфенол, 3 – 2,4-диметил-6-йодфенол, 4 – 4-метил-2,6-дийодфенол, 5 – 2,6-диметил-4-йодфенол.

ниже значений ПДК, установленных для этих соединений. Интервал определяемых концентраций 0.01-10 мкг/дм³, относительная погрешность 5-20%, продолжительность анализа – 40 мин.

Разработанный способ был опробован для анализа образцов воды и почвы. Все образцы содержат определяемые фенолы, так как они являются одними из продуктов распада органического вещества почвы (рис. 2).

ЛИТЕРАТУРА

- Воробьева Т.В., Терлецкая А.В., Куцевская Н.Ф. Стандартные и унифицированные методы определения фенолов в природных и питьевых водах и основные направления их совершенствования // *Химия и технология воды*, 2007. Т. 29. № 4. С. 370-390.
- Демьянов П.И. Химические методы получения производных при хроматографическом определении фенолов // *Журн. аналит. химии*, 1992. Т. 47. № 12. С. 1942-1966.
- Елин Е.С. Фенольные соединения в биосфере. Новосибирск: Изд-во Сибирского отд. РАН, 2001. 386 с.
- Коренман И.М. Экстракция органических веществ. Горький: Изд-во Горьковского ун-та, 1973. 158 с.
- Poole C.F., Zlatkis A. Sensitive derivatives for determination of organic compounds by electron-capture gas chromatography. Amsterdam: Elsevier, 1981. 381 p.

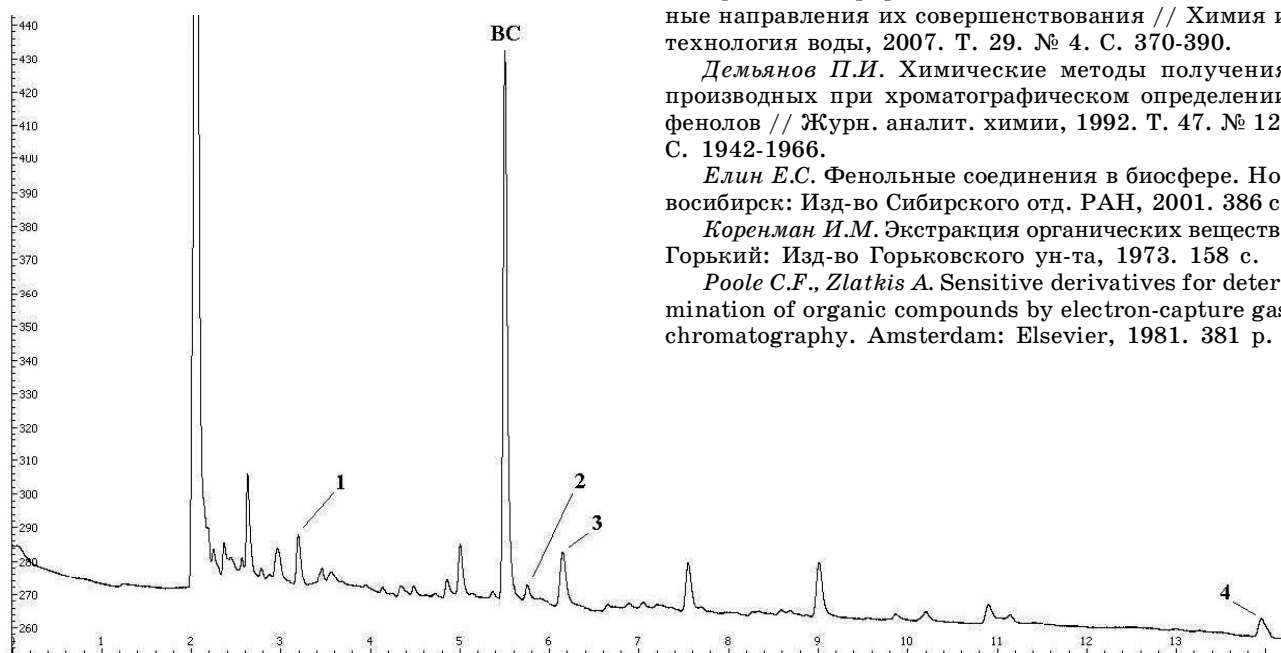


Рис. 2. Хроматограмма почвенного экстракта: 1 – 2,4-диметилфенол, ВС – внутренний стандарт, 2 – 2-метилфенол, 3 – 4-метилфенол, 4 – 3-метилфенол.

ПРОДУКЦИЯ И ЗАПАСЫ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ЦЕНОЗЕ ЗАБОЛОЧЕННОГО ЕЛЬНИКА СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

М.А. Кузнецов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kuznetsov_ma@ib.komisc.ru

Для оценки роли лесов в круговороте углерода первоочередное значение имеют экспериментальные данные об их биологической продуктивности. Понятие биологическая продуктивность включает две взаимосвязывающие составляющие: фитомасса лесного насаждения, выраженная в тоннах абсолютно сухого вещества на 1 га, и первичная продукция (NPP) – количество фитомассы, произведенной насаждением на единицу площади в единицу времени. Чистая первичная продукция представляет собой «сток» углерода из атмосферы в растительный покров и поэтому широко используется в качестве показателя интенсивности изъятия атмосферного CO₂ наземными экосистемами, т.е. их углероддепонирующей способности (Уткин, 1975; Базилевич, 1993; Усольцев, 2007 и др.).

Еловые леса на территории Республики Коми занимают 16.2 млн. га, что определяет их значимость в цикле биосферного углерода. Возрастная структура ельников региона на 80% представлена спелыми и перестойными насаждениями. Примерно половина площади ельников здесь занимают сообщества заболоченных типов. В связи с вышеизложенным, проведение детальных исследований динамики содержания органического углерода, учитывая потоки CO₂, в старовозрастных ельниках на болотно-подзолистых почвах, представляющих значительные площади лесных сообществ на европейском Северо-Востоке России, является актуальным.

Цель работы – оценить прирост и запасы углерода в старовозрастном ельнике чернично-сфагновом на болотно-подзолистой почве средней тайги.

Работа выполнена в Республике Коми на территории лесного заказника «Ляльский» (62°17' с.ш., 50°40' в.д). Объектом исследования был старовозрастный ельник чернично-сфагновый. Древоустой, разновозрастный (106-200 лет), состав его 9Е1Б+С ед.Пх. Средняя высота ели 16 м, диаметр 20 см. Почва торфянисто-подзолисто-глеватая суглинистая, подстилаемая тяжелым суглинком. Подрост ельника чернично-сфагнового (6640 экз. га⁻¹) в основном здоровый, его состав 78Е1Пх21Б. Подлесок относительно хорошо развит, состоит из шиповника, ивы, можжевельника, рябины. Травяно-кустарничковый ярус имеет проективное покрытие 60-70%, число видов 21. Моховой покров с покрытием 80-90% образован сфагновыми мхами, на прикомлевых возвышениях встречаются небольшие пятна *Polytrichum commune* и зеленые мхи *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidia delphus triquetrus*.

Пробные площади в заболоченных еловых лесах заложены согласно ОСТ 56-69-83. На них проведен сплошной пересчет деревьев. Обработка материала выполнена по Лесотаксационному справочнику (1986). Фитомассу и прирост надземной части древесных растений определяли методом модельных деревьев (Уткин, 1975). Вес корней определяли по методу крупных и мелких монолитов (Орлов, 1967). Массу и прирост травяно-кустарничкового яруса и мхов определяли, срезая побеги на 10 площадках размером 0.5×0.5 м. Пересчет запасов органической массы на массу углерода осуществляли дифференцированно по компонентам с применением коэффициентов (0.45-0.53), свойственных отдельным фракциям (Бобкова, Тужилкина, 2001).

Запас углерода в фитомассе древостоя исследуемого елового сообщества составил 85.48 т га⁻¹. В том числе: ели 95%, березы – 3, сосны – 1.8, пихты – 0.2%. Запас углерода в фитомассе древостоя исследуемого елового сообщества составил 85.48 т га⁻¹, из них на долю стволовой древесины приходится 54.8%, коры стволовой – 6.9, ветвей – 7.7, хвои (листьев) – 7.6, корней – 23.0% от общей фитомассы древесных растений.

В исследуемом регионе древостоя заболоченных ельников накапливают фитомассу (соответственно и углерода) в 1.2-1.5 раза меньше, чем в ельниках черничных (Бобкова, 1987 и др.).

В ельнике чернично-сфагновом в древесных растениях подроста запасается 0.67 тСга⁻¹, из них на ель приходится 58.7%, березу – 39.9 пихту – 1.4%. В подлеске аккумулируется 0.02 тСга⁻¹. Растения напочвенного покрова ельника чернично-сфагнового накапливают 1.95 тСга⁻¹. Большую часть запаса углерода составляют мхи, преимущественно сфагновые (17.8%). На углерод фитомассы кустарничков и трав приходится по 10.6%. 45.5% от общего количества углерода растений напочвенного покрова составляют корни.

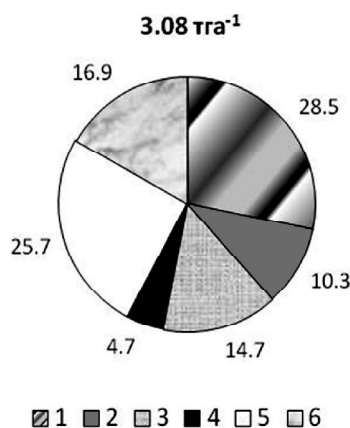
В лесных экосистемах, особенно в старовозрастных, в обменных и лесовосстановительных процессах существенную роль выполняет фитодетрит. В древостоях исследуемых ельников он состоит из сухостойных деревьев, отмерших, но прикрепленных к стволу ветвей, корней, а также древесины остолопа. Количество сухостойных деревьев в чернично-сфагновом составляет 95 экз. га⁻¹. Общие запасы фитодетрита древостоя составляют 7.49 тСга⁻¹, большая часть фитодетрита приходится на стволовую древесину (59%).

В старовозрастных заболоченных ельниках общие запасы углерода фитомассы, включаю-

щие углерод органической массы растущих деревьев древостоя, подроста, подлеска, растений напочвенного покрова и фитодетрита древесного яруса, составляют в ельнике чернично-сфагновом 95.61 тСга.

Наиболее важной характеристикой продукционного процесса и углеродного цикла лесных экосистем является биологическая продуктивность фитоценозов. Исследования, проведенные в таежной зоне, показали, что величина текущего прироста фитомассы ельников колеблется в больших пределах и определяется главным образом лесорастительными условиями. Нетто-продукция органической массы растений насаждения в заболоченных ельниках 3.08 т Сга⁻¹. Участие растений напочвенного покрова в депонировании углерода составляет 0.52 т га⁻¹ в год (см. рисунок). Следует отметить, что в условиях европейской части тайги в ельниках зеленомошных на автоморфных подзолистых почвах, текущий прирост фитомассы деревьев в 1.2-2.0 раза больше, чем в заболоченных. (Базилевич, 1993; Усольцев, 2007 и др.).

Таким образом, в старовозрастном заболоченном ельнике, развивающегося в относительно неблагоприятных гидротермических условиях почв и связанного с этим напряженного протекания физиологических процессов, формируется фитоценоз с невысокой продуктивностью. Запасы органической массы в нем составляет 95.6 тСга⁻¹. Нетто-продукция (NPP) органиче-



Продукция углерода органической массы в фитоценозе ельника чернично-сфагнового (%): 1 – хвоя (листья), 2 – ветви, 3 – древесина, 4 – кора, 5 – корни древесных растений, 6 – растения напочвенного покрова.

ской массы растений всего насаждения равна 3.08 тСга⁻¹.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта ПРООН/ГЭФ (№ 09_III_001_RUS_M_Komi Protected Areas) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН №16 (Рег. № 09-П-4-10).

ЛИТЕРАТУРА

- Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 293 с.
- Бобкова К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1987. 156 с.
- Бобкова К.С., Тужилкина В.В. Содержание углерода и калорийность органического вещества в лесных экосистемах Севера // Экология, 2001. № 1. С. 69-71.
- Лесотаксационный справочник для северо-востока европейской части СССР / Г.С. Войнов. Архангельск, 1986. 357 с.
- ГОСТ 59-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР. 1983. 60 с.
- Орлов А.Я. Метод определения массы корней деревьев в лесу и возможность учета годичного прироста органической массы в толще лесной почвы // Лесоведение, 1967. № 1. С. 64-69.
- Усольцев В.А. Некоторые методические и концептуальные неопределенности при оценке приходной части углеродного цикла лесов // Экология, 2007. № 1. С. 3-12
- Уткин А.И. Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) / Лесоведение и лесоводство: итоги науки и техники. М.: ВИНТИ АН СССР, 1975. Т. 1. С. 9-189.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СОСНЯКОВ БРУСНИЧНЫХ В СЕВЕРНОЙ НОРВЕГИИ И РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Е.С. Кузьмина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kuzmina@ib.komisc.ru

Основной лесобразующей породой в Республике Коми является ель, на долю которой приходится 53.7% покрытой лесом площади. Второй по распространенности древесной породой в Республике Коми является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), занимающая 25.3% покрытой лесом площади (Государственный доклад..., 2009). Благодаря широкой экологической амплитуде лесные массивы сосны встречаются по всей территории республики в южной, средней, северной и крайне северной тайге.

Господствующими лесными формациями Норвегии также являются сосновые и еловые леса (Ерамов, 1950).

Цель данной работы – сравнительная оценка жизненного состояния древостоев сосняков брусничных разных климатических подзон.

Исследования были проведены на двух пробных лесотаксационных площадях (ПП1 и ПП2), одна из которых расположена на территории норвежского Национального парка «Ёвре-Пасвик» (Ovre Pasvik), а вторая – в Государственном природном заказнике республиканского значения «Белоборский» в Республике Коми соответственно в 2009-2010 гг. Площадь ПП1 равна 0.12 га, ПП2 – 0.09 га.

Белоборский государственный природный заказник республиканского значения создан в

1989 г. постановлением Совета министров Коми АССР. Он занимает площадь 9000 га на правом берегу р. Вычегда в подзоне средней тайги, на территории Трехозерского участкового лесничества Сыктывкарского лесничества. Заказник создан для охраны природного комплекса, животного и растительного мира. Территория подвергается рекреационному воздействию и аэротехногенному загрязнению целлюлозно-бумажного производства (Торлопова, 2011).

Национальный парк «Верхний Пасвик» располагается на границе между Норвегией и Финляндией, недалеко от российской границы. Это обширный лесной и озерный край общей площадью 6300 га относится к подзоне северной тайги. Регион уникален тем, что произрастающие здесь коренные сосновые леса являются самыми северными старовозрастными лесами в Европе. Средний возраст древостоя составляет более 200 лет.

Название парка «Ёвре-Пасвик» (в переводе на русский язык означает «Верхний Пасвик»), произошло от названия р. Пасвик (по-русски – Паз). «Верхний» означает, что национальный парк расположен в верхнем течении р. Пасвик. Река Пасвик (или Паз) протяженностью более 140 км вытекает из оз. Инари в Финляндии, образует естественную границу между Норвегией и Россией и впадает в Варангер-фьорд Баренцева моря. Национальный парк несет сильную рекреационную нагрузку, так как является любимым местом отдыха местного населения. Живописные каменистые ландшафты и богатые озера привлекают сюда большое количество рыбаков и туристов. Кроме того, данный район попадает в зону атмосферных промышленных выбросов российского предприятия по производству цветных металлов АО «Печенганикель» (города Никель и Заполярный).

В работе использовали общепринятые лесотаксационные методы (Захаров, 1967). Жизненное состояние древостоев оценивали по методике, принятой в Международной программе ICP-Forests (Manual..., 1994). Жизненное состояние каждого хвойного дерева на учетной площади оценено в баллах (от 0 до 3) по следующим параметрам: состояние вершины (живая, поврежденная, усыхающая и сухая), наличие сухих сучьев, дефолиация кроны (или потеря хвои), дехромация (или изменение цвета хвои). Оценив каждое дерево по комплексу вышеуказанных параметров, относили его к определенному классу повреждения: 0 класс – здоровые, 1 – слабо, 2 – средне, 3 – сильно поврежденные, 4 класс – сухие деревья. Далее подсчитывали получившееся количество деревьев каждого класса повреждения и выражали его в процентах от общего числа учтенных. Для оценки жизненного состояния древостоя рассчитывали индекс его поврежденности согласно формуле средневзвешенного класса повреждения составляющих древостой деревьев по запасу (Алексеев, 1997). По

величине индекса поврежденности древостой классифицируют на следующие категории: «здоровый древостой» (индекс 0-0.5), «ослабленный древостой» (0.6-1.5), «сильно ослабленный древостой» (1.6-2.5), «отмирающий древостой» (2.6-3.5) и «сухостой» (>3.6).

Дадим краткую характеристику исследуемым сообществам.

Сосняк брусничный (ПП1) сформирован на каменистых обнажениях горной породы, относится к чистым по составу древостоям (состоит из одной породы, в нашем случае сосна обыкновенная, подвид сосна лапландская (*P. sylvestris* subsp. *lapponica* Fries)). Древостой разреженный, сомкнутость полога 0.3, много сухостоя и валежа. Класс бонитета V. Подрост редкий, довольно угнетенный. Подлесок образован ивой и можжевельником. Живой напочвенный покров представлен преимущественно травяно-кустарничковым ярусом, в котором доминирует брусника. В качестве со-доминантов можно назвать багульник и водянику. Присутствуют черника и голубика. Линнея северная, луговик извилистый и иван-чай узколистный встречаются единично. В мохово-лишайниковом ярусе доминируют лишайники рода *Cladonia*: *C. sylvatica*, *C. alpestris*, *C. rangiferina*, *C. coccifera*.

Сосняк брусничный (ПП2) сформирован на железистом подзоле, на переходе от сосняка лишайникового к березняку. Насажение послепожарного происхождения, условно-одновозрастное, приспевающее, III класса бонитета. Древесный ярус состоит на 90% из сосны и на 10% из березы. В подлеске изредка встречается рябина. Подрост малочисленный, представлен березой и елью. Травяно-кустарничковый ярус разреженный (общее проективное покрытие (ОПП) 20%) состоит из 10 видов; обильны брусника и черника, остальные единичны. Мохово-лишайниковый ярус (ОПП 70%) представлен *Pleurozium schreberi* и *Dicranum polysetum*. Из лишайников пятнами встречаются кладонии лесная и оленья (Торлопова, 2011).

По содержанию сухих сучьев (рис. 1) 100% деревьев на ПП2 здоровые, тогда как на ПП1 только 37% деревьев не имеют сухих сучьев, примерно половина (48%) относится к 1-му, 9 – к 2-му и 6% – к 3-му классу повреждения.

При оценке поврежденности вершины (рис. 2) выделяли здоровую, поврежденную, сухую вершины, две вершины, три вершины. В результате получилось, что подавляющее большинство деревьев обеих площадей имеют здоровые вершины (98% на ПП2 и 80 – на ПП1).

Наиболее информативным признаком текущего состояния дерева является дефолиация кроны (рис. 3), т.е. степень потери им хвои по сравнению с объемом хвои здорового дерева. По степени дефолиации деревья сосны на изучаемых лесных площадях распределились следующим образом: в заказнике «Белоборский» 100% деревьев здоровые, в Национальном парке «Верх-

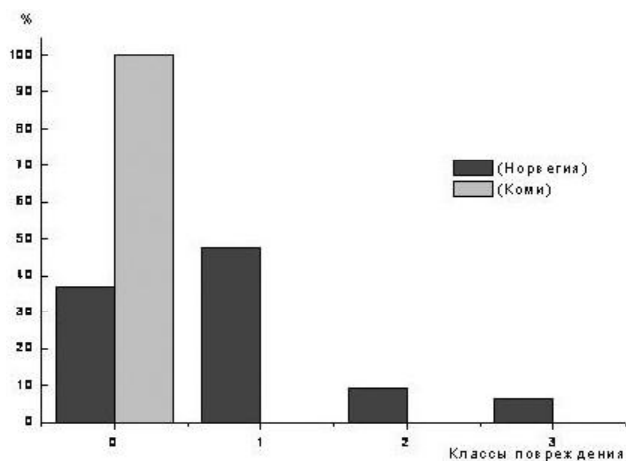


Рис. 1. Параметры состояния деревьев сосны по содержанию сухих сучьев (0 – 0-10%, 1 – 11-25%, 2 – 26-50%, 3 – 51-99% повреждений).

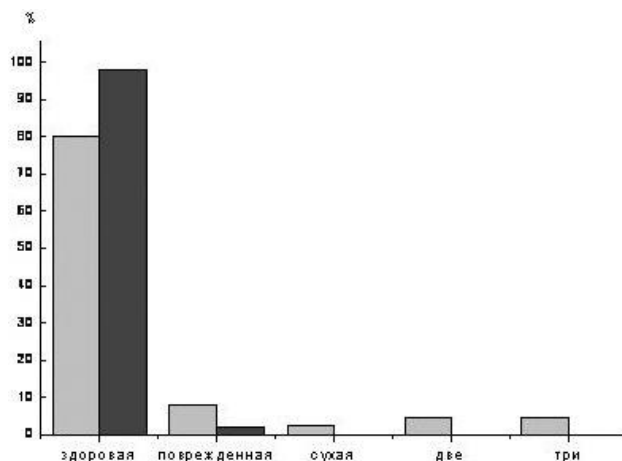


Рис. 2. Поврежденность вершины, в %.

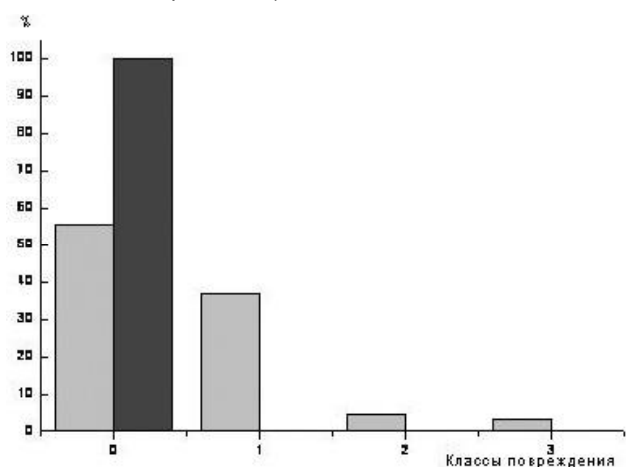


Рис. 3. Параметры состояния деревьев сосны по степени дефолиации (0 – 0-10%, 1 – 11-25%, 2 – 26-50%, 3 – 51-99% повреждений).

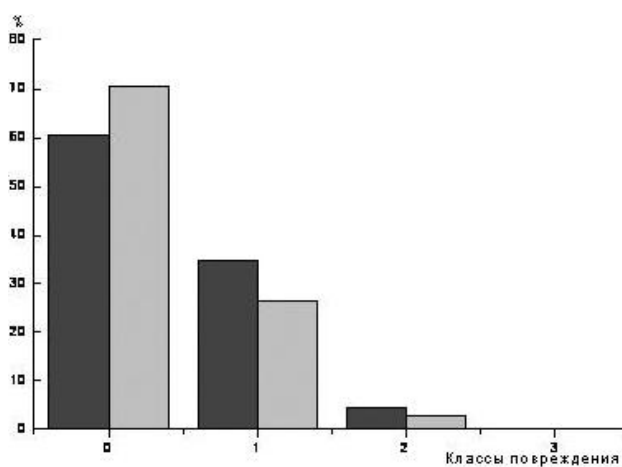


Рис. 4. Параметры состояния деревьев сосны по степени дехромации (0 – 0-10%, 1 – 11-25%, 2 – 26-50%, 3 – 51-99% повреждений).

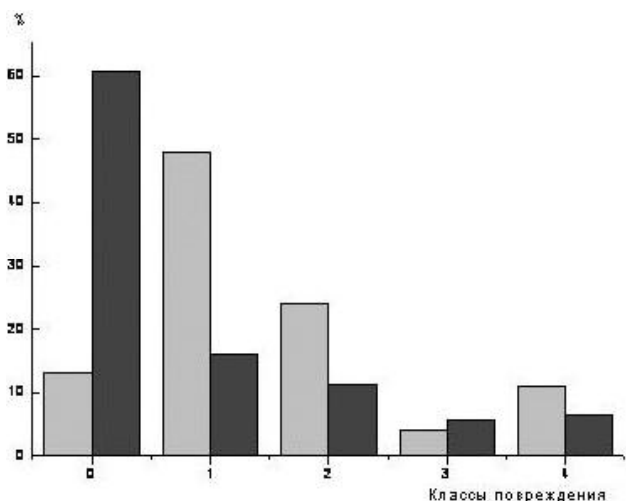


Рис. 5. Интегральный класс повреждения деревьев сосны (0 – 0-10%, 1 – 11-25%, 2 – 26-50%, 3 – 51-99% повреждений), 4 – сухостой.

ний Пасвик» здоровы только 55% всех учтенных деревьев, 37 – слабо поврежденные, 5 – средне поврежденные и 3% – сильно поврежденные деревья.

Дехромация (рис. 4), т.е. степень изменения цвета хвои вследствие различных причин, является важным признаком состояния дерева. По степени дехромации на обеих исследуемых площадях выявлена общая тенденция убывания доли участия деревьев по мере увеличения класса их повреждения, но на ПП2 процент здоровых деревьев выше (70 и 60% соответственно).

По интегральным классам повреждения (рис. 5) в древостое сосняка брусничного Северной Норвегии большинство деревьев распределилось между двумя классами. 48% от общего количества учтенных деревьев сосны относятся к 1-му классу повреждения (слабо поврежденные деревья) и 23% – ко 2-му (средне поврежденные деревья). Абсолютное большинство деревьев лесного массива заказника «Белый Бор» не имеют повреждений кроны (61%).

Индекс поврежденности является интегральным показателем состояния, на основании которого можно сравнивать совершенно разные по составу древостои. На ПП1 он составляет 1.42, что характеризует древостой как ослабленный. На ПП2 индекс поврежденности древостоя ра-

вен 0,28, что характеризует древостой как здоровый.

Таким образом, сосняки брусничные Национального парка «Верхний Пасвик» и заказника «Белоборский» испытывают комплексную антропогенную нагрузку, слагаемую рекреационным прессом, аэротехногенными промышленными выбросами и суровыми климатическими условиями. Лесной массив на ПП1 характеризуется как среднеповрежденный древостой по всем параметрам состояния деревьев (содержание сухих сучьев, состояние вершины, степень дефолиации, степень дехромации), по интегрированному классу повреждения деревьев, а также имеет индекс поврежденности древостоя $I = 1,42$. Участок соснового леса на ПП2 является здоровым древостоем по всем вышеназванным параметрам с индексом поврежденности $I = 0,28$. Лесной массив сосняка брусничного Национального парка «Верхний Пасвик» на территории

Северной Норвегии имеет индекс поврежденности древостоя выше, чем аналогичный древостой заказника «Белоборский».

ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев А.С. Мониторинг лесных экосистем: Учебное пособие: СПб.: ЛТА, 1997. 116 с.
 Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Республики Коми в 2009 году».
 Ерамов Р.А. Норвегия. Физико-географическая характеристика. М., 1950. 308 с.
 Захаров В.К. Лесная таксация. М., 1967. 406 с.
 Горлопова Н.В. Мониторинг сосняков заказника «Белоборский» // Современное состояние и перспективы развития сети особо охраняемых территорий европейского Севера и Урала: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Сыктывкар, 2011. С. 184-187.
 Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Hamburg-Prague, 1994. 177 p.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ КОРЕННЫХ СОСНЯКОВ В ПРЕДГОРЬЯХ УРАЛА БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ ПЕЧОРЫ

И.Н. Кутявин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kutjavin-ivan@rambler.ru

Изучение возобновительных процессов в коренных сосновых насаждениях актуально, так как количественный и качественный состав подроста во многом определяет динамику развития лесных экосистем (Побединский, 1965). Исследования выполнены на территории Печоро-Илычского государственного биосферного заповедника в равнинной, предгорной части Урала в пределах бассейна верхней Печоры. Цель данной работы – оценка возобновительного процесса старовозрастных сосняков разных типов леса.

В семи типах сосняков были заложены постоянные пробные площади (ППП) размером 0.25-0.5 га. На каждой ППП проведен сплошной пересчет деревьев по 4-сантиметровым ступеням толщины, а в пределах преобладающей породы – по элементам леса. Выделяли сухостойные деревья и валеж. Определены состав, сумма площадей сечения древостоев. Возраст древостоя определяли с помощью ядер у 20-25 (100) деревьев сосны и трех-пяти сопутствующих пород, а так же по спилам двух-трех модельных деревьев. При обработке результатов наблюдений использовались методы вариационной статистики (Гусев, 2002; Лакин, 1990). На ППП проводился сплошной учет подроста. Самосев и подрост учитывали отдельно по породам, высоте (до 0.5 – мелкий, 0.6-1.5 – средний, 1.6 и более – крупный) и состоянию (здоровый, сомнительный, усыхающий, сухой). Жизненное состояние подроста определяли по методике (Алексеев, 1989). Количественные значения

показателей жизненного состояния находили по формуле:

$$C = (100n_1 + 70n_2 + 30n_3)/N,$$

где C – показатель жизненного состояния подроста в момент наблюдения; n_1 , n_2 , n_3 – число здоровых, ослабленных (сомнительных) и усыхающих особей подроста на 1 га; N – общее количество подроста, включая сухие деревья.

При $C = 100-80\%$ ценопопуляции подроста считаются здоровыми, при 79-50 – ослабленными, при 49-20 – сильно ослабленными и при 19% и ниже – разрушенными.

Исследуемые старовозрастные сосновые фитоценозы Приуралья формируют как чистые, так и смешанные по составу древостои. При господстве в древесном ярусе *Pinus sylvestris* Liney присутствуют *Pinus sibirica* Ledeb., *Picea obovata* Ledeb., *Betula pubescens* Ehrh., *B. pendula* Roth., реже – *Populus tremula* L. Древостои III-Va бонитета полнотой 0.5-0.9. Они разновозрастные, представлены несколькими поколениями деревьев. Максимальный возраст сосны достигает 400 лет. Запасы ствольной древесины в сосняках по мере увеличения высоты над уровнем моря снижаются от 367 до 92 м³ га⁻¹. Запасы сухостойных деревьев составляют более 10% от общего запаса древесины, что свидетельствует о довольно интенсивном отпаде в древостоях.

Под пологом коренных сосновых древостоев разных типов развивается различное количество подроста: от 1.1 до 4.3 тыс. экз. га⁻¹ (см. таблицу). В брусничном, бруснично-лишайниковых

Характеристика растущего хвойного подростка в сосняках

Тип леса (№ ППП)	Подрост		Сосна			Ель			Кедр		
	Густота, тыс. экз. га ⁻¹	Состав	\bar{X} , м	C.V., %	C, %	\bar{X} , м	C.V., %	C, %	\bar{X} , м	C.V., %	C, %
Брусничный (1)	4.3	8С2Е +Ос ед.Б	1.1±0.02	56	91.7	0.52±0.01	70	71.8	–	–	–
Лишайниково-зелено-мошный каменистый (2)	1.5	4Ос3Е2Б1 К+С	0.45±0.04	152	90	0.52±0.02	114	86.3	0.48±0.01	80	94
Лишайниковый каменистый (3)	1.1	4Б2Е2С 2К+Ос	0.57±0.03	145	48.6	1.38±0.02	45	67	1.07±0.02	66	100
Черничный (4)	1.1	5Е2Б2К1С	0.57±0.02	125	100	1.51±0.01	35,2	65.2	0.41±0.02	153	92.5
Бруснично-лишайниковый (5)	2.5	9С1К	0.76±0.02	97	95.4	–	–	–	0.43±0.02	141	89.3
Багульниковый (6)	1.7	5С3К3Б+Е	1.06±0.02	63	90.5	1.83±0.01	24	80	1.11±0.03	73	100
Бруснично-лишайниковый (7)	3.0	10С+Кед.Е	2.49±0.03	72	64	0.38±1.33*	24	73	0.72±0.03	233	95

Примечание: \bar{X} – среднеарифметическое значение высоты; C.V. – коэффициент вариации; C – показатель жизненного состояния подростка; прочерк – отсутствует в подросте; * – основная ошибка среднего.

сосняках в составе подростка преобладает сосна, возраст которой колеблется от 5 до 30 лет. В остальных типах исследуемых сосняков в его составе доминируют ель, осина, береза. Количество соснового подростка колеблется от 0.07 до 2 тыс. экз. га⁻¹. Средняя высота их изменяется от 0.45±0.04 до 2.49±0.03 м, коэффициент вариации равен 56-152%. По категориям крупности среди подростка сосны преобладают мелкий и крупный. Среди ели доминируют деревья в основном мелкой и средней категорий крупности. Возраст сосны данных категорий высот колеблется от 5 до 20 лет. Анализ подростка по состоянию показал, что молодые ценопопуляции сосны практически во всех типах сосновых сообществ относятся к здоровой категории. Показатель жизненного состояния составил 90-100%. Сильно ослабленным является подрост сосны в сосняке лишайниковом каменистом, где коэффициент их жизненного состояния составляет 49%.

Ель в подросте встречается практически во всех исследованных нами сосновых типах со-

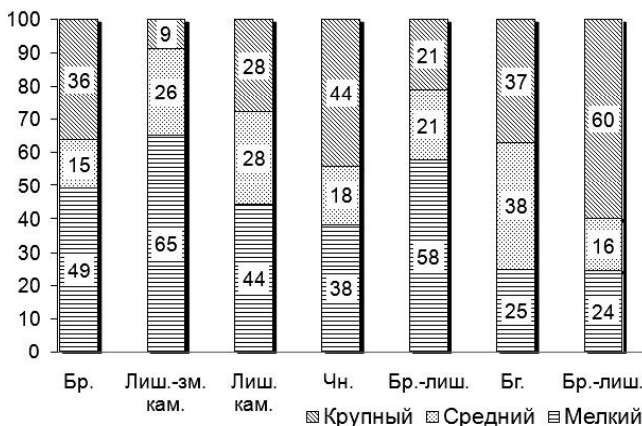


Рис. 1. Распределение живого хвойного подростка по высоте, %: бр. – брусничный, лиш.-зм. кам. – лишайниково-зеленомошный каменистый, лиш. кам. – лишайниковый каменистый, чн. – черничный, бр.-лиш. – бруснично-лишайниковый, бг. – багульниковый.

сняков, кроме бруснично-лишайникового. Количество елового подростка составляет от 60 до 600 экз. га⁻¹. Средняя высота их колеблется от 0.52±0.02 до 1.83±0.01 м и относятся в основном к категории здоровый (86-65%). Возраст елового подростка колеблется в пределах 15-40 лет. Высокий возраст подростка ели (до 80 лет) под пологом сосновых древостоев отмечен ранее. Согласно С.С. Зябченко (1984), сосновые насаждения с преобладанием подростка ели в среднетаежной подзоне занимают около 60% площади сосняков. С продвижением на север доля таких насаждений уменьшается до 36%. Следует отметить, что в сосняке багульниковом на переувлажненных почвах возрастает доля соснового подростка, возраст которого достигает 30 лет. В сосняках Приуралья практически во всех типах присутствует кедровый подрост, хотя его количество не превышает 0.5 тыс. экз. га⁻¹. Средняя высота подростка кедра 0.48±0.01 м, он здоровый (89-100%) и представлен в основном мелкой категорией высоты – 44-88%. В составе подростка в сосняках часто встречаются береза и осина. В отдельных случаях данные породы преобладают в составе. Березовый подрост в основном семенного, а осина порослевого происхождения, развивается на старых валежниках деревьев осины.

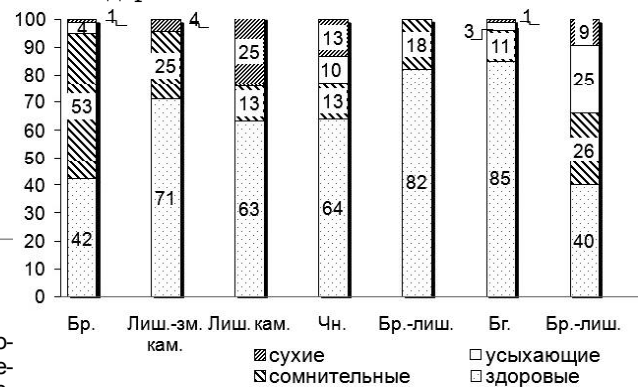


Рис. 2. Распределение хвойного подростка по состоянию, %. Условные обозначения те же, что на рис. 1.

Согласно распределению живого хвойного подроста (рис. 1) по высоте, в сосновых сообществах преобладают в основном мелкой от 24 до 65% и крупной категорий до 60%. Как видно из рис. 2, на долю здорового хвойного подроста приходится 42-85, сомнительного – 11-53%. К наиболее распространенным повреждениям сосны относится поражение хвои различными фитопатогенными грибами. Деревья подроста крупной категории часто страдают от снеголома. В каменистых типах сосняков подрост сосны сильно угнетен, возраст их менее 20 лет. На долю сухого подроста в этих типах сосняков приходится 44%.

Таким образом, во всех типах сосняков выражен лесовозобновительный процесс. Под пологом старовозрастных древостоев развивается здоровый подрост. Согласно индексу жизненного состояния, хвойный подрост в сосняках большинства типов характеризуются как здоровый, лишь в лишайниковом каменистом типе подрост сильно ослабленный. В большинстве ти-

пов сосняков имеется достаточное количество подроста основной лесобразующей породы – сосны, для замены старого материнского древостоя. На данном этапе исследования формирования коренных сосняков Приуралья нами охвачено семь типов сосновых насаждений равнинной и предгорной территории заповедника. Дальнейшее накопление материалов позволит рассмотреть закономерности возобновления под пологом старовозрастных сосновых насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение, 1989. № 4. С. 51-57.

Гусев И.И. Моделирование экосистем. Архангельск: АГТУ, 2002. 112 с.

Зябченко С.С. Сосновые леса европейского Севера. Л.: Наука, 1984. 244 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

Побединский А.В. Сосновые леса средней Сибири и Забайкалья. М.: Наука, 1965. 268 с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО–ПОЧВА

Е.В. Кызьюрова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Алюминий, один из самых распространенных химических элементов почвы, является конституционным, почвообразующим компонентом. В природе он представлен соединениями различной растворимости. В почве – это водорастворимые, обменные (входящие в почвенный поглощающий комплекс), экстрагируемые, несилкатные (аморфные и окристаллизованные) и связанные с оксидами кремния в первичные и вторичные минералы (алюмосиликаты) (Амельянчик, Воробьева, 1999; Зонн, Травлев, 1992; Соколова и др., 2005).

Мы считаем актуальным изучение трансформации соединений алюминия под действием разрушающегося органического вещества (ОВ).

Цель работы – изучение закономерностей трансформации соединений алюминия в очагах взаимодействия органического вещества с минеральной массой почвы, обуславливающих почвообразование и включение их в состав водпрочных агрегатов.

Объектом исследования были экспериментальные образцы почвы, приготовленные из пахотного горизонта слабокультурного агрозома легкоуглинистого гранулометрического состава, образованного на покровных крупнопылеватых суглинках. Органическим веществом послужили предварительно высушенные и растертые надземные части гороха (стебли и листья).

Для определения поведения соединений алюминия при взаимодействии органического ве-

щества с минеральной массой почвы, происходящее в микроочаге почвы, мы воспользовались методом моделирования микропроцессов в макрообъемах.

В специальные контейнеры поместили предварительно растертую и пропущенную через сито 0.25 мм минеральную массу и ОВ, соблюдая некоторые условия: ОВ загрузили непрерывным слоем по середине контейнера, минеральную массу расположили по обе стороны от ОВ так, чтобы почва была равномерно уплотнена. Полученную систему увлажнили.

Отбор образцов проводили через 1, 2, 3, 4, 8, 12 и 24 недели в слоях, удаленных от очага растительных остатков на 0, 1, 2, 3, 5, 7 см. В них определяли фракционный состав соединений алюминия. Водопрочные агрегаты выделяли в образцах экспериментальной почвы после 12 недель взаимодействия.

В очагах взаимодействия разрушающегося ОВ с минеральной массой экспериментального образца почвы обнаружено, что слой, прилегающий к фронту расположения растительных остатков, отличается от более удаленных слоев содержанием подвижных соединений алюминия – водорастворимого и обменного. В нем содержание водорастворимой фракции в 1.3-6.0 раз больше, а обменной – в 1.6-6.0 раз меньше, чем в остальных слоях (рис. 1). Это можно объяснить переходом водорастворимого алюминия в нерастворимую форму за счет связывания с нативным ОВ или молекулами воды.

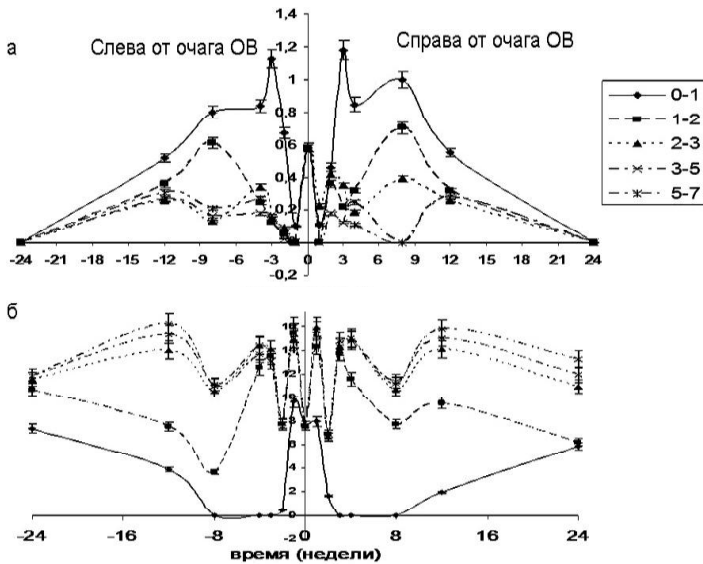


Рис. 1. Распределение содержания водорастворимых (а) и обменных (б) соединений алюминия (мг/100 г почвы) во времени в слоях почвы при взаимодействии с ОБ.

Динамика подвижных соединений алюминия характеризуются нелинейным накоплением обменных и периодически меняющимся уменьшением водорастворимых форм. Кривые распределения подвижных соединений алюминия носят квазисинусоидальный характер. По материалам эксперимента этот процесс характеризуется периодичностью с периодом четыре недели.

Содержание соединений алюминия с более прочной связью не зависит от степени удаленности очага ОБ (рис. 2). В составе несиликатных соединений алюминия (аморфных и окристаллизованных) наблюдается нестабильность как в зоне почвы, находящейся под максималь-

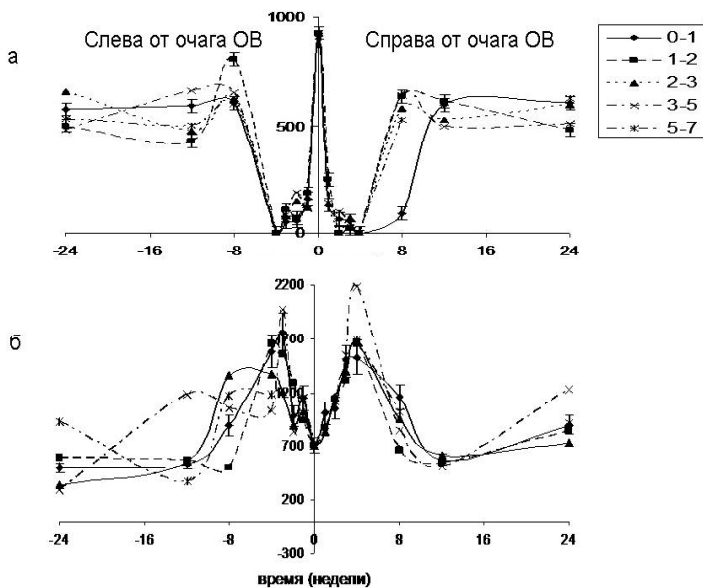


Рис. 2. Распределение содержания аморфных (а) и окристаллизованных (б) соединений алюминия (мг/100 г почвы) во времени в слоях почвы при взаимодействии с ОБ.

ным влиянием очага ОБ, так и в зонах с его минимальным влиянием. Следовательно, механизм процесса, вызывающего изменения содержания несиликатных соединений алюминия, заложен в самой системе этих соединений алюминия и связан с их трансформационными особенностями.

Исследования проведены и в условиях вегетационно-полевого опыта. Здесь проследили влияние на экспериментальный образец очагового внесения растительных остатков, хлорида калия и карбоната кальция.

При взаимодействии с ОБ наблюдается распределение соединений алюминия, подобное результатам лабораторного опыта. Однако при этом не выделяется прилегающей к очагу ОБ слой минеральной массы. Периодические изменения фосфатов полуторных оксидов обнаружены в работе И.Н. Хмелинина (Хмелинин, 1984). Автор доказывает их природу перераспределением энергии соединений в осадке солей между более и менее растворимыми соединениями. Возникновение таких соединений вызвано локальным характером раскристаллизации осадка солей.

На квазисинусоидальное распределение несиликатных соединений алюминия влияет наличие ионов кальция и калия. В сосуде с карбонатом кальция кривая распределения содержания аморфных и окристаллизованных соединений алюминия характеризуется слабо выраженной синусоидой. В сосуде с хлоридом калия кривые распределения содержания аморфных соединений алюминия практически линейны.

В результате взаимодействия ОБ с экспериментальной массой почвы образовались водопрочные агрегаты. Их количество достигает 33% от общей массы экспериментального образца в лабораторном эксперименте и 37% – в вегетационно-полевым опыте. Высокое содержание водопрочных агрегатов наблюдается в вегетационно-полевым опыте и при взаимодействии с цеолитом (35%), низкое (20%) – с хлоридом калия.

Установлен фракционный состав соединений алюминия в агрегатах исходного образца и водопрочных агрегатах, полученных в ходе модельного взаимодействия экспериментальный образец почвы – органическое вещество. В составе водопрочных агрегатов по сравнению с общей массой экспериментального образца почвы преобладают силикатные соединения алюминия. Этот результат подтвердился в вегетационно-полевым эксперименте. В составе водопрочных агрегатов преобладание силикатных соединений алюминия достигало 30% от их количества в общей массе экспериментального образца почвы. Однако это соотношение между силикатными

и несиликатными формами соединений алюминия в водопрочных агрегатах и общей массе почвы изменяется под влиянием карбоната кальция и хлорида калия. В сосудах с карбонатом кальция в составе водопрочных агрегатов по сравнению с общей массой преобладают несиликатные соединения алюминия, а в сосудах с хлоридом калия – окристаллизованные. Однако здесь количество несиликатных и силикатных соединений алюминия в составе водопрочных агрегатов и в общей массе почвы примерно одинаково.

Эти результаты показывают, что при формировании водопрочных агрегатов их специфические свойства определяет не весь комплекс соединений алюминия, а только его силикатные соединения.

В исходно однородной массе экспериментального образца почвы установлены явления дифференциации фракционного состава соединений алюминия между новообразованными водопрочными агрегатами и вмещающей их массой. Полученные результаты свидетельствуют о том, что почвообразование на самых начальных его этапах характеризуется высокими скоростями дифференциации в составе алюминийсодержащих структур и особым их составом в новообразованных каркасных водопрочных агрегатах – специфических продуктах почвообразования.

Выводы:

1. Трансформация подвижных соединений алюминия более четко выражена в слое экспериментальной массы почвы, прилегающем к очагу ОВ. Трансформация слабоподвижных соединений алюминия не зависит от удаленности очага ОВ.

2. Трансформация подвижных соединений алюминия наблюдается уже через неделю взаи-

модействия экспериментальной массы почвы с ОВ. Динамика подвижных соединений алюминия характеризуются нелинейным накоплением обменных и периодически меняющемся уменьшением водорастворимых форм. Кривые распределения подвижных соединений алюминия носят квазисинусоидальный характер.

3. Трансформация слабоподвижных соединений алюминия во времени может быть описана уравнением синусоидальной кривой, форма которой зависит от наличия ионов кальция и калия во взаимодействующей почве.

4. Происходит распределение соединений алюминия между водопрочными агрегатами и общей массой почвы. В составе водопрочных агрегатов больше содержание силикатных соединений алюминия по сравнению с общей массой почвы.

ЛИТЕРАТУРА

- Аверьянов А.П.* Поливная норма и потери воды при орошении // Почвоведение, 1972. № 9. С. 95-100.
- Амельянчик О.А., Воробьева Л.А.* Алюминий в водных и солевых вытяжках из подзолистых почв // Почвоведение, 1999. № 9. С. 1096-1106.
- Зонн С.В., Травлев А.П.* Алюминий. Роль в почвообразовании и влияние на растения. Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1992. 224 с.
- Соколова Т.А., Дронова Т.Я., Толпешта И.И.* Глинистые минералы в почвах: Учебное пособие. Тула: Гриф и К, 2005. 336 с.
- Степанов И.С., Зацепина Л.Н.* Исследования модельной системы монтмориллонит + воднорастворимые органические вещества // Почвоведение, 1975. № 3. С. 81-88.
- Хмелинин И.Н.* Фосфор в подзолистых почвах и процессы трансформации его соединений. Л.: Наука, 1984. 151 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСТТЕХНОГЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ПОДЗОНЕ КРАЙНЕСЕВЕРНОЙ ТАЙГИ

И.А. Лиханова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: likhanova@ib.komisc.ru

Разрушение лесных экосистем на северной границе распространения лесов требует специального внимания к проблеме их восстановления, поскольку леса предтундровой зоны выполняют особенно важную средообразующую и средозащитную роль. Леса на границе своего распространения чрезвычайно неустойчивы, легко разрушаемы любым техногенным воздействием и крайне медленно самовосстанавливаются.

Строительство промышленных объектов и коммуникаций в ходе интенсивного промышленного освоения европейского северо-востока России ведет к уничтожению предтундровых лесов. В Усинском р-не Республики Коми – райо-

не интенсивной добычи нефти – данная проблема достаточно остра. В связи с этим чрезвычайно актуальны исследования, направленные на активизацию процесса восстановления лесных экосистем на Севере.

Для территории Усинского нефтяного месторождения характерны суровые климатические условия. Среднегодовая температура воздуха – 3.2 °С. В растительном покрове преобладают редкостойные еловые, елово-березовые леса с сомкнутостью крон 0.3-0.5, высотой древесных растений 8-15 м, бонитет древостоя V-Va.

С учетом особенностей климатических условий Севера группой ученых под руководством

И.Б. Арчеговой была разработана система приемов «природовосстановления», включающая два этапа (Арчегова, 1998). На первом этапе, «интенсивном», в короткие сроки (3-5 лет) восстанавливается уничтоженный деятельный биогенно-аккумулятивный слой с помощью комплекса агротехнических приемов (внесения удобрений и посева адаптированных к условиям севера многолетних трав). На втором этапе, «ассимиляционном», после снятия агрорежима сформированная на первом этапе травянистая экосистема постепенно замещается зональным типом растительности (лесной экосистемой) в ходе самовосстановительного процесса.

В рамках концепции «природовосстановления» проводятся исследования на опыте по ускорению восстановления лесной экосистемы, выполненном по схеме «природовосстановления». Опыт заложен на отработанном карьере по добыче строительных материалов. Отмечено, что через три-пять лет после закладки опыта под влиянием сообщества многолетних трав формируется новый продуктивный слой, благоприятствующий внедрению древесных растений и формированию лесной экосистемы. Во втором десятилетии в ходе сукцессионного процесса оформляется древесное сообщество. К 19-му году опыта состав древесного яруса 5Б5Л, высота 5-6 м, сомкнутость крон – 0.4. Под пологом березы, лиственницы начинает появляться самосев ели. Таким образом, создаются условия для преобразования сформированной промежуточной

лесной экосистемы в зональный березово-еловый лес, типичный для данной территории.

С целью разработки дальнейшего ускорения восстановления лесной экосистемы на втором этапе схемы «природовосстановления» нами предложен комплекс приемов, оптимизирующий процесс восстановления хвойных растений в древесном ярусе лесных экосистем на севере таежной зоны. Он заключается в посадке древесных пород одновременно с комплексом агротехнических приемов на первой («интенсивной») стадии схемы «природовосстановления».

Весной 2006 г. на территории песчаного карьера были заложены опытные площадки по схеме (см. таблицу). Субстрат карьера песчаный, переважаемый, бедный питательными веществами – содержание органического углерода ($C_{орг}$) – 0.1-0.2%, гидролизуемого азота ($N_{гидр}$) – 0.2-0.3 мг/100 г в.с.п. Через 28 лет после окончания разработки самовосстановление растительного покрова на нем не происходит.

В опыте испытывалась возможность посадки на «интенсивном» этапе схемы «природовосстановления» традиционного посадочного материала – двухлетних сеянцев сосны с открытой корневой системой. Испытывали традиционный прием посадки хвойных пород без улучшения субстрата, а также посадку сеянцев на «интенсивном» этапе схемы «природовосстановления» с применением комплекса агроприемов, улучшающих состояние субстрата. Варианты опыта включали внесение органических и минераль-

**Характеристика объектов исследования (песчаный карьер),
посадочный материал – двухлетние сеянцы сосны, 5000 шт./га**

Площадка, №	Агротехнические приемы улучшения субстрата при закладке опыта	Система ухода		
		Весенние подкормки	Осенние подкормки	Дополнение посадки
Традиционная система проведения лесной рекультивации				
1-06	–	–	–	Весной на второй и третий годы
Система приемов «природовосстановления» одновременно с посадкой сеянцев сосны				
2-06	БИАК** – 5 т/га, N45P45K45, травосмесь* (20 кг/га)	Ежегодные в течение четырех лет (N45P45K45) начиная со второго года опыта	На второй (N45) и третий (N45P45K45) годы	Весной на второй и третий годы
3-06	N45P45K45, травосмесь* (20 кг/га)	Ежегодные в течение четырех лет (N45P45K45) начиная со второго года опыта	На второй (N45) и третий (N45P45K45) годы	Весной на второй и третий годы
4-06	N45P45K45, травосмесь* (20 кг/га)	Ежегодные в течение трех лет (N45P45K45) начиная со второго года опыта	–	Весной на второй и третий годы
Посадка сеянцев сосны на второй год после проведения системы приемов «природовосстановления»				
7-06	N45P45K45, травосмесь* (20 кг/га)	Ежегодные в течение четырех лет (N45P45K45) начиная со второго года опыта	На второй (N45) и третий (N45P45K45) годы	Весной на второй год посадки

Примечание: * состав травосмеси: мятлик луговой, овсяница красная, овсяница луговая, кострец безостый, тимopheвка луговая (соотношение 1:1:1:1); ** БИАК – органическое удобрение, продукт биотехнологической переработки гидролизного лигнина.

ных удобрений или только минеральных, а также разные сроки посадки семян – одновременно с проведением агромероприятий, а также на следующий год. Система ухода по вариантам включала только весенние подкормки или как весенние, так и осенние.

Как показали результаты, приживаемость сосны, высаженной двухлетними сеянцами в варианте без улучшения субстрата весной на второй год после посадки составила всего около 40%. Такой же низкой была приживаемость на опытных площадках с одновременным проведением комплекса агротехнических мероприятий и посадкой сеянцев (34-41%), что, несомненно, определялось неблагоприятными субстратными условиями на начальном этапе применения агротехнических приемов, а также адаптацией высаженных сеянцев к новым условиям среды. Значительный отпад растений был восполнен традиционным приемом ухода при создании лесных культур – дополнением посадки до 100%. На европейской части России дополнение проводят в культурах с приживаемостью менее 90% (Новосельцева, Родин, 1984). После перезимовки, весной третьего года, доля сохранившихся растений на пл. 1-06, 2-06, 3-06, 4-06 оказалась около 60%, что потребовало еще одного дополнения. На пятый год сохранность растений сосны в посадке стабилизируется на пл. 2-06 и 3-06 на уровне около 30-40%, а на пл. 1-06 и 4-06 – около 60%.

При посадке сеянцев сосны на второй год после проведения интенсивных агротехнических приемов (пл. 7-06) приживаемость растений сосны весной на второй год составила 67%, было проведено дополнение. На следующий год после дополнения приживаемость составила около 80%. На четвертый год после посадки сохранность стабилизируется на уровне 28%.

Информативным показателем роста и развития является показатель прироста в высоту. В первый год после посадки прирост растений сосны по всем вариантам оказался невысоким – около 1 см, в связи адаптацией к новым условиям среды. В последующем прирост оставался низким 3-4 см. На пятый год прирост заметно возрос только на площадках 1-06 и 4-06 (7-9 см). Во всех вариантах отмечается отмирание приростов предыдущих лет и перевершинивание боковыми побегами главного побега, связанное с поражением верхушечных почек грибными заболеваниями типа шютте (поставляемый лесопосадочный материал нередко заражен грибными заболеваниями), возможно, также и с поражением молодых побегов морозами из-за слабого одревеснения.

С динамикой величины прироста согласуется показатель общей высоты по тем же вариантам. Так, на пятый год наиболее высокими растения были на опытных пл. 1-06 и 4-06, где их высота достигла 22-23 см. На остальных площадках высота растений сосны составляла от 12 до 17 см.

Рассмотрев эти данные можно заключить, что развитие растений сосны, высаженных двухлетними сеянцами, на «интенсивном» этапе идет недостаточно активно. Низкая приживаемость и темпы роста обусловлены комплексом неблагоприятных абиотических и биотических факторов. Следует подчеркнуть особую важность такого биотического фактора, как поражение сеянцев грибными заболеваниями типа шютте. До 87% погибших сеянцев имели признаки поражения этими болезнями. Значительно влияние на растения сосны конкурентных взаимоотношений с травами, которые характеризуются опережающим развитием по сравнению с древесными растениями. Так, на пятый год общее проективное покрытие (ОПП) травяного покрова на удобренных площадках 2-06, 3-06, 7-06 составляло 80-90%, высота травостоя 90 см. Высота же растений сосны достигала лишь 12-17 см. Такое соотношение высоты травостоя и растений сосны свидетельствует о существенном ухудшении светового режима для сосны. Особенно жесткие конкурентные отношения сложились между растениями сосны и травяным покровом на пл. 7-06, где сеянцы были высажены на второй год после посева трав. Растения сосны, оказавшиеся под травяным покровом в более раннем возрасте, обнаружили на четвертый год после посадки самую низкую приживаемость (28%) и прирост в высоту (2 см) среди исследуемых вариантов. С уменьшением количества удобрений (пл. 4-06) ОПП травяного покрова снижается до 65%, высота до 60 см. Конкуренция за свет между сосной с более разреженным и низким травостоем ослабляется, что проявляется в более высоких по сравнению с остальными вариантами биометрических показателей растений сосны (высота на пятый год – 23 см, прирост – 9 см) и сохранности (около 60%).

Необходимо отметить, что на всех участках с применением комплекса приемов «природовосстановления» достигнуто скрепление песчаного субстрата за счет образования дернового слоя. Активное развитие травяного покрова обеспечило формирование довольно мощного слоя травянистых остатков («подстилки»), начинается аккумуляция элементов биогенов в верхнем горизонте почвы, что указывает на начало формирования биогенно-аккумулятивного слоя (содержание гидролизующего азота до 2 мг/100 г в.с.п., оксида фосфора до 19 мг/100 г в.с.п., оксида калия до 12 мг/100 г в.с.п.).

В результате проведенного исследования выявлено, что использование к качеству посадочного материала двухлетних сеянцев сосны с открытой корневой системой для посадки на «интенсивном» этапе схемы «природовосстановления» не перспективно. Травяной покров развивается быстрее, чем высаженная сеянцами сосна. Низкие темпы роста растений сосны не позволяют им выйти в короткие сроки из под

травяного покрова, что обуславливает их дальнейшее заглушение травами. Нами продолжены опыты по оптимизации схемы «природовосстановления» с применением на «интенсивном» этапе крупномерного посадочного материала.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 23 «Биологическое разнообразие» по теме «Закономерности формирования биоразнообразия растительных сообществ в восстанавливающихся и преобразующихся

экосистемах в разных типах техногенных объектов на северо-востоке европейской части России», Рег. № 09-П-4-1028.

ЛИТЕРАТУРА

Арчегова И.Б. Эффективная система природовосстановления – основа перспективного природопользования на Крайнем Севере, Сыктывкар. 1998. 12 с. (Науч. докл. / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 412).

Новосельцева А.И., Родин А.Р. Справочник по лесным культурам. М.: Лесная пром-ть, 1984. 312 с.

ЭМИССИЯ МЕТАНА В СИСТЕМЕ «ФИТОЦЕНОЗ–АТМОСФЕРА» БОЛОТНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

М.Н. Мигловец

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: miglovets@ib.komisc.ru

Метан обладает значительно большим парниковым эффектом, чем углекислый газ. Возрастание концентрации метана в атмосфере связывают как с антропогенным загрязнением, так и с функционированием природных экосистем. Одним из глобальных источников метана являются торфяные болота. В зависимости от экологического состояния в регионах они могут быть резервуаром для стока или источником эмиссии метана. Торфяные болота покрывают 21% территории России, и, согласно оценкам специалистов, вклад болот может составлять 25-50% всего потока метана с площади её земель (Инишева, 2006). Вклад лесных болот Республики Коми в эти процессы не исследован.

Цель данной работы – изучить роль растительности в эмиссии метана с поверхности мезо-олиготрофного болота средней тайги.

Исследования проводили на болоте Мэдла-Пэв-Нюр, расположенном в Сыктывдинском р-не Республики Коми в 40 км на северо-запад от Сыктывкара. Площадь болота составляет 2790 га, средняя мощность торфа – 1.4 м, максимальная – 3.4 м (Торфяные ресурсы..., 2000). Болото располагается на второй надпойменной террасе, водоприемниками служат реки Пожег и Пычим.

Для проведения наблюдения было выбрано 15 участков. В процессе работы из них отобрано восемь, представляющих разные типы микрорельефа. При описании растительности болота использовали шкалу Друде (Шенников, 1964). Изучение потока метана проводили в период с июня по октябрь 2008 г. с использованием алюминиевых камер емкостью 0.36 м³, установленных на алюминиевые рамки с желобом (заполняемым водой во избежание потерь воздуха), которые углублены в торфяную залежь. Атмосферный воздух отбирался из камер в пластиковые шприцы объемом 60 мл в определенное время суток с интервалом 4 мин. Экспозиция составляла 20 мин. Шприцы и пробка камеры снабжены сдерживающими кранами. Анализ

проб проводился на газовом хроматографе HP (Hewlett Packard – 5890 (II)). В установке использовался плазменно-ионизационный детектор. Определение эмиссии проводилось с помощью уравнения идеального газа, учитывая объем камеры и микроклиматические характеристики:

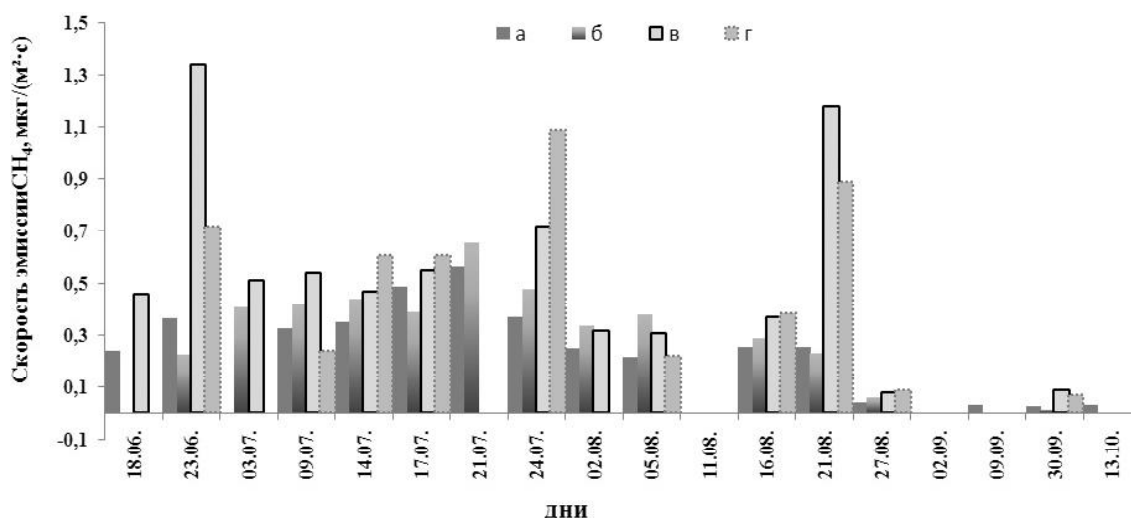
$$F_{CH_4} = \frac{M_{CH_4} \cdot \rho \cdot V \cdot dC_{CH_4}/dt}{R \cdot A \cdot T},$$

где F_{CH_4} – величина эмиссии метана (мкг/(м²·с); M_{CH_4} – молярная масса метана (16.043 г/моль); ρ – атмосферное давление на момент измерения (Па); V – объем камеры (0.108 м³); dC_{CH_4}/dt – изменение концентрации газа во времени t ; R – универсальная газовая постоянная (8.314472 Па·м³·моль⁻¹·К); A – площадь рамы, ограничивающей болотную поверхность (0.36 м²); T – температура внутри камеры на момент измерения (К).

Для оценки количества органической массы растений в напочвенном покрове болота на учетных площадках, различающихся по видовому составу растений и характеру микрорельефа, отбирали монолиты размером 20×20 см и высотой 30 см, начиная от головок мха, в пятикратной повторности согласно методике (Козловская и др., 1978; Головацкая, 2009).

Каждый монолит разделяли на составляющие: фитомассу надземную (зеленые части мхов, трав, листья и стебли кустарничков) и подземную (корни), мортмассу (моховый очес, опад). Образцы высушивали в сушильном шкафу при температуре 105 °С для определения содержания сухого вещества.

За период наблюдений с 18 июня по 13 октября установлена высокая степень вариабельности эмиссии метана на разных элементах микрорельефа. Так, максимальные средние значения эмиссии с поверхности осоково-сфагнового ковра мезотрофной части болота были почти в два раза выше, чем на кочках олиготрофной и промывной части (см. таблицу). Сходные



Сезонная динамика CH_4 в разных растительных сообществах болота Мэдла-Пэв-Нюр: а – шейхцериево-сфагновое (мочажина), б – кустарничково-сфагновое (кочка), в – осоково-кустарничково-сфагновое (осоково-сфагновый ковер), г – травяно-сфагновое (мочажина).

различия были получены другими авторами (Федоров и др., 2008; Инишева, 2006). Л.И. Инишева (2006) это объясняет существованием мощного пласта низинного торфа травяного и папоротникового вида в основании залежи осоково-сфагновой топи, который, в свою очередь, отличается от переходного и верхового торфов менее кислой средой и высокой степенью деструкции. Эти условия способствуют росту метан-продуцирующих микроорганизмов, который, как известно, усиливается при $\text{pH} > 6$ и с увеличением степени разложения торфа.

За период наблюдений четкой зависимости потока метана от типа растительности не выявлено, однако можно заметить, что с поверхности осоково-сфагнового сообщества, а так же с поверхности травяно-сфагнового сообщества мочажины эмиссия заметно выше за весь период наблюдений. С поверхности шейхцериево-сфагнового сообщества мочажины и кустарничково-сфагнового сообщества кочки исследуемого болота эмиссия была ниже. Усиление потока с поверхности сообществ, в которых преобладает осока, наблюдали и в Иласском болотном массиве Архангельской области (Федоров и др., 2008), однако эти значения эмиссии были в два раза ниже полученных нами величин.

Не установлена зависимость скорости эмиссии метана от массы растений и на исследуемых участках болота. Из таблицы видно, что увеличение плотности почти в три раза надземной фитомассы на кочке, в отличие от осоково-сфагнового ковра, не приводит к пропорциональному увеличению скорости эмиссии метана. В то же время увеличение доли трав в надземной фитомассе до 27%, прежде всего видов р. *Carex* на участке осоково-сфагнового ковра, усиливает скорость потока метана. В своей работе D. Kelker и J. Chanton (1997) эту закономерность объясняют особенностями строения стебля этих

Средние значения скорости эмиссии метана за сезон

Вид микрорельефа	Доля трав в надземной фитомассе, %	Фитомасса, г/м ²	Эмиссия метана, мкг/(м ² ·с)
Кочка	0.6	2719	0.332
Мочажина	8	1007	0.254
Осоково-сфагновый ковер	27.1	932	0.57

растений и наличием в нем аэренхимы, которая является хорошим проводником газа на границе раздела «торф–атмосфера», запасает растворенный в воде метан, а затем выбрасывает его при изменении гидрорежима болота. В связи с этим мы можем предположить, что увеличение эмиссии в сообществах с присутствием осок в определенной степени может быть обусловлено биологическими свойствами этих растений.

ЛИТЕРАТУРА

- Головацкая Е.А. Биологическая продуктивность олиготрофных и эвтрофных болот южнотаежной подзоны Западной Сибири // J. Siberian University. Biology, 2009. № 1. С. 38-53.
- Инишева Л.И., Сергеева М.А. Условия образования и эмиссия метана в олиготрофных ландшафтах Васюганского болота // Вестн. ТГПУ. Сер. Естественные и точные науки, 2006. Вып. 6 (57). С. 54-59.
- Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л.: Наука, 1978. 176 с.
- Торфяные ресурсы Республики Коми. Сыктывкар: «Полиграф-сервис», 2000. 450 с.
- Федоров Ю.А., Гарькуша Д.Н., Хромов М.И. Эмиссия метана с торфяных залежей Иласского болотного массива Архангельской области // Извест. РГО, 2008. Т. 140. Вып. 5. С. 40-46.
- Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. 447 с.
- Kelker D., Chanton J. The effect of clipping on methane emissions from Carex. Biogeochemistry, 1997. Vol. 39. P. 37-44.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МИКРОВИХРЕВЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТОКОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В БОЛОТНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ

О.А. Михайлов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: mikter@mail.ru

Рост в атмосфере концентрации диоксида углерода является одной из причин развития «парникового эффекта» (МГЭИК, 2007). В связи с этим количественная оценка потоков CO_2 в различных экологических системах рассматривается как важная проблема современной экологии. Один из факторов снижения концентрации диоксида углерода в атмосфере – это поглощение растительными сообществами. Исследования показали, что болотам принадлежит важная роль в запасании CO_2 в наземных экосистемах (Dise, 2009; Глаголев и др., 2010). В Республике Коми болота занимают 3.2 млн. га, или 8% территории (Лесное хозяйство..., 2000), однако их вклад в эмиссионные потоки углекислого газа изучен недостаточно.

Цель настоящей работы – количественно оценить потоки диоксида углерода в болотной экосистеме с использованием метода микровихревых пульсаций.

Метод микровихревых пульсаций – один из прямых способов измерения и вычисления турбулентных потоков тепла, водяного пара и других парниковых газов в пограничном с растительностью слое атмосферы. С конца 1980-х гг. данный метод получил широкое распространение в мире. Большинство исследований с его применением проводят в умеренной и арктической зонах Северной Америки и Европы (Kutzbach et al., 2007).

Основной принцип метода базируется на высокочастотной (20 Гц) регистрации турбулентных потоков воздуха, имеющих вид вихрей идвигающихся с высокой скоростью. Поток диоксида углерода вычисляется как значение совместной вариации (ковариации) между отклонениями вертикальной скорости ветра и концентрации CO_2 в воздухе по формуле:

$$F = w' \rho_c'$$

где w' – отклонение вертикальной скорости ветра, ρ_c' – отклонение концентрации диоксида углерода, F – поток диоксида углерода.

Направление и скорость ветра в трех проекциях, а также акустическую температуру воздуха измеряли с помощью ультразвукового анемометра CSAT3 (Campbell Scientific, США), установленного на высоте 4.23 м. Концентрацию диоксида углерода измеряли, используя инфракрасный газоанализатор Li-7000 (Li-Cor Inc., США), установленный в основании вышки. Пробы воздуха брали в 10 см от центра анемометра и при помощи насоса по полиэтиленовой трубке перекачивали в камеру газоанализатора. Во избежание попадания загрязнений в пробу воз-

духа в трубке был установлен фильтр с мембраной 5 мкм (ALBET, Германия). Аналоговые сигналы приборов частотой 20 Гц в виде файлов загружались в память компьютера программой Ecoflux. Параметры микроклимата (температура и влажность воздуха, интенсивность ФАР, падающей и отраженной солнечной радиации и др.) регистрировала автоматическая метеостанция (Campbell Scientific, США). Для вычисления значений потоков за 30-минутные интервалы использовали программное обеспечение EdiRe (R. Clement, University of Edinburg, Великобритания). После программного анализа данных была проведена их проверка на наличие ошибок, возникших из-за: 1) неустойчивой работы системы, калибровки, замены фильтров и деталей; 2) недостаточного перемешивания воздуха при низкой турбулентности ночью или отсутствии ветра и т.д.; 3) неустойчивости (непостоянства) факторов среды (Foken et al., 1996). Не отвечающие параметрам проверки значения потоков диоксида углерода были удалены из выборки. Образовавшиеся таким образом пробелы в данных (45.12% от всей выборки) были затем заполнены с использованием on-line программы (Flux data gap-filling and flux-partitioning page (beta-version)). С помощью этой же программы разделяли результирующий поток диоксида углерода (NEE) на дыхание экосистемы (R_{eco}) и гросс-фотосинтез (P_{gross}).

Исследования проводили на болоте Мэдла-Пэв-Нью, расположенном в Сыктывдинском р-не Республики Коми в 40 км на северо-запад от Сыктывкара. Площадь болота составляет 2790 га, средняя мощность торфа – 1.4 м, максимальная – 3.4 м (Торфяные ресурсы..., 2000). Болото располагается на второй надпойменной террасе, водоприемниками служат реки Пожег и Пычим.

Измерения продолжались 30 сентября–25 декабря 2010 г. Измерительная система была установлена в центральной части болота, и исследования покрывали пространство радиусом около 400 м от вышки. В результате проведенных исследований удалось установить, что максимальные положительные значения NEE в системе болото–атмосфера за период наблюдения составили 106–107 $\text{мкг м}^{-2}\text{с}^{-1}$ (рис. 1). Минимальное отрицательное значение NEE , соответствующее стоку CO_2 из атмосферы в болото, зафиксировано 1 октября и составило $-107.08 \text{ мкг м}^{-2}\text{с}^{-1}$ (рис. 1). Абсолютные значения потоков углекислого газа снижались в течение октября и ноября и достигли около нулевых значений в конце

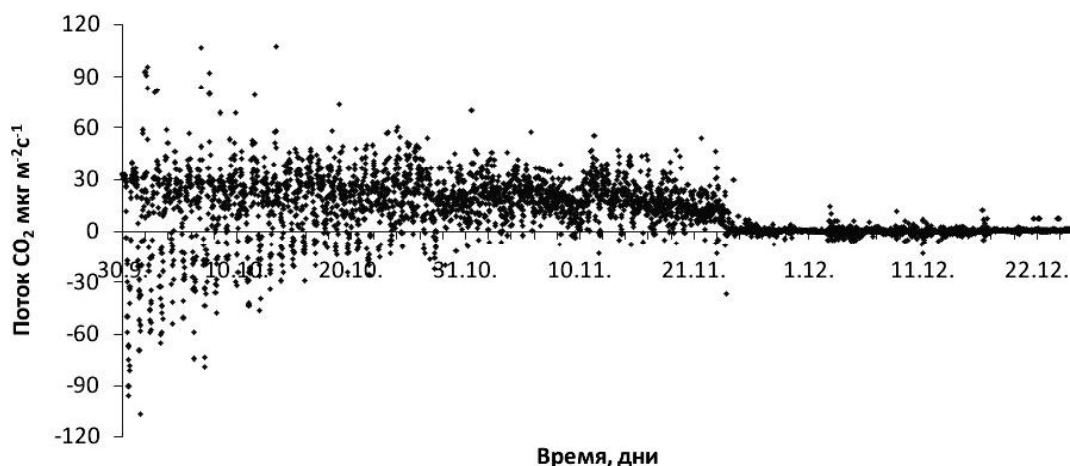


Рис. 1. Поток диоксида углерода в период 30 сентября – 25 декабря 2010 г. Отрицательные значения соответствуют поглощению, а положительные – выделению CO_2 .

ноября с появлением устойчивого снежного покрова, соответственно снижались интенсивность дыхания экосистемы и gross-фотосинтез. Фотосинтез растений прекратился при среднесуточной температуре -2°C , что является следствием замерзания воды в ассимилирующих органах (Лархер, 1978). Однако прекращение дыхания экосистемы наблюдали только с установлением среднесуточных температур ниже -10°C , что связано с морозоустойчивостью хвойных растений (Кузнецов, 2005). Непродолжительное повышение среднесуточных температур в середине декабря (до $0... +2^\circ\text{C}$) не привело к всплеску дыхания экосистемы, возможно, из-за сохранения сплошного снежного покрова. В течение всего периода наблюдений максимальная величина P_{gross} составила $-146.91 \text{ мкг м}^{-2}\text{с}^{-1}$, а R_{eco} – $41.59 \text{ мкг м}^{-2}\text{с}^{-1}$ (рис. 2).

Таким образом, с окончанием вегетационного сезона и отмиранием растительности, лимитирующими факторами для потоков диоксида углерода в болотной экосистеме являются снижение среднесуточных температур и установление устойчивого снежного покрова, что приводит к полному прекращению потоков CO_2 в болотной экосистеме в зимний период.

ЛИТЕРАТУРА

Глаголев М.В., Сирин А.А., Лапшина Е.Д., Филиппов И.В. Изучение потоков углеродсодержащих парниковых газов в болотных экосистемах Западной Сибири // Вестн. ТГПУ, 2010. Вып. 3 (93). С. 120-127.

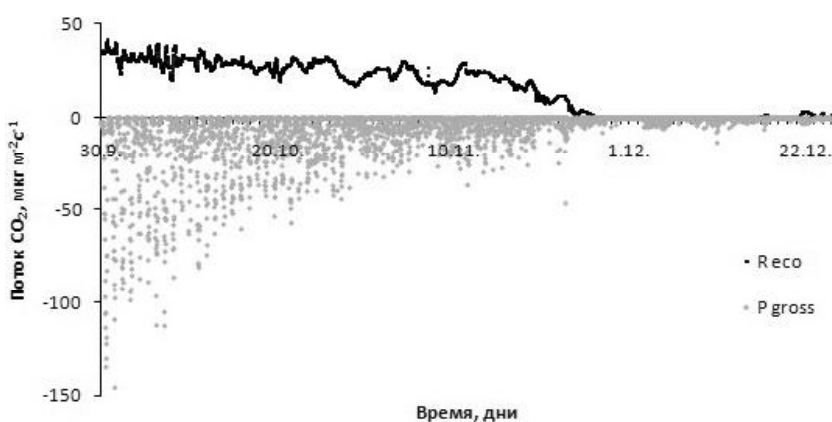


Рис. 2. Дыхание экосистемы (R_{eco}) и gross-фотосинтез (P_{gross}) в период 30 сентября–25 декабря 2010 г.

Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений: Учеб. для вузов. М.: Высш. школа, 2005. 736 с.

Лархер В. Экология растений. М.: Мир, 1978. С. 83-86.

Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми / Под ред. Г.М. Козубова и А.И. Таскаева. М.: «Дизайн. Информация. Картография», 2000. С. 420.

МГЭИК, 2007: Изменение климата, 2007 г.: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Р.К. Папчаури, А. Райзингер и др. МГЭИК, Женева, Швейцария, 104 с.

Торфяные ресурсы Республики Коми. Сыктывкар: «Полиграф-сервис», 2000. С. 450.

Dise N.B. Peatland response to global change // Science, 2009. Vol. 326. P. 810-811.

Foken Th., Wichura B. Tools for quality assessment of surface-based flux measurements // Agricultural and Forest Meteorology, 1996. Vol. 78. P. 83-105.

Kutzbach L., Wille C., Pfeiffer E.-M. The exchange of carbon dioxide between wet arctic tundra and the atmosphere at the Lens River Delta, Northern Siberia // Biogeosciences, 2007. Vol. 4. P. 869-890.

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ЛЕСНЫХ И БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ЛЕГКОГАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ

Е.Б. Навродская

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

E-mail: navrodskaya@gmail.com

Изучение трансформации почв средней тайги Западной Сибири под воздействием основных поллютантов, поступающих в ландшафты при нефтедобыче, является актуальной научной проблемой, особенно на фоне увеличения общественного и государственного интереса к экологическим условиям этой территории.

Основной целью работы являлось изучение изменения химических и биологических показателей состояния почв средней тайги Западной Сибири под воздействием техногенных углеводородов и легкорастворимых солей.

Для проведения исследований был выбран полигон в пределах Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в средней ее части, на территории Приразломного месторождения в междуречье рек Большой Волысьях и Малый Салым. Территория исследуемого района расположена в зоне континентального, умеренно-холодного климатического пояса, характеризуется недостаточной теплообеспеченностью и избыточным увлажнением. Четвертичные отложения в пределах участка исследований представлены голоценовыми аллювиальными мелкозернистыми песками и плейстоценовыми озерно-аллювиальными суглинками с линзами супесей. Рельеф отличается слабой расчлененностью. Почвенный покров представлен подзолистыми, дерново-подзолистыми и торфяными болотными почвами. На большей части территории распространены олиготрофные болота. Леса относятся к Средне-Иртышско-Обской кедрово-березовой подпровинции подзоны березовых сосново-темнохвойных лесов зоны равнинных лесов Западной Сибири (Атлас..., 2004). Данные ландшафтные условия на исследуемой территории характеризуют невысокую потенциальную способность миграции поллютантов.

Наиболее значимыми причинами поступления техногенных потоков в средней тайге в Западной Сибири являются аварийные ситуации на трубопроводах (Солнцева, 1998, Пиковский, 1993; Вечная мерзлота..., 2002). В многокомпонентном составе таких потоков доминируют, как правило, различные углеводороды и соли. Легкорастворимые соли, как активные и подвижные поллютанты, являются нетипичными компонентами для ультрапресных среднетаяжных экосистем (Вечная мерзлота..., 2002).

Для изучения трансформации почв при загрязнении необходимо учитывать уровень техногенной нагрузки на каждую конкретную почвенную единицу, т.е. знать механизмы не только радиального распространения поллютанта в

почвенном профиле, но и его пространственное распределение.

При аварийных разливах нефти, в первую очередь, меняется углеводородный состав почв, повышается содержание битуминозных веществ. В торфяно-подзолистых почвах максимальное содержание битуминозных веществ достигает 10 000 мг/кг, а в торфяных болотных верховых – 100 000 мг/кг (рис. 1). Миграция и аккумуляция битуминозных веществ в органогенных почвах зависит в большей степени от микрорельефа болот и направления движения болотных вод. Более обводненные грядово-мочажинные болота, расположенные на склонах болотных комплексов, отличаются большей скоростью движения болотных вод и их горизонтальной направленностью. Поэтому ореол загрязнения в грядово-мочажинных болотах распространяется на большие расстояния, чем в рямовых, но область максимального загрязнения сконцентрирована в верхних горизонтах. В рямовых болотах, расположенных на вершинах болотных комплексов, преобладает вертикальное направление движения болотных вод над горизонтальным, области максимального загрязнения сконцентрированы у источника, загрязнитель распространяется на большую глубину.

При аварийных разливах нефти из трубопровода в торфяно-подзолистых почвах в первичном пространственном распространении битуминозных веществ главную роль играет уклон поверхности (рис. 1). На рис. 1 видно, что поступившая в торфяно-подзолистые почвы нефть движется по уклону поверхности (3-4°) на расстояние 60 м на исследованных участках и поступает в верховые болота. Техногенные углеводороды, двигаясь по уклону поверхности, как правило, накапливаются в болотах (рис. 1). Для среднетаяжной зоны Западной Сибири такая схема распределения поллютантов является очень распространенной, так как все низменные участки среди лесных массивов заняты болотными комплексами. Радиальное распространение битуминозных веществ по почвенному профилю органо-минеральных почв отличается меньшей контрастностью, чем в органогенных почвах. Максимум загрязнителя наблюдается в верхнем органогенном горизонте.

При поступлении сточных вод распространение ореолов загрязнения техногенными углеводородами в целом подчиняется тем же принципам, что и при разливах нефти.

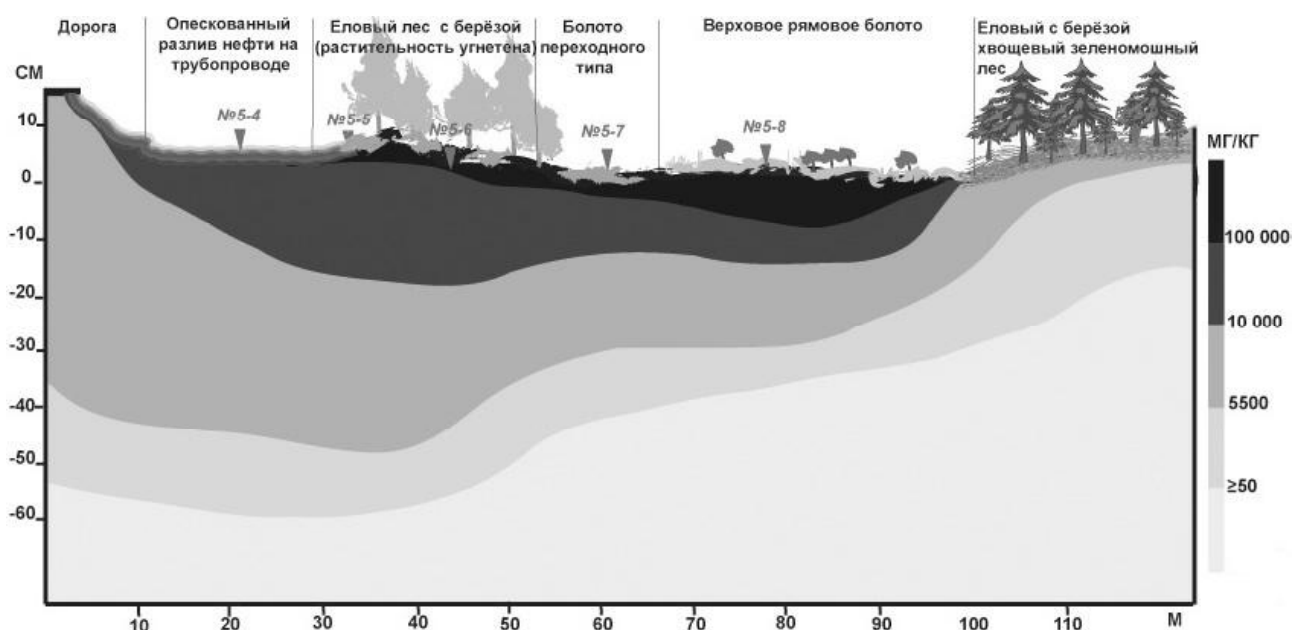


Рис. 1. Латеральное распределение битуминозных веществ по катене при аварии на нефтепроводе.

Изменение содержания и состава легкорастворимых солей в почвах происходит как при углеводородном загрязнении, так и при загрязнении сточными водами. Наиболее сильная трансформация происходит в ультрапресных торфяных болотных верховых почвах (содержание увеличивается до 2%).

Легкорастворимые соли концентрируются в нижних горизонтах во всех исследуемых почвах, так как обладают большей подвижностью, чем битуминозные вещества. Расположение солевых и битуминозных аномалий не совпадают. Площадь солевого загрязнения превышает площадь углеводородного. Латеральное распределение легкорастворимых солей в болотах зависит от степени их гидроморфизма. В вертикальном профиле органогенных торфяных почв, загрязненных нефтью, интенсивное засоление может проследиваться до глубины более 30 см. Обладая меньшей сорбционной емкостью и большей степенью гидроморфизма, почвы грядово-мочажинных болот отличаются формированием солевых аккумуляций на глубине 20-30 см. В почвах рямовых болот, максимум солей концентрируется в сфагновом очесе – 0-10 см. В более влажных – грядово-мочажинных болотах соли распространяются на большие площади и средняя их концентрация ниже, чем в рямовых, где солевые аккумуляции имеют локальный характер. Расположение техногенных солевых аккумуляций в торфяно-подзолистых почвах тяготеет к уровню грунтовых вод. В торфяно-подзолистых почвах, максимум содержания солей смещается в нижнюю часть профиля на глубину 50-60 см.

При любом типе загрязнения в составе ионно-солевого комплекса увеличивается доля хлора и натрия на несколько порядков во всех типах исследованных почв. Содержание натрия

достигает от 10-12 мг·экв./100 г (в торфяно-подзолистых) до 20-30 мг·экв./100 г (в болотных почвах); содержание хлора – 6-8 мг·экв./100 г и 20-50 мг·экв./100 г соответственно. В торфяных болотных почвах, насыщенных H и Al, Na и Cl с трудом вытесняет водород и алюминий из органических компонентов почвенного поглощающего комплекса, по сравнению с минеральными, что обеспечивает повышенное содержание в составе легкорастворимых солей торфяных болотных почвах в сравнении с торфяно-подзолистыми.

Изменение кислотно-основных свойств связано с подщелачиванием кислых и слабо-кислых органогенных и минеральных почв при различных типах воздействия. В болотных почвах подщелачивание более существенно (до 6.5-7.0), чем в почвах автоморфных позиций (до 6.0) (рис. 2).

Для подтверждения данных натурных наблюдений проводились полевые модельные эксперименты. В рамках модельного эксперимента рассматривалось воздействие хлоридно-натриевого раствора и нефти – основных компонентов техногенных потоков. В почвы вносились нефть и хлоридно-натриевый раствор с расчетом техногенной нагрузки 25 л загрязнителя на 1 м². Для проведения модельного эксперимента использовались торфяные болотные верховые почвы рямовых болот как наиболее распространенные почвы, попадающие под воздействие нефтепромысла, и торфяно-подзолистые почвы.

Результаты модельного эксперимента в целом подтверждают данные натурных наблюдений. В гидроморфных почвах выявлено подкисление среды при воздействии солей. Различия полученных данных с результатами натурных наблюдений в трансформации щелочно-кислотных условий свидетельствуют о ведущей роли

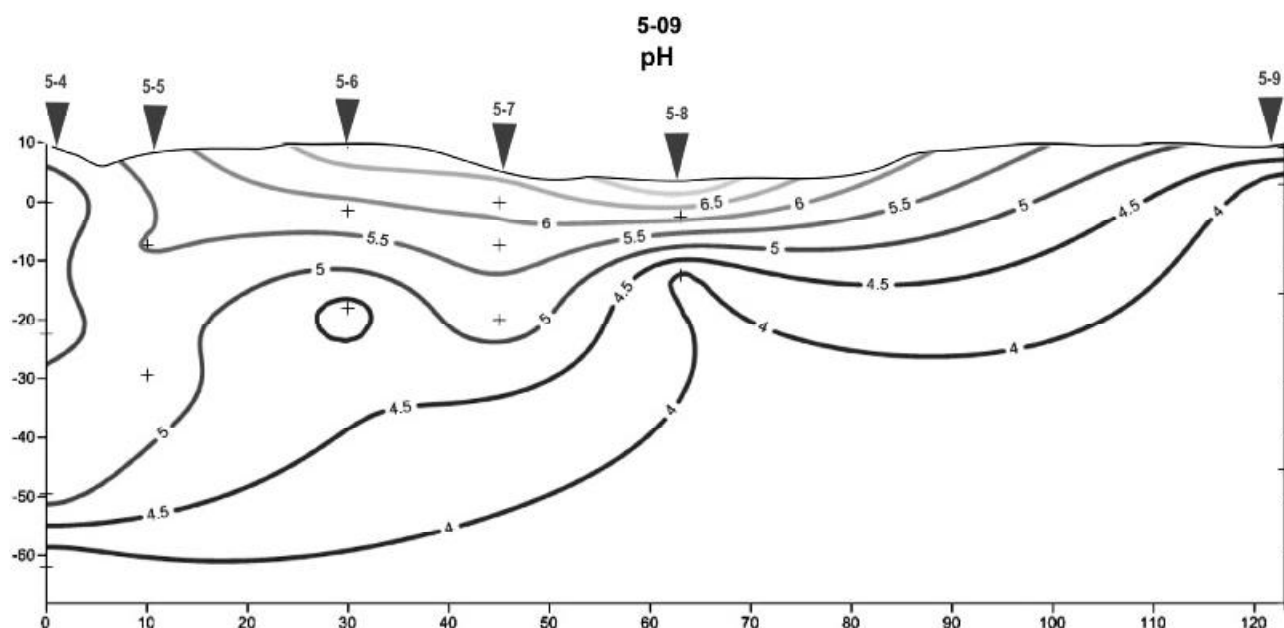


Рис. 2. Изменение значений pH в торфяно-подзолистых (5-4, 5-5, 5-6) и торфяных болотных верховых почвах (5-7, 5-8) при аварии на нефтепроводе.

углеводородов в трансформации кислотно-основных свойств болотных почв.

Одним из способов оценки экологических последствий трансформации почв при загрязнении является исследование изменения биологических показателей. В данной работе изучены состав и численность активно функционирующих популяций почвенных микроорганизмов в градиенте концентраций загрязнителя.

В минеральных почвах микроорганизмы в целом менее уязвимы, чем в органогенных. Тяжелые фракции углеводородов в болотных и автоморфных почвах наименьшее воздействие оказывают на грибы, что проявляется в увеличении количественных показателей – обилия мицелия и грибных спор. Напротив, развитие водорослей подавляется очень сильно, сокращается их численность и видовой состав.

При поступлении хлоридно-натриевого раствора и в болотах, и в автоморфных позициях

ответной реакцией микробиоты является полное исчезновение водорослей из состава группировок микроорганизмов.

Выявленные закономерности в геохимической и микробиологической трансформации почв средней тайги Западной Сибири под воздействием техногенных углеводородов и легкорастворимых солей необходимо учитывать при планировании работ ЛАРН (ликвидации аварийных разливов нефти).

ЛИТЕРАТУРА

Атлас Ханты-Мансийского автономного округа-Югры. М., 2004.

Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1993. 208 с.

Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1998. 376 с.

Вечная мерзлота и освоение нефтегазоносных районов / Под ред. Е.С. Мельникова и С.Е. Гречищева. М.: ГЕОС, 2002.

ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ В СПЕЛОМ СОСНЯКЕ ЧЕРНИЧНО-СФАГНОВОМ В 2008-2010 гг.

А.Ф. Осипов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: osipov@ib.komisc.ru

Температура почвы является одним из наиболее значимых экологических факторов, влияющих на формирование лесных экосистем. Она обуславливает как процессы метаболизма растений, так и биологические и химические превращения, происходящие в почве, кроме того, температурные условия почвенной среды опре-

деляют продуктивность фитоценозов (Молчанов, 1961; Орлов, Кошельков, 1971). Долговременный мониторинг динамики температуры почвы лесных сообществ является особенно актуальным в связи с изменением климата (Mellander et al., 2005). Сосновые леса на территории Республики Коми занимают 7.1 млн. га, половина

из которых приходится на заболоченные типы сообществ (Леса..., 1999). Отдельные аспекты теплового режима почв в сосняках средней тайги рассмотрены в работах Э.П. Галенко (1983), К.С. Бобковой (1987). Однако отсутствуют данные по круглогодичной динамике температуры почвы сосновых сообществ на болотно-подзолистых почвах. Цель данной работы – изучение динамики температуры почвы сосняка чернично-сфагнового в 2008-2010 гг.

Исследования проведены в среднетаежном спелом сосняке чернично-сфагновом на территории Ляльского лесозоологического стационара (62°15' с.ш., 50°42' в.д.) Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Древостой имеет состав 10С+Е,Б,С, V класса бонитета, со средним возрастом 118 лет. Плотность растущих деревьев 1210 экз. га⁻¹, запас древесины 169 м³га⁻¹, средняя высота их 12.9 м, диаметр 16.3 см. Подлесок состоит из единичных кустов рябины и ивы. Подрост плотностью 2.2 тыс. экз. га⁻¹ имеет состав 59Б33С8Е и представлен в основном деревьями средней категории высоты. Травяно-кустарничковый ярус с проективным покрытием 50-70% сложен черникой, голубикой, водяникой, багульником, осокой шаровидной и касандрой. Почти сплошной моховой ярус состоит из зеленых и сфагновых мхов. Встречаются пятна лишайников из рода *Cladonia*. Почва торфянисто-подзолисто-глеяватая иллювиально-железистая, песчаная, подстиляется супесями. Мощность подстилки 18.9±5.4 см.

Измерение температуры почвы проводилось на поверхности почвы (среднее из трех измерений) и глубинах 5, 10, 20, 30, 40, 60 см в непрерывном почасовом режиме с 3 июля 2008 г. по 1 ноября 2010 г. Для этого использовали датчики фирмы НОВО (США). Точность измерений до 0.1 °С. На основании этих данных получали среднесуточные температуры, определяли период жизнедеятельности корней. Термоизоплеты по среднесуточным измерениям построены в программе Surfer 6.04. Для определения периода, в течение которого возможен рост корней, основное внимание будет уделено температуре 7-9 °С, при которой наблюдается их интенсивный рост и продолжительность активных (более 10 °С) температур (Орлов, Кошельков, 1971; Бобкова, 1987).

Вегетационные периоды в годы исследований различались по своим погодным условиям. Так, в 2008 г. температура воздуха июня, июля и октября была на 0.6-3.4 °С выше в средней многолетней, тогда как май, август и сентябрь были на 0.4-1.3 °С холоднее. Количество осадков в течение периода вегетации составило 412 мм. Летние месяцы 2009 г. характеризовались незначительными 0.3-0.4 °С отклонениями от нормы, а май, сентябрь и октябрь были теплее на 1.4-3.8 °С. Осадков выпало 465 мм. В 2010 г. отмечалась жаркая погода, а среднемесячные температуры вегетационного периода были выше средних многолетних на 1.4-5.7 °С. За вегетационный период выпало 309 мм осадков, что составило 74% средней многолетней величины.

Начало наблюдений за температурным режимом в 2008 г. совпало со временем интенсивного прогрева почвы и обильным развитием биоты. Средняя температура на нижней границе органогенного горизонта (20 см) в это время составила 9 °С, а на глубине 60 см – 7.5 °С (см. рисунок, А). Таким образом, в начале наблюдения толща почвы являлась уже достаточно прогретой для осуществления процессов жизнедеятельности корневых систем растений. Увеличение температуры в органогенном горизонте продолжалось до начала III декады июля, достигнув среднесуточного значения 11.2 °С. На глубине 60 см максимальная величина температуры наблюдалась в середине III декады июля и составила 9.5 °С. Далее следовало понижение температуры почвы по всему профилю до середины II декады августа, обусловленное холодной погодой. Затем наблюдалось некоторое повышение, а с начала сентября происходило постепенное снижение.

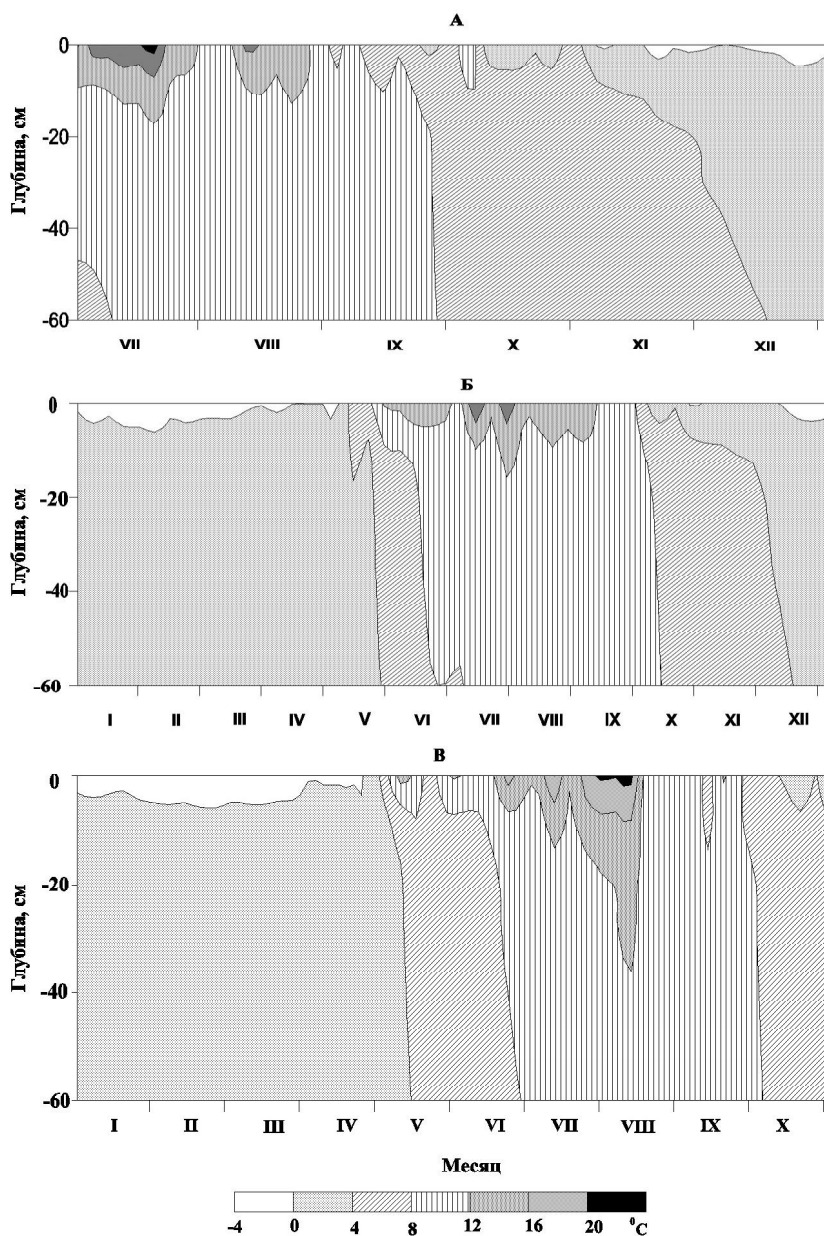
Отрицательные температуры на поверхности почвы имели место в I декаде ноября, но они держались недолго. Начиная с конца II декады ноября отрицательные температуры на поверхности почвы продолжались до конца 2008 г. В это время температура в органогенном горизонте понизилась до 2.8, а на глубине 60 см до 3.5 °С.

В 2009 г. отрицательные температуры на поверхности почвы продолжались до конца I декады мая (см. рисунок, Б). Отрицательных значений температуры в ризосфере почвы в это время не выявлено, хотя температура понизилась до 1 °С в органогенном горизонте, а на глубине 60 см до 1.5 °С. В мае и июне происходило интенсивное прогревание почвы, чему способствовало относительно слабое развитие травяно-кустарничкового яруса. Увеличение температуры органогенного горизонта продолжалось до конца июля, а почвы на глубине 60 см до середины I декады августа. Период с благоприятными для роста корней температурами в слое 0-60 см продолжался до конца I декады октября. Кратковременный период с отрицательной среднесуточной температурой был выявлен в конце III декады октября, а постоянно они наблюдались с конца I декады декабря. К концу года среднесуточная температура органогенного горизонта понизилась до 2.5 °С, а на глубине 60 см до 3 °С.

Продолжительность периода с благоприятными температурами для роста корней древесных растений в сосняке чернично-сфагновом, дней

Год	Температура			
	7-9 °С		Более 10 °С	
	Подстилке	Слое 0-60 см	Подстилке	Слое 0-60 см
2008	90*	78	48	0
2009	114	106	62	45
2010	101	96	51	22

* Начало периода с этими температурами не выявлено.



Динамика температуры почвы сосняка чернично-сфагнового в 2008 г. (А), 2009 г. (Б), 2010 г. (В).

В 2010 г. отрицательные среднесуточные температуры поверхности почвы продолжались с начала года до середины II декады апреля (см. рисунок, В). Затем началось интенсивное прогревание почвенной толщи, которое продолжалось до середины августа. Максимальная температура на нижней границе органогенного горизонта составила 12.5 °С, а в на глубине 60 см – 11 °С. Сентябрь 2010 г. характеризовался довольно благоприятными термическими условиями, когда температура почвенного профиля 0-60 см была выше 8 °С. На конец наблюдений (1 ноября 2010 г.) температура органогенного горизонта и толщи на глубине 60 см составляла выше 5 °С.

Как показывают данные таблицы, продолжительность периода с благоприятными для роста корней температурами различается в годы ис-

следований. Так, температура органогенного горизонта в 7-9 °С и выше наблюдалась в течение 3.0-3.5 месяцев в различные годы исследования, тогда как на глубине 60 см – 2.5-3.5 месяца. Более благоприятным для осуществления процессов жизнедеятельности корней был 2009 г., менее – 2008 г. Аналогичная картина имеет место и с температурой +10 °С и выше, продолжительность которых составила 2.5-3.0 месяца на органогенном горизонте. На глубине 60 см не поднималась до такой температуры в 2008 г., а в 2009 г. благоприятный период для роста растений длился 1.5 месяца, в 2010 г. – 22 дня.

Таким образом, тепловой режим торфянисто-подзолисто-глеевой иллювиально-железистой почвы спелого сосняка чернично-сфагнового обеспечивает возможность активного роста корней в слое 0-60 см. Более благоприятные условия для жизнедеятельности растений существуют в органогенном горизонте, в котором находится большая часть корневых систем. Выполненное нами исследование продолжает определение теплового режима болотно-подзолистых почв и связанные с ним функции лесных экосистем европейского северо-востока России.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 10-04-00067-а) и программы Президиума РАН №16 «Окружающая природная среда в условиях изменяющегося климата: экстремальные природные явления и катастрофы».

ЛИТЕРАТУРА

- Бобкова К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1987. 157 с.
- Галенко Э.П. Фитоклимат и энергетические факторы продуктивности хвойного леса европейского Севера. Л.: Наука, 1983. 129 с.
- Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. М., 1971. 58 с.
- Леса Республики Коми / Под ред. Г.М. Козубова, А.И. Таскаева. М., 1999. 332 с.
- Молчанов А.А. Лес и климат. М.: Наука, 1961. 279 с.
- Орлов А.Я., Кошельков С.П. Почвенная экология сосны. М.: Наука, 1971. 324 с.
- Mellander P.-E., Laudom H., Bishop K. Modelling variability of snow depths and soil temperatures in Scots pine stands // Agricultural and Forest Meteorology, 2005. Vol. 133. P. 109-118.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ В КАТЕННОМ РЯДУ ТЕРМАЛЬНОГО УРОЧИЩА ПЫМВАШОР (ПОЛЯРНОЕ ПРЕДУРАЛЬЕ)

Т.В. Романис

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: romanisttka@gmail.com

Цель настоящей работы – изучение морфологического строения почв по элементам катены термального урочища Пымвапор. Термальные источники Пымвапор находятся в пределах понижения рельефа местности на западной окраине гряды Чернышева по левому берегу Адзвы там, где она образует излучину, и направление ее течения меняется с юго-восточного на юго-западное. Это понижение имеет форму, близкую к прямоугольнику, вытянутому в северо-восточном направлении, длиной до 8 км и шириной с северо-запада на юго-восток от 2,5 до 3 км. Сами источники приурочены к полосе развития нижнекаменноугольных известняков (Гидрогеология СССР, 1970). Всего в урочище насчитывается восемь источников в трех выделенных термальных зонах с различной температурой вод (максимально до 28,5 °С) (см. рисунок). На исследованной территории отсутствуют многолетнемерзлые породы (ММП), хотя сам объект находится в пределах зоны распространения островных и редко-островных ММП.

Многочисленные исследования процессов гидротермального почвообразования проведены в Исландии, Камчатке, Чукотке (Герасимов, Чичагова, 1964; Гептнер, 2006; Геннадиев и др., 2007 и др.). Температурное воздействие способствует формированию интразональных почв, изменяя их геохимические и морфологические характеристики. Сравнение уровня трансформации почвенного покрова при различной интенсивности температурного фактора в дальнейшем позволит оценить степень генетического своеобразия и на этой основе подойти к определению их классификационного положения. В свете высказанной теории для территории европейской Субарктики урочище Пымвапор представляет особое значение.

Исследования проведены в два этапа. Первый заключался в проведении зимней комплексной экспедиции, целью которой являлось выявить в урочище Пымвапор зимние почвенные талики и вынести их контуры на карту. Наше предположение, что такие талые участки имеют сравнительно высокую температуру и не замерзают даже при сильных морозах, подтвер-

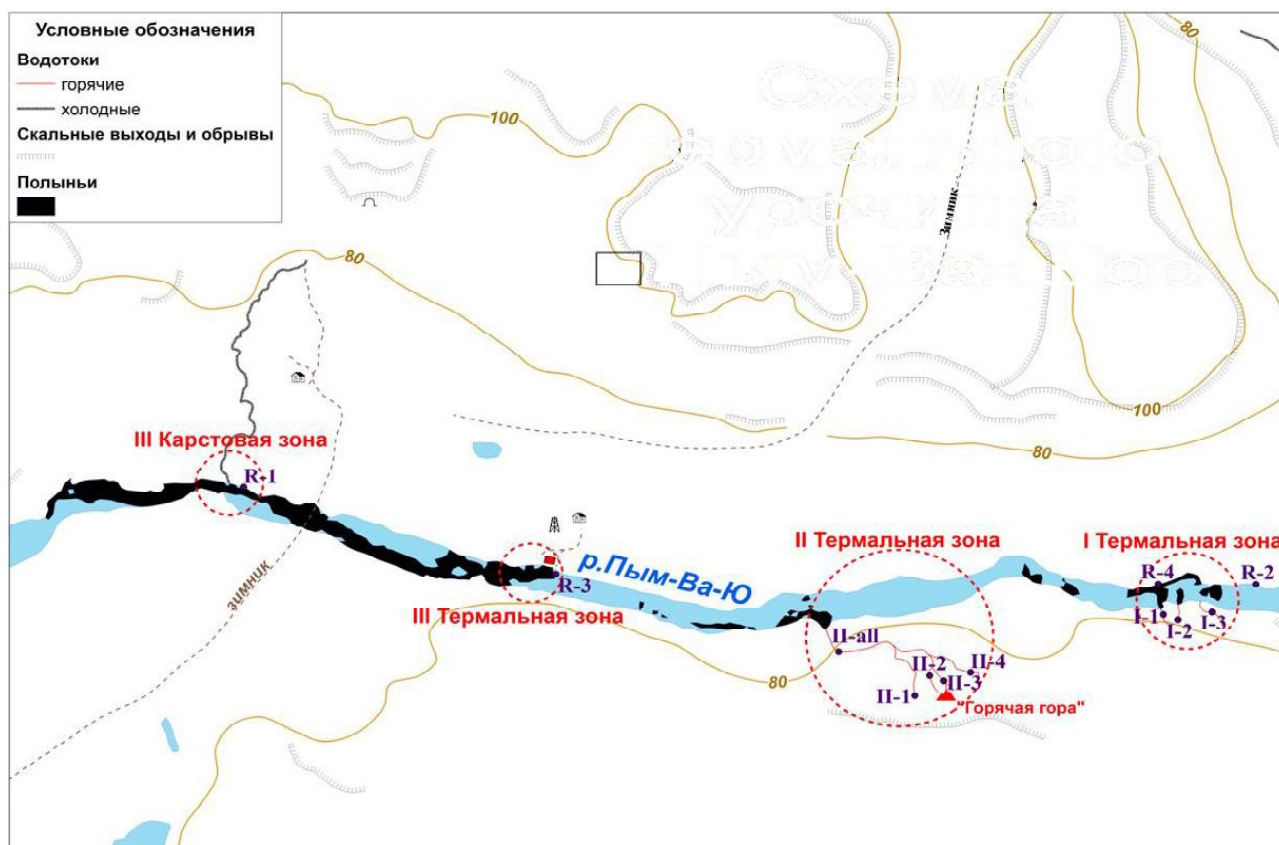


Схема термального урочища Пымвапор.

дилось. Второй этап – летние исследования позволили изучить почвенные профили выделенных участков почв и отобрать пробы по горизонтам. На основании данных зимних наблюдений и геоботанического летнего описания исследовали точки, расположенные по катене на склоне протяженностью около 85 м с перепадом высот 31 м.

Разрез I заложен на вершине склона (высота 110 м) в можжевельно-ерниково-кустарничковой тундре. Разрез II заложен на территории первого талика (высота 84 м). Представлено осоково-злаковое луговое болото. Растительный покров фрагментарный. Разрез III заложен на территории второго талика (высота 79 м), где расположен разнотравно-кустарничковый луг. Разрез IV заложен на территории березового редколесья ивово-крупнотравно-можжевельного (высота 78 м).

Строение профиля I и II разреза характерно для зональных почв. Среди исследованных образцов выделяются по характеристикам почвы близ термальных полей (разрез II и III), развивающиеся на склоне, первоначально непригодном для поселения растительности и почвообразования в силу неблагоприятных температурных и ландшафтных условий. На поверхности почв сформировались маломощные (от 1-2 до 6-7 см) органогенные горизонты, сменяющиеся постепенно оглеенными горизонтами. При дальнейшем длительном воздействии возможно формирование гидротермальных глин без признаков почвообразования. Самостоятельные гумусово-аккумулятивные горизонты в профиле рассматриваемых почв имеют очень малую мощность (менее 10 см). Общая мощность почвенного профиля не превышает 50 см. Для II и

III разрезов характерно стремление к утяжелению гранулометрического состава, что также свидетельствует о возможной их трансформации под воздействием температурных факторов. Для дальнейшего определения классификационного положения требуется провести ряд химических анализов.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 10-04-00897, междисциплинарного проекта УрО РАН «Ландшафтно-зональные условия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере», ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МД-4164.2011.5.

ЛИТЕРАТУРА

Геннадиев А.Н., Гептнер А.Р., Жидкин А.П., Чернянский С.С., Пиковский Ю.И. Экзотемпературные и эндотемпературные почвы Исландии // Почвоведение, 2007. № 6. С. 661-675.

Гептнер А.Р., Ивановская Т.А., Покровская Е.В. Гидротермально измененные глинистые осадки рифтовой зоны Исландии (влияние микробиоты на накопление малых элементов) // Литология и полезные ископаемые, 2006. № 4. С. 371-384.

Герасимов И.П., Чичагова О.А. Субарктические торфянисто-дерновые вулканические почвы Исландии // Генезис и география почв зарубежных стран по исследованиям советских географов: Матер. VIII Международ. конгресса почвоведов. М., 1964. С. 111-128.

Гидрогеология СССР. Т. 42. Коми АССР и Ненецкий национальный округ Архангельской области РСФСР. М.: Недра, 1970. С. 180-191.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВЕРХОВОГО ТОРФА ПО ОТНОШЕНИЮ К НЕСИММЕТРИЧНОМУ ДИМЕТИЛГИДРАЗИНУ

М.П. Семушина, А.Ю. Кожевников

Северный (Арктический) федеральный университет

E-mail: tph.agtu@mail.ru

В результате ведения в России ракетно-космической деятельности происходит загрязнение районов падения первых ступеней ракет-носителей токсичными компонентами ракетных топлив. До последнего времени в качестве ракетного топлива использовался несимметричный диметилгидразин (НДМГ), представляющий серьёзную угрозу для окружающей среды. НДМГ является веществом первого класса опасности, обладает токсичными и мутагенными свойствами, способен накапливаться в экосистемах и давать при разложении высокотоксичные продукты. Для исследования процессов загрязнения, происходящих при попадании НДМГ в почву, а в заболоченных регионах – в торф, не-

обходимо изучение сорбционных свойств как самого торфа, так и его компонентов.

Сорбционные свойства торфа обусловлены наличием в структуре таких функциональных групп, как аминные, амидные, спиртовые, альдегидные, карбоксильные, карбоксилатные, кетонные, фенольные, хинонные, пептидные и метоксильные; а также полимолекулярных ассоциатов: гуминовых веществ и лигнина (Наумова и др., 2003). Гуминовые вещества (в основном гуминовые и фульвокислоты) способны связывать в прочные комплексы различные экотоксиканты в загрязнённых водных и почвенных средах, что приводит к изменению форм существования экотоксикантов и их миграции.

Характеристики исходного образца верхового торфа

Влажность, %	Органическое вещество, %	Зольность, %	pH _{кка}	Элементный состав, % а.с.в.			Функциональный состав, мг-экв./г			
				C	H	O+S+H	COOH	OH	COOH+OH	CO
17.87±0.2	96.05±0.24	3.95±0.01	2.9±0.1	41.36±2.07	7.02±0.35	51.62±2.58	2.21±0.12	0.84±0.04	3.05±0.15	2.30±0.08

онной способности, уменьшению биодоступности и токсичности (Перминова, Жилин, 2004).

Цель данной работы – выявление основных факторов, влияющих на процесс сорбции НДМГ торфом и его компонентами.

В качестве основных факторов, оказывающих влияние на процесс сорбции НДМГ верховым торфом, были выбраны: продолжительность контакта фаз, концентрация раствора, температура, pH, ионная сила раствора.

Объектом исследования является верховой торф низкой степени разложения ($R = 5\%$), состоящий в основном из сфагновых мхов и опада пушицы. Торф характеризовали по показателям влажности (ГОСТ 28268-89), содержанию органического вещества (ГОСТ 26213-91), зольности (ГОСТ 27784-88), потенциальной кислотности (ГОСТ 26483-85), функциональному и элементному составу (Закис, 1975; Климова, 1975). Характеристика химической природы верхового торфа представлена в табл. 1.

Исследования сорбции НДМГ торфом проводились в статических условиях при соотношении твердой и жидкой фаз 1: 625. Измерение равновесной концентрации НДМГ выполнялось методом ионной хроматографии с помощью ВЭЖХ системы с амперометрическим детектированием для определения гидразинов (НПКФ «Аквилон», г. Москва).

Сорбционные процессы, протекающие в статических условиях вне зависимости от природы взаимодействия между сорбентом и сорбируемым веществом, характеризуются достаточно медленными скоростями протекания, что связано в первую очередь с диффузией, обуславливающей проникновение сорбируемого вещества вглубь структуры сорбента. Поэтому одним из важных факторов, оказывающих влияние на процесс сорбции, является продолжительность контакта фаз.

С целью определения времени достижения сорбционного равновесия проведена сорбция НДМГ из раствора верховым торфом во времени. Установлено, что время достижения сорбционного равновесия в системе сорбент–раствор составляет 30 мин.

Важную роль при изучении процессов сорбции играет кислотность среды, определяющая состояние и реакционную способность функциональных групп сорбента. От кислотности среды также зависит форма существования сорбируемого вещества в растворе (ионная, молекулярная, коллоидная), изменяя которую можно

управлять процессом сорбции. Поэтому, для определения сорбционных свойств исследуемого объекта проводились эксперименты по изучению зависимости процесса сорбции от pH раствора (рис. 1). Исследования проводились при концентрации рабочего раствора НДМГ – 1 г/л (16.7 ммоль/л) и температуре 25 °С. Необходимую кислотность среды (pH = 3÷9) создавали с помощью универсальных буферов. Экспериментальные результаты выражали в виде величины сорбируемости НДМГ (C_E , ммоль/г) по формуле (1):

$$C_E = \frac{(C_O - C_P) \cdot V}{g}, \quad (1)$$

где C_E – количество сорбированного НДМГ, ммоль/г; C_O , C_P – исходная и равновесная концентрации НДМГ в растворе соответственно, ммоль/л; V – объем раствора, л; g – масса сорбента, г.

Как видно из рисунка, зависимость сорбции НДМГ от pH раствора имеет экстремальный характер. В области pH около 6.0 НДМГ является наиболее реакционно-способным по отношению к функциональным группам торфа.

Как известно, большое влияние на сорбционные процессы оказывает ионная сила водной фазы, а также состав электролита. Нами получены зависимости сорбции НДМГ от ионной силы, которую регулировали с помощью различных солей электролитов. Исследовано влияние анионного (рис. 2) и катионного (рис. 3) составов электролита, при этом изменялся как радиус ионов, так и их заряд. Эксперимент проводили при тех же условиях. Значения pH изначально составляли 5.9, при увеличении концентрации электролита pH снижалось до 5.5.

В зависимости от состава электролита все ионы можно расположить в ряд по убывающей степени сорбции НДМГ:

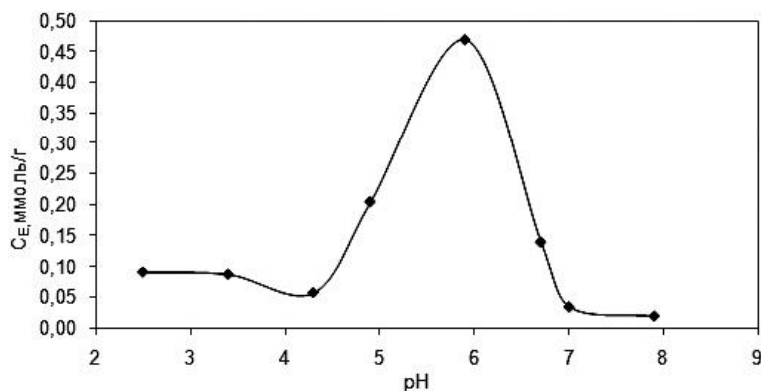


Рис. 1. Зависимость сорбции НДМГ верховым торфом от pH раствора.

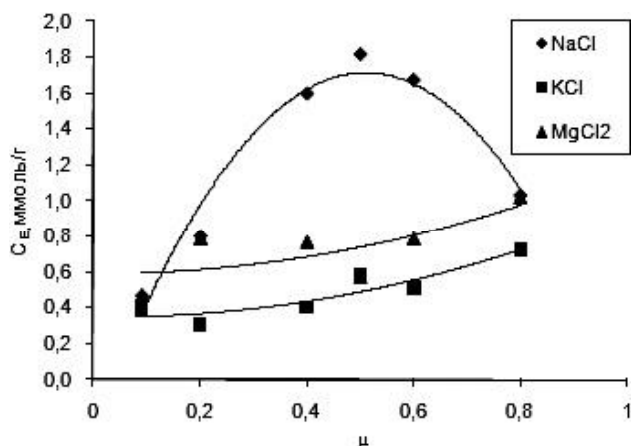


Рис. 2. Влияние анионного состава электролита на процесс сорбции НДМГ верховым торфом.

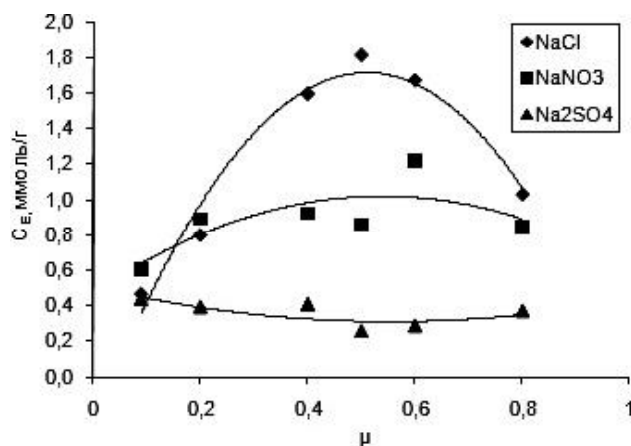


Рис. 3. Влияние катионного состава электролита на процесс сорбции НДМГ верховым торфом.

Радиус иона, нм

$\text{Cl}^- > \text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-}$: 0.181; 0.189; 0.230.

$\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$: 0.098; 0.074; 0.133.

Наиболее интенсивно сорбция НДМГ протекает в случае применения солей с меньшим радиусом и зарядом ионов. Это может быть связано с тем, что для ионов с большим радиусом и зарядом сильнее проявляется эффект экранирования поверхности торфа. Согласно литературным данным (Алосманов, 2010), для процессов сорбции, протекающих по механизму ионного обмена, увеличение ионной силы раствора приводит к снижению степени сорбции. Результаты эксперимента показали различный характер зависимостей сорбции НДМГ от ионной силы раствора, что, вероятно, связано с влиянием сложных процессов хемосорбции, физической сорбции и ионного обмена.

Температура также является важным фактором, влияющим на сорбционные процессы. Особенно характерно различное влияние температуры на физическую и химическую сорбцию. На рис. 4 приведены изотермы сорбции НДМГ верховым торфом при различных температурах.

Эксперимент проводился в диапазоне концентраций НДМГ 0.2-1.0 г/л (3.33-16.67 ммоль/л); температура варьировала в диапазоне от 278 до

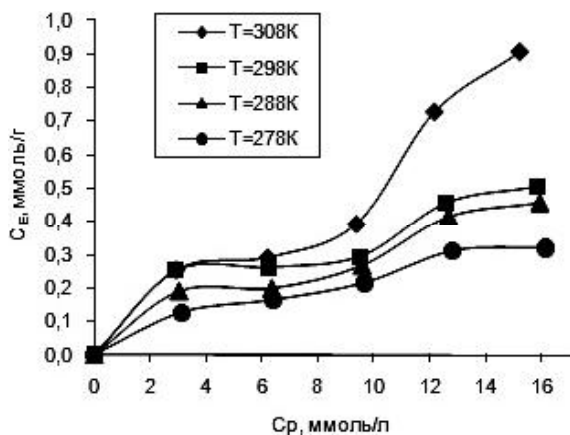


Рис. 4. Зависимость сорбции НДМГ от температуры.

308 К; значение pH поддерживалось на уровне 5.5-6.0. Описание полученных S-образных изотерм проводилось в соответствии с теорией полимолекулярной адсорбции, предложенной С. Брунауэром, П. Эмметом и Э. Теллером (теория БЭТ). Для расчета сорбционных параметров, представленных в табл. 2, использовалось уравнение изотермы адсорбции БЭТ (для адсорбции из растворов):

$$G = G_{\infty} \frac{K}{\left(1 - \frac{c}{c_s}\right) \left[1 + (K-1) \frac{c}{c_s}\right]} \frac{c}{c_s}, \quad (2)$$

где G_{∞} – предельная мономолекулярная адсорбция, ммоль/г; c – равновесная концентрация адсорбтива, ммоль/л; c_s – концентрация насыщенного раствора, ммоль/л; K – константа, зависящая от энергии взаимодействия молекул в адсорбционном слое (3).

$$K = K_0 \cdot e^{q/RT}, \quad (3)$$

где K_0 – предэкспоненциальный множитель; q – теплота адсорбции, кДж/моль; R – универсальная газовая постоянная, кДж/мольК; T – температура, К.

Установлено, что с увеличением температуры значение предельной сорбции возрастает. Это характерно для хемосорбции, так как происходит активизация активных центров сорбента. Подтверждением этого заключения служит рассчитанная величина теплоты адсорбции, которая составила (-200.61) кДж/моль. Из результатов расчета следует, что процесс сорбции НДМГ верховым торфом является эндотермическим; значение теплоты адсорбции характерно для

Таблица 2
Параметры сорбции НДМГ верховым торфом

T, K	G_{∞} , ммоль/г	K
278	0.2868	1.900
288	0.3871	1.795
298	0.4361	2.652
308	0.6943	1.181

теплот химических реакций (40-400 кДж/моль), следовательно, процесс является хемосорбционным.

ЛИТЕРАТУРА

Алосманов Р.М. Исследование процесса сорбции ионов свинца фосфорсодержащим полимерным сорбентом // *Современные наукоемкие технологии*, 2010. № 5. С. 28-33.

Закис Г.Ф., Можейко Л.Н., Тельшева Г.М. Методы определения функциональных групп лигнина. Рига, 1975. 176 с.

Климова В.А. Основные микрометоды анализа органических соединений. М., 1975. 224 с.

Наумова Л.Б., Горленко Н.П., Казарин А.И. Обменные катионы и их влияние на гидрофильность торфа // *Химия растительного сырья*, 2003. № 3. С. 51-56.

Перминова И.В., Жилин Д.М. Гуминовые вещества в контексте зеленой химии // *Зеленая химия в России*. М., 2004. С. 146-162.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОСЪЕМКИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕПЛОВЫХ АНОМАЛИЙ

Н.Г. Скютте

Институт экологических проблем Севера АНЦ УрО РАН

E-mail: malachka@yandex.ru

В последние годы значительную роль в развитии аэрокосмических методов исследований Земли играет тепловая съемка, основанная на регистрации температуры земной поверхности. Для интерпретации и подтверждения достоверности и качества данных тепловой аэрокосмической съемки необходим высокий уровень наземного аппаратурно-методического обеспечения таких исследований (Попов и др., 1993).

В 2010 г. при поддержке гранта РФФФ (09-04-05010-6) нашим Институтом был приобретен портативный компьютерный термограф «ИР-ТИС-2000А» (далее – термограф). Термограф разработан ведущим российским производителем инфракрасных приборов и представляет собой комплект инфракрасной камеры и программного обеспечения. Камера регистрирует собственное инфракрасное излучение поверхности объекта, позволяя обнаружить отклонения распределения температуры бесконтактным методом. В режиме реального времени данные с инфракрасной камеры поступают на портативный компьютер типа «netbook» с последующей их обработкой в программе, которая предназначена для обеспечения визуализации измерения тепловых полей, а также для хранения и обработки термограмм.

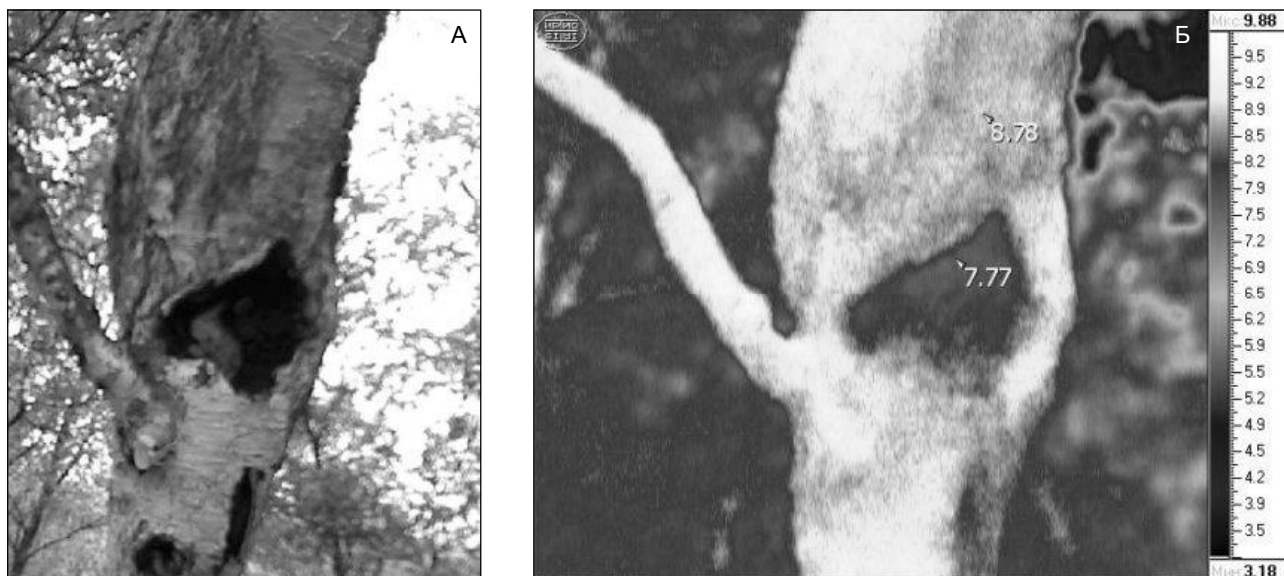
Апробирование оборудования проведено в 2010 г. при комплексных экспедиционных исследованиях в двух регионах. Цель наших исследований – измерение теплового поля различных объектов природного и антропогенного происхождения в инфракрасном диапазоне в комплексе с фото и видеосъемкой.

Дополнительно использовали контактный метод для верификации полученных данных. Проверка заключалась в проведении контрольных замеров объектов термометром ТК-5.06, традиционно применяемым нами при подобных исследованиях. Данный термометр показал температуру поверхности объектов, соответствующую показаниям термографа, что позволяет говорить о достоверности бесконтактных термо съемок.

Первый исследуемый район – Соловецкие острова Архангельской области. В июне месяце были проведены термосъемки ряда природных объектов. На полученных с помощью термографа снимках в инфракрасном диапазоне выявлены природные температурные контрасты ключевых участков Большого Соловецкого острова. Данные термоснимки позволили дистанционно оценить температурные градиенты объектов. На таких объектах изучения, как озеро Лесное и Варваренское по температурным данным полученных с помощью термографа мы подтвердили, что температуры у берегов выше, так как меньше глубина, соответственно вода прогревается быстрее. Нами также проведены съемки таких объектов, как муравейники. На термоснимках видно пространственное распределение тепла в муравейнике. Съемка термографом позволила показать понижение температур в месте развития порока ствола дерева из-за омертвления поверхностных тканей (см. рисунок).

Обследование объектов антропогенного происхождения, таких как мусорные свалки, позволило наглядно продемонстрировать признаки протекания физико-химических процессов. Получены термоснимки небольшой по площади мусорной свалки в районе Петербургской гостиницы и основной островной свалки. Так как в состав свалки входят и бытовые, и пищевые отходы, то можно увидеть повышение температуры этого участка как за счет гниения отходов, так и за счет более быстрого нагревания какого-либо металлического и пластикового мусора.

Во время проведения исследований по визуализации тепловых аномалий на Большом Соловецком острове возник интерес провести тепловые съемки в местах выходов на поверхность термальных вод. В августе-сентябре 2010 г. мы провели тепловую съемку термальных источников в урочище Пымвашор на востоке Большеземельской тундры (Ненецкий автономный ок-



Фотоснимок места развития порока ствола дерева (А), термоснимок места развития порока ствола дерева (Б).

руг). Во время проведения исследований в местах выходов на поверхность термальных вод стояла задача выявить с помощью термографа и визуализировать тепловые аномалии. По термоснимкам урочища Пымвашор были точно определены места выходов термальных вод. Термограф позволил оценить температурные контрасты урочища, а именно контраст температур вод источников и земной поверхности. Благодаря программному обеспечению термографа, в полевых условиях были определены температурные показатели воды источников, выявлено распространение теплых вод по течению р. Пымвашор.

Таким образом, изучение природных крупных и мелких объектов с помощью метода термографии – очень важное направление в изучении температурных параметров поверхности любого объекта, будь он природного или антропогенного происхождения. Портативный ком-

пьютерный термограф «ИРТИС-2000А» позволяет дистанционно определить и измерить тепловое поле поверхности любого объекта и, что самое главное, без каких-либо вмешательств непосредственно в сам объект.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № (09-04-05010-6), 10-04-00897, междисциплинарного проекта УрО РАН «Ландшафтно-зональные условия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере», ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых ученых МД-4164.2011.5.

ЛИТЕРАТУРА

Попов Ю.А., Коростелев В.М., Федоров Ю.И. Аппаратный комплекс для теплофизических исследований гелиотермозоны. М.: Наука, 1993. С. 384-391.

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ГОРОДА УЛАН-БАТОР

О.И. Сорокина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

E-mail: olga.i.sorokina@gmail.com

Состояние растительности является чувствительным индикатором загрязнения окружающей среды. В условиях города поллютанты поступают в растения как из почвы, так и с атмосферными выпадениями и газопылевыми выбросами. Видовые особенности, морфология растений и их листьев, место произрастания, положение относительно источника загрязнения – все эти факторы оказывают влияние на аккумуляцию и деконцентрацию поллютантов. Содержание

микроэлементов (МЭ) в растениях – комплексный показатель, отражающий загрязнение почвы и приземного слоя атмосферы (Баргальи, 2005). Цель данной работы – определить степень антропогенной трансформации городских древесных растений и выявить различия по функциональным зонам города.

Город Улан-Батор – столица Монголии – расположен в дренируемой р. Тола горной котловине со своеобразной воздушной циркуляцией:

при резко континентальном климате летом здесь господствует западный перенос, зимой – штилевая погода за счет устойчивых температурных инверсий. Годовое количество осадков составляет 240-260 мм, из которых до 90% выпадают в течение июля-августа и имеют ливневой характер, что способствует вымыванию МЭ из листьев и хвои. На исследуемой территории распространены сланцы и глины, обогащенные Fe, Mn, Cr, Co, Pb, Ni, Ti, а также граниты, песчаные отложения и речной аллювий, которые обеднены МЭ. Почвы представлены каштановыми и темно-каштановыми, горно-таежными и аллювиальными. Естественная растительность на территории города практически сведена, преобладают древесные насаждения, состоящие из тополя (*Populus laurifolia*) и лиственницы (*Larix sibirica*), причем первый имеет намного более широкое распространение на территории города (Экогеохимия..., 1995).

В настоящее время площадь Улан-Батора составляет 4704.4 км², население – 1044500 чел. К источникам загрязнения города относятся топливно-энергетический комплекс, промышленные предприятия, автотранспорт, коммунально-бытовые отходы. Постоянно растет численность населения (36-38 тыс. чел./год), число автомобилей (около 6 тыс./год), развивается промышленность (Нийслэл..., 2008).

В 2008 г. нами было проведено опробование вегетативных органов древесных растений на территории города (21 образец хвои и 82 образца листьев) и на фоновых участках – в заповедниках (два образца хвои и четыре образца листьев). Пробы отбирались в течение одной фенологической фазы, после пятидневного бездождевого периода с деревьев примерно одного возраста, затем высушивались в течение суток при $t = 75-80^{\circ}\text{C}$, причем листья тополя перед этим промывались водой. Масс-спектральным и атомно-эмиссионным методами с индуктивно-связанной плазмой было определено валовое содержание элементов I-го (As, Cd, Pb, Zn), II-го (Co, Ni, Mo, Cu, Cr) и III-го (V, Sr) классов опасности¹.

В результате исследований выяснилось, что в фоновых условиях концентрации всех МЭ, кроме Sr, Co и As в листьях тополя и в хвое лиственницы довольно близки. Региональная биогеохимическая специализация древесной растительности относительно средних концентраций МЭ в ежегодном приросте фитомассы (Добровольский, 1998) выражается формулами:

$$\frac{As_{4,0}Sr_{3,6}Co_{3,3}Cd_{2,3}Cr_{1,2}}{Zn_{1,3}Cu_{1,7}Ni_{1,7}Mo_{3,3}Pb_{3,3}V_{3,3}} - \text{для тополя}$$

$$\text{и } \frac{Sr_{2,4}As_{1,7}Cr_{1,4}}{Ni_{1,1}Cu_{1,4}Zn_{2,0}Co_{2,5}Pb_{2,5}Cd_{3,3}V_{5,0}Mo_{12,5}} - \text{для лиственницы (в числителе даны концентрирующие-}$$

ся элементы, в знаменателе – деконцентрирующиеся). Содержание большинства элементов в растениях фоновых территорий ниже, чем среднемировые значения. По-видимому, это связано с уменьшением интенсивности биологического поглощения элементов в аридных областях, а также с преобладанием при расчете мировых кларков данных по растениям гумидных ландшафтов, где интенсивность поглощения элементов выше.

Ряды накопления (см. таблицу) строятся на основе абсолютных содержаний МЭ и дают представление об изменении количественного и качественного состава растений в городских ландшафтах по сравнению с природными. В листьях тополя во всех зонах города содержание Cd увеличивается, а Co – уменьшается на порядок. Снижается содержание Cr в рекреационной и юрточной зонах, As и V – во всех зонах города, причем в промышленной зоне концентрации V падают в десятки раз, а в рекреационной зоне оказываются ниже пределов обнаружения. Содержание Sr, Zn, Cu, Cr, Ni, Mo варьирует в пределах одного порядка. В хвое лиственницы на порядок увеличиваются концентрации Sr, Mo, Pb во всех функциональных зонах города, Cd – только в промышленной зоне, V – во всех, кроме промышленной. Содержание остальных МЭ изменяется в пределах одного порядка, снижения концентраций не наблюдается. Таким образом, при антропогенной нагрузке в условиях города происходит изменение микроэлементного состава органов растений, при этом происходит как аккумуляция, так и деконцентрация МЭ.

Для анализа трансформации микроэлементного состава хвои лиственницы и отмытых листьев тополя были рассчитаны коэффициенты концентрации и деконцентрации $Kc = Ca/Cф$ и $Kp = Cф/Ca$, где $Cф$, Ca – концентрации элемента в фоновых и городских растениях соответственно (Геохимия..., 1990). Накопление поллютантов в городской растительности можно охарактеризовать формулами:

$$\frac{Zn_{3,1}Cd_{3,1}Mo_{2,8}Pb_{2,1}Sr_{1,4}Cu_{1,3}}{Ni_{1,1}As_{1,7}Cr_{1,9}Co_{2,4}V_{2,8}} - \text{для тополя}$$

$$\text{и } \frac{Mo_{1,7}V_{4,9}Pb_{2,8}Cd_{3,9}As_{3,6}Co_{2,4}Zn_{1,9}Cu_{1,4}Sr_{1,4}Cr_{1,1}}{Ni_{1,1}} - \text{для}$$

лиственницы (индекс в числителе – Kc, в знаменателе – Kp).

В городской среде в целом в листьях тополя наблюдаются накопление Zn, Cd, Mo (Kc = 3.0), Pb (2.0), околофоновые содержания Sr, Cu, Ni, As, деконцентрация Cr (Kp = 2.0), Co (2.5), V (3.0). В хвое лиственницы большинство элементов с разной интенсивностью накапливается, для Cu, Sr, Cr, Ni характерны околофоновые концентрации. В рекреационной зоне листья топо-

¹ Данные предоставлены автору Совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедицией Института проблем экологии и эволюции РАН.

Ряды накопления элементов в листьях тополя и хвое лиственницы
 фоновых территорий и функциональных зон г. Улан-Батор

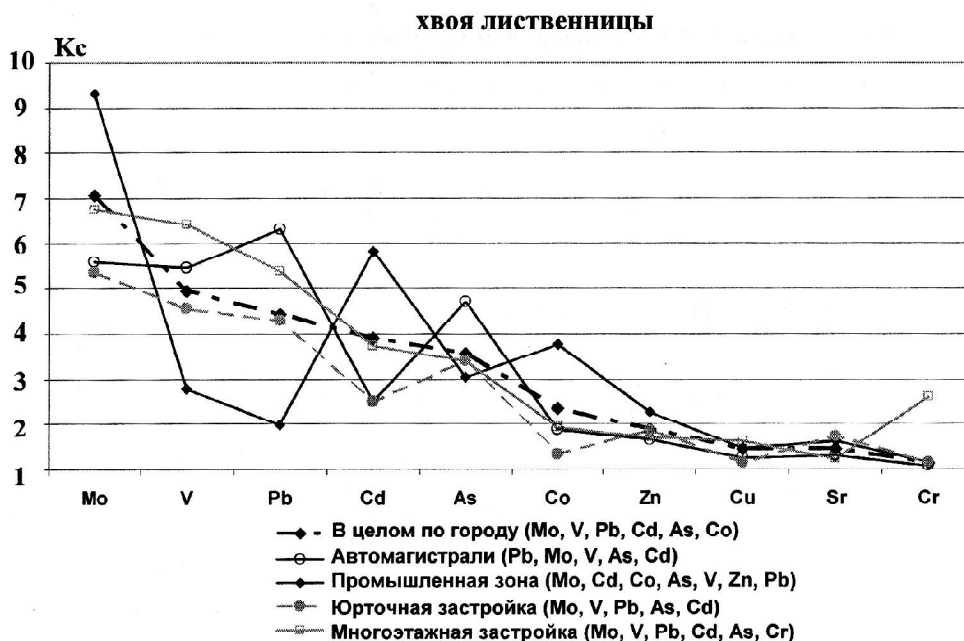
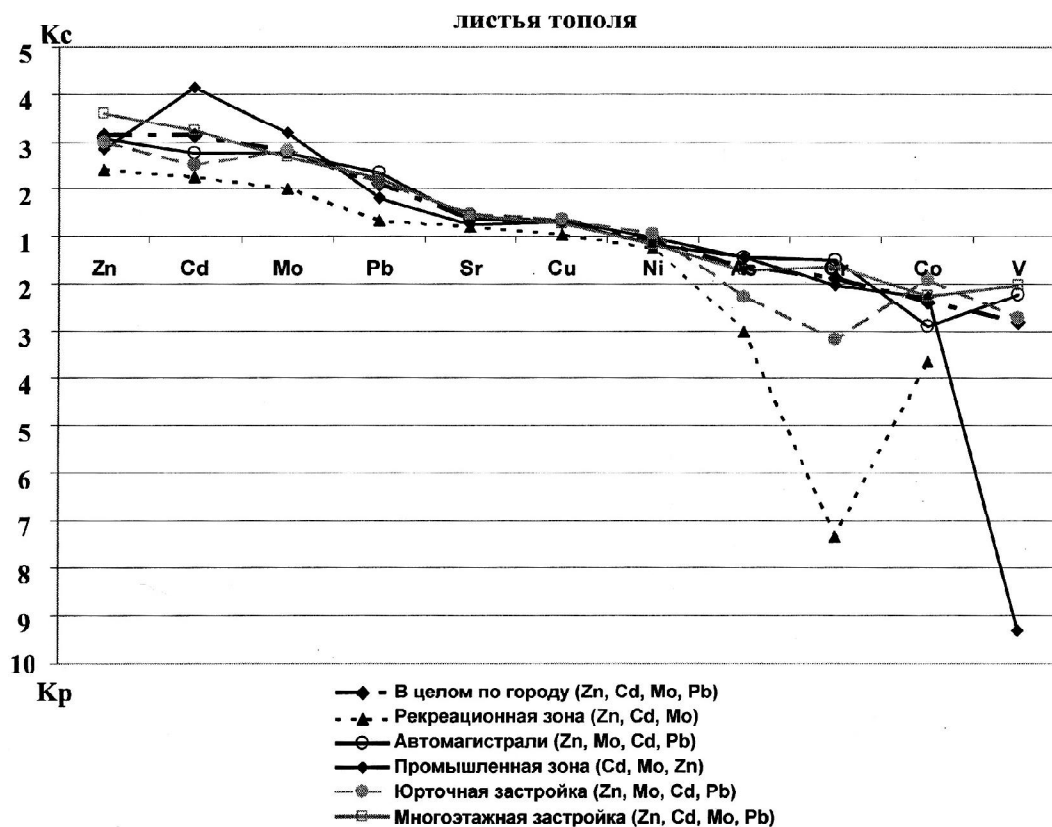
Территория (число проб)	n·100	n·10	n	n·10 ⁻¹	n·10 ⁻²
Тополь (<i>Populus laurifolia</i>)					
Фоновые территории (2)	Sr	Zn	Cu>Cr>Co>Ni	As>V>Pb>Mo	Cd
Функциональные зоны города					
рекреационная (5)	Sr	Zn	Cu>Ni	Pb>Co>Mo>Cr>Cd>As	–
юрточной застройки (12)	Sr	Zn	Cu>Ni	Co>Pb>Cr>Mo>As>Cd>V	–
многоэтажной застройки (27)	Sr	Zn	Cu>Cr>Ni	Pb>Co>Mo>As>Cd>V	–
влияния крупных автомагистралей (20)	Sr	Zn	Cu>Cr>Ni	Pb>Co>Mo>As>Cd>V	–
промышленная (18)	Sr	Zn	Cu>Cr>Ni	Co>Pb>Mo>As>Cd	V
Городские, в целом (82)	Sr	Zn	Cu>Cr>Ni	Pb>Co>Mo>As>Cd>V	–
Лиственница (<i>Larix sibirica</i>)					
Фоновые территории (4)	–	Sr>Zn	Cu>Cr>Ni	Pb>V>Co>As	Mo>Cd
Функциональные зоны города					
рекреационная (0)	–	–	–	–	–
юрточной застройки (3)	Sr	Zn	Cu>Cr>Pb>V>Ni	As>Co>Mo	Cd
многоэтажной застройки (8)	Sr	Zn	Cu>Cr>Pb>Ni>V	As>Co>Mo	Cd
влияния крупных автомагистралей (4)	Sr	Zn	Cu>Pb>Cr>V>Ni	As>Co>Mo	Cd
промышленная (6)	Sr	Zn	Cu>Cr>Ni>Pb	V>Co>As>Mo>Cd	–
Городские, в целом (21)	Sr	Zn	Cu>Cr>Pb>Ni>V	As>Co>Mo	Cd

Примечание: жирным шрифтом выделены элементы, содержание которых во всех функциональных зонах города увеличивается на порядок.

лей отличаются минимальным накоплением ТМ и As. Происходит их слабое накопление ($K_c \leq 2.5$) и сильная деконцентрация ($K_p = 7.3; 3.3; 3.0$ для V, Co и As соответственно). В зонах юрточной и многоэтажной застройки геохимические спектры для листьев тополя схожи, но Zn и Cd накапливаются менее интенсивно в зоне юрт, возможно, из-за меньшего количества транспорта. В хвое в районах многоэтажной застройки отмечается максимальное содержание Sr ($K_c = 2.6$), для остальных элементов происходит более интенсивное накопление по сравнению с юрточными районами. В транспортной зоне геохимический спектр элементов в листьях тополя практически совпадает со спектрами для жилых районов города. В хвое лиственниц в этой зоне наблюдаются самые высокие по городу значения K_c для Pb (6.3) и As (4.7). В промышленной зоне в листьях тополей выявлено максимальное среди функциональных зон концентрирование Cd ($K_c = 4.1$) и сильное обеднение V ($K_p = 9.3$), содержащимся во многих пробах в количествах ниже предела обнаружения. В хвое лиственниц этой зоны концентрируется Mo ($K_c = 9.3$), Cd (5.8) и Co (3.8). Самые низкие K_c у V (2.8) и Pb (2.0). Максимальное накопление Mo в промышленной зоне связано не только с выбросами, но и с положением зоны в подчиненных позициях рельефа – в пойме р. Тола, куда в условиях степных ландшафтов Mo мигрирует в доступной для растений форме. Высокие концентрации Cd также связаны с легкостью его извлечения из почвенных и воздушных источников. Как следствие, в зоне загрязнения наблюдаются повышенные концентрации этого элемента в листьях и корнях растений (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989).

В результате исследований древесной растительности природный фон Улан-Батора нами был охарактеризован как обедненный относительно среднемировых значений. Ряды накопления показали, что в условиях города концентрации некоторых МЭ возрастают в десятки раз (Cd для тополя, Sr, Pb и Mo для лиственницы), других – уменьшаются (Co для тополя). Проявляются различия в зависимости от функциональной зоны. Нормирование относительно фоновых концентраций с помощью коэффициентов K_c и K_p позволило выявить МЭ, концентрирующиеся (Zn, Cd, Mo, Pb для тополя; Mo, V, Pb, Cd, As, Co для лиственницы) и деконцентрирующиеся (V, Co, Sr для тополя) в условиях антропогенного пресса. Промышленная зона характеризуется самыми высокими коэффициентами концентрации и деконцентрации. В транспортной и селитебной зонах для листьев тополя наблюдаются схожие изменения микроэлементного состава. Для хвои лиственницы загрязнение уменьшается в ряду автомагистрали–многоэтажная застройка–юрточная застройка. В рекреационной зоне для обоих видов наблюдается минимальное превышение относительно фоновых концентраций.

Таким образом, исследование состояния растительности в городе в целом и в отдельных функциональных зонах позволяет оценить антропогенное влияние и выявить геохимическую неоднородность внутри г. Улан-Батор. Кроме того, полученные данные свидетельствуют о том, что различия между функциональными зонами проявляются более четко при использовании в качестве индикатора загрязнения хвои лиственницы.



Биогеохимическая специализация разных функциональных зон г. Улан-Батор; в скобках даны элементы, содержание которых превышает фоновое в два и более раза.

ЛИТЕРАТУРА

- Баргалы Р. Биогеохимия наземных растений. М.: ГЕОС, 2005. 457 с.
- Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сагт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
- Добровольский В.В. Основы биогеохимии: Учебное пособие. М.: Высш. шк., 1998. 413 с.
- Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

Нийслэл хотын эдийн засаг, нийгмийн байдал. Албан ёсны статистикийн мэдээллээр бэлтгэсэн 2008 оны 5-р сарын танилцуулга / Статистикийн газар. УБ, 2008. 23 с. (Статистический бюллетень Управления статистики г. Улан-Батор за май 2008 г.).

Экогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Н.С. Касимова М.: Изд-во МГУ, 1995. 336 с.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ В ЗЕЛЕНых НАСАЖДЕНИЯХ ГОРОДА СЫКТЫВКАР

А.О. Тимушев, Н. А. Мингалева*, С.В. Пестов**

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: myforest@mail.ru

* Администрация МО ГО «Сыктывкар»

E-mail: mingaleva_n.a@mail.ru

** Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: pestov@ib.komisc.ru

В озеленении городов России широко применяются тополевые насаждения. Однако опыт использования тополя показал, что наряду с быстрым ростом, хорошим вегетативным размножением, устойчивостью к загрязнению воздуха он характеризуется недолговечностью, необходимостью специальных приемов ухода за насаждениями, направленных на формирование кроны и борьбу с его плодоношением, а также высокой повреждаемостью болезнями и вредителями. Для решения вопросов оптимизации зеленых насаждений необходимым условием является проведение мониторинга их состояния (Мозолевская, 2000). Важнейшей составной частью системы мониторинга зеленых насаждений городов является фитопатологический мониторинг. Цель настоящей работы – определение степени пространственно-временных изменений повреждения листового аппарата тополя в зеленых насаждениях г. Сыктывкар.

Сбор материала проводился в начале августа 2009 и 2010 гг. в соответствии с ранее принятой нами методикой (Пестов, 2008). Фитопатологическое состояние листьев тополя оценивалось на 15 участках внутриквартального озеленения (рис. 1) и на девяти участках-трансектах вдоль оживленных городских улиц: № 18 – ул. Коммунистическая (от ул. Морозова до Октябрьского проспекта); № 19 – ул. Коммунистическая (от Октябрьского проспекта до ул. Интернациональная); № 20 – Октябрьский проспект; № 21 –

ул. Куратова; № 22 – ул. Бабушкина; № 23 – ул. Оплеснина; № 24 – ул. Катаева; № 25 – ул. Морозова; № 26 – ул. Димитрова. Каждая выборка включала в себя 100 листьев (по 10 листьев с 10 деревьев). Сравнение фитопатогенного состояния древесных растений в разных парках проводилось по доле листьев поврежденных отдельными группами повреждений и на основе интегрального показателя «число повреждений на лист» U_i :

$$U_i = \frac{\sum n_i}{N},$$

где n_i – число листьев в выборке поврежденных i -типом повреждения, N – общее число листьев в выборке.

Для выявления пространственной структуры комплекса вредителей и болезней использован кластерный анализ. Для определения пространственно-временных изменений повреждений был использован двухфакторный дисперсионный анализ (Коросов, Горбач, 2007). В качестве зависимых переменных использовали долю листьев, поврежденных различными группами вредителей. В качестве факторов рассматривали «Год наблюдений» и «Участок пробоотбора» (Пестов, 2010).

Структура повреждений листьев тополя, произрастающего вдоль городских улиц и внутри городских кварталов, значительно отличается. Факторами, определяющим различия между этими типами насаждениями, являются микроклиматические условия (температура воздуха, освещенность, ветер, влажность воздуха и почвы) и уровень антропогенной нагрузки. В насаждениях внутри кварталов листья сильнее повреждаются скелетированием, ржавчинами и пятнистостями. В насаждениях вдоль дорог заметно чаще встречаются некрозы и хлорозы, что может свидетельствовать о нарушении водного и минерального обмена растений. Встречаемость сосущих насекомых в 2009 г. (климатические показатели близкие к среднемноголетним) была выше вдоль автомагистралей по сравнению с внутриквартальными территориями. В 2010 г. (климатические показатели отклонялись от среднемноголетних) оптимальные условия для сосущих насекомых создавались внутри кварталов, а условия вдоль дорог были пессимальными (табл. 1). Во внутриквартальных насаж-



Рис. 1. Карта-схема района исследований.

Таблица 1

Доля поврежденных листьев тополя в 2009-2010 гг., %

Группа повреждений	Внутриквартальное озеленение		Вдоль дорог	
	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
Галловые клещики	0.4	0.6	–	–
Галловые тли	5.1	0.4	16.6	0.6
Чешуекрылые минеры	0.3	1.8	3.3	4.3
Грубое объедание	1.9	2.2	10.9	0.9
Краевые погрызы	18.5	13.2	18.9	7.7
Скелетирование	51.5	35.9	45.6	13.7
Дырчатые погрызы	13.2	4.9	16.9	2.7
Свертывание листьев	0.1	1.0	–	0.3
Сосущие насекомые	7.6	16.2	27.0	8.7
Пятнистости	62.1	5.9	32.4	8.6
Ржавчины	36.5	25.0	35.1	9.4
Хлорозы	0.8	11.1	–	22.6
Некрозы	6.9	19.2	47.2	45.2
Число повреждений на лист	2.0	1.4	2.5	1.2

дениях, по сравнению с насаждениями вдоль улиц, число повреждений на лист значительно выше, что может свидетельствовать об усилении здесь роли конкуренции между отдельными группами вредителей за пищевой ресурс и уменьшении влияния неблагоприятных абиотических факторов.

На рис. 2 представлены результаты кластерного анализа структуры повреждения листьев тополя. Участки, расположенные внутри кварталов, группируются в два кластера. Структура повреждений листьев тополя в насаждениях, входящих в первый кластер (участки 1-3, 6, 7, 10, 12, 14, 16), характеризуются увеличением доли пятнистостей (более 60%) и скелетирования (более 50%). Насаждения второго кластера (участки 5, 8, 9, 13, 15) отличаются повышением повреждения ржавчинами (более 60%). Участки, расположенные вдоль дорог, образуют три группы. Участки 18, 20, 25 отличаются высокой степенью повреждения сосущими насекомыми и ржавчиной (более 25%). Число повреждений на лист от 1.5 до 2.1. На участках 19, 23, 24 доля некрозов и скелетирования превышает 40%. Число повреждений на лист от 1.24 до 1.7. На участках 21, 22, 26 отмечено снижение поврежденности вредителями и болезнями. Число повреждений на лист от 1.0 до 1.3.

По результатам дисперсионного анализа большинство групп повреждений зависит от погодных-климатических факторов, особенно это проявляется на участках, расположенных вдоль автомагистралей (табл. 2). Это может свидетельствовать о большем сходстве условий при аллейной посадке тополей. Между кварталами

возможны большие отличия в условиях произрастания, к тому же между разными кварталами возникает пространственная изоляция, поэтому динамика поврежденности на разных участках может быть не синхронна.

Таким образом, ведущими факторами, определяющими интенсивность повреждения листьев тополя вредителями и болезнями, являются уровень антропогенной нагрузки, микроклиматические особенности типов насаждений, погодные условия года. В пределах типов насаждений определенную роль могут играть конкуренция между группами вредителей за пищевой ресурс, наличие подходящих мест для зимующих стадий вредителей, жизненное состояние отдельных деревьев. Поврежденность заболеваниями может быть связана с активностью насекомых, переносающих споры патогенных микро-

Таблица 2

Оценка пространственно-временных изменений повреждения листьев тополя методом дисперсионного анализа

Группа повреждений	Кварталы				Вдоль дорог			
	Год		Участок		Год		Участок	
	F	D	F	D	F	D	F	D
Галловые клещики	0.06	0.3	0.8	44.2	–	–	–	–
Равнокрылые-галлообразователи	26.01***	49.5	1.41	29.6	146.55***	90.3	0.97	4.8
Минеры	9.00*	31.9	0.74	29.1	0.31	1.9	1	49
Грубое объедание	0.77	2.8	1.43	57.2	159.65***	92.4	0.64	3
Краевые погрызы	2.27	6.5	1.97	62	34.79***	63.7	1.48	21.6
Скелетирование	6.29*	12	3.2*	67.1	54.77***	73.8	1.42	15.4
Дырчатые погрызы	5.09*	25.6	0.35	19.1	87.94**	88.3	0.45	3.7
Свертывание листьев	10.92**	33.2	1.00	33.4	2.00	11.1	1	44.4
Сосущие насекомые	2.56	8.1	1.63	56.9	31.34**	51	2.77	36
Пятнистости	31.56***	59.4	0.97	20	66.45***	70.3	2.52	21.3
Ржавчины	4.69	8.4	3.65	71.9	15.93**	44.1	1.52	33.7
Хлорозы	7.93*	26.7	0.98	36.2	26.85**	62.7	1	18.7
Некрозы	3.75	15.9	0.81	37.6	0.05	0.3	1.34	57.1

Примечание: F – критерий Фишера (*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001), D – интенсивность влияния фактора, %.

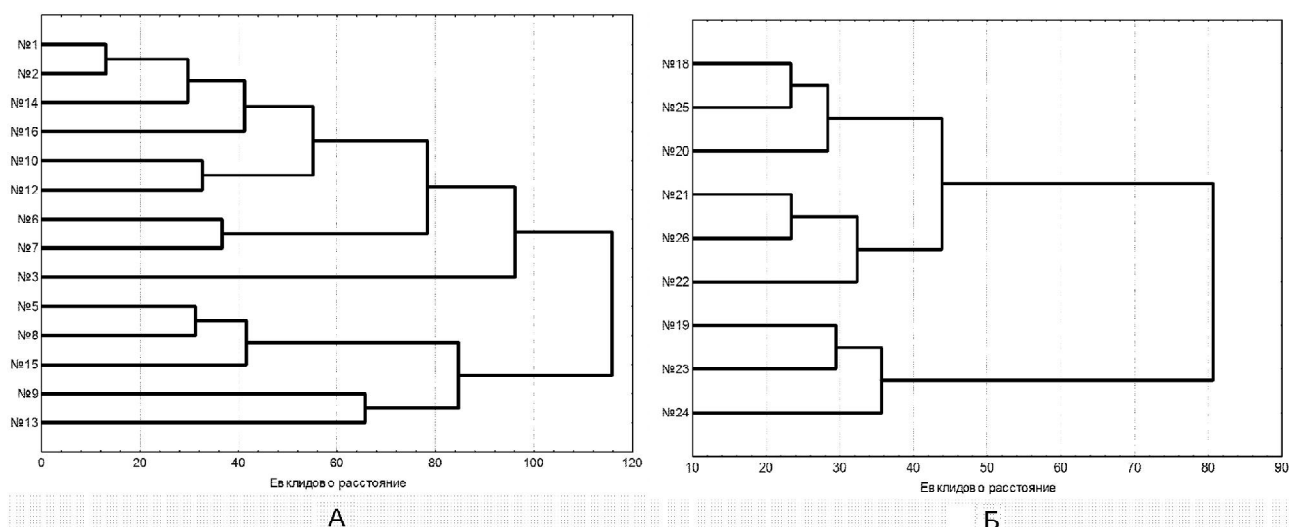


Рис. 2. Кластерные диаграммы сравнения участков внутриквартального озеленения (А) и озеленения вдоль автодорог (Б) по структуре повреждения листьев тополя

организмов. Большинство групп вредителей и болезней характеризуются очаговостью распространения. Поддержание очага повреждения может зависеть помимо названных выше природно-антропогенных факторов изолирующими механизмами, которые формируют мозаичность городской среды.

ЛИТЕРАТУРА

Коросов А.В., Горбач В.В. Компьютерная обработка биологических данных. Петрозаводск, 2007. 76 с.
Мозолевская Е.Г. Первичные и интегральные показатели состояния насаждений, используемые при

мониторинге // Лесной вестник, 2000. Т. 15. Вып. 6. С. 65-67.

Пестов С.В. Мониторинг фитопатологического состояния листьев деревьев и кустарников // Биоиндикаторы и биотестсистемы в оценке окружающей среды техногенных территорий. Киров: О-Краткое, 2008. С. 228-241.

Пестов С.В. Пространственно-временные изменения повреждения листьев березы и рябины на территории ЗЗМ объекта «Марадыковский» // Современные проблемы биомониторинга и биоиндикации: Матер. VIII Всерос. науч.-практ. конф. с Междунар. участием. Киров: ООО «Лобань», 2010. Ч. 1. С. 83-87.

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТОРФЯНИСТО-ПОДЗОЛИСТО-ГЛЕЕВАТЫХ ПОЧВ (НА ПЫЛЕВАТЫХ СУГЛИНКАХ) ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

Ю.В. Холопов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: Vegalyn@mail.ru

Исследования генетических особенностей торфянисто-подзолисто-глееватых почв в зональном разрезе проводили в таежной зоне Республики Коми.

Торфянисто-подзолисто-глееватые почвы составляют подтип болотно-подзолистых почв. Это наиболее распространенные почвы в таежной зоне, в Республики Коми они занимают более 40% ее территории (Забоева, 1975) и приурочены к водораздельным пространствам.

Торфянисто-подзолисто-глееватые почвы имеют огромное лесохозяйственное значение. Рассматриваемые почвы развиваются по слабодренированным местообитаниям под еловыми зеленомошно-политриховыми лесами, в условиях поверхностного гидроморфизма.

Цель исследований – дать характеристику физико-химических свойств торфянисто-подзолисто-глееватых почв, их генетических особен-

ностей. В данной работе рассматривается морфологическое строение торфянисто-подзолисто-глееватых почв по биоклиматическим подзонам средней и северной тайги. Характеристика морфологического строения торфянисто-подзолисто-глееватых почв, развитых в средней тайге, дается на примере разреза.

Разрез 2-Х. Средняя тайга (бассейн верховьев р. Вычегда). Координаты: 61°45' с.ш. 54°17' в.д.

Водораздельный увал, абсолютная высота над ур. м. – 248 м, рельеф равнинный, моховые кочки. Лес еловый, смешанный елово-пихтовый, 6Е4П+Б, высота ели 18-20 м, бонитет IV, сомкнутость крон 0.7-0.8.

В напочвенном покрове преобладают политриховые мхи, примесь гипновых, в понижении сфагнум; из кустарничковых преобладает черника, много брусники, майник, линнея, папоротники.

О' 0-8 см. Слаборазложившаяся торфянистая подстилка, темно-коричневая, свежая, корни, к низу степень разлаженности возрастает.

О'' 8-13 см. Темно-коричневый, торфянистый, хорошо разложившиеся растительные остатки, мицелий грибов.

A2hg 13-33 см. Легкий пылеватый суглинок, светло-серый, неоднородный по цвету, сизые и ржаво-бурые расплывчатые пятна, структура непрочная комковатая, мелкие ржаво-бурые конкреции до 1 мм в диаметре, ржавые примазки, слабовлажный, имеются поры, переход постепенный.

A2B 33-50 см. Легкий пылеватый суглинок, серый с сизым оттенком, крупные поры, структура тонко-плитчатая, легко распадается на угловато-комковатые отдельности; плотные конкреции, переход постепенный.

B1g 50-72 см. Легкий пылеватый суглинок серовато-бурый, сизоватый, к низу темно-бурый, ржаво-бурые пятна, структура комковато-плитчатая, кремнеземистая присыпка, ржавые точечные образования, мелкие поры, переход постепенный.

B2g 72-88 см. Средний пылеватый суглинок, бурый; ржаво-бурые пятна, структура тонко-плитчатая, кремнеземистая присыпка по граням структурных отдельностей, мелкие поры, тонкие черные точечные марганцовистые образования, переход постепенный.

B3g 88-105 см. Средний пылеватый суглинок, цвет неоднородный бурый с сизыми пятнами, черные примазки, имеются поры, ржавые непрочные конкреции; уплотнен; структура плитчатая, переход постепенный.

BCg 105-140 см. Средний пылеватый суглинок, бурый с сизыми пятнами, структура тонко-плитчатая; порист, имеются непрочные конкреции, переход постепенный.

Cg 140-180 см. Тяжелый пылеватый суглинок, бурый, сизые пятна, к низу появляются охристые пятна, черные точечные примазки и стяжения; структура плитчатая, имеются поры, влажный, вязкий.

Характеристика морфологического строения торфянисто-подзолисто-глееватых почв, развитых в северной тайге, приводится на примере разреза.

Разрез 4-Х. Северная тайга (бассейн р. Уса) Координаты: 66°39' с.ш. 62°30' в.д.

Водораздельный увал, абсолютная высота над ур. м. – 119 м.

Лес елово-березовый 6Б 4Е. Ель высотой 10-15 м, сомкнутость крон 0.3, бонитет V. В покрове преобладают политриховые мхи, в понижениях сфагнум, по прикомлевым поднятиям гипновые мхи, лишайники, черника, брусника.

О' 0-7 см. Слаборазложившийся растительный опад, буро-коричневый, сырой.

О'' 7-13 см. Темно-коричневая, сырая, хорошо разложившаяся часть торфянистой подстилки, гифы грибов.

A2hg(t) 13-17 см. Легкий пылеватый суглинок, под подстилкой видны потечно-гумусовые кофейно-бурые пятна, а также сизые пятна оглеения, сырой, бесструктурный, имеются признаки тиксотропии, выраженные в потечности горизонта при физическом воздействии, много округлых конкреций 2-3 мм в диаметре, слабо уплотнен; корни, граница перехода волнистая.

A2g(t) 17-25 см. Легкий суглинок, сизовато-серый с охристыми пятнами, сырой, структура листоватая, признаки тиксотропии, уплотнен, единичные корни, в нижней части охристая кайма с мелкими конкрециями.

A2Bg 25-41 см. Легкий пылеватый суглинок, сизоватый со светло-серыми пятнами, слабывраженная мелкокомковатая структура, мокрый, мелкие железистые конкреции, переход постепенный заметный по цвету.

B1g 41-70 см. Легкий суглинок, сизо-бурый, структура мелкокомковатая с глубиной переходит в плитчатую, железистые конкреции, уплотнен, переход постепенный.

B2g 70-90 см. Средний пылеватый суглинок, темно-бурый с сизым оттенком, структура комковатая, видна белесая кремнеземистая присыпка по граням структурных отдельностей. На глубине 85 см постукает верховодка, разрез быстро заплывает.

Сравнение торфянисто-подзолисто-глееватых почв по биоклиматическим подзонам показывает, что они имеют близкое строение морфологического профиля. Мощности подстилки имеют примерно одинаковые значения, под подстилкой появляется подзолистый потечно-гумусовый горизонт. Почвы оглеены на всю глубину профиля. Вместе с тем следует подчеркнуть некоторые изменения к северу, под подстилкой, в горизонтах A2hg(t) и A2g(t) появляются признаки тиксотропии. Это, видимо, связано с тем, что к северу уменьшается испаряемость. Годовой коэффициент увлажнения по Н.Н. Иванову в средней тайге составляет 1.27, северной – 1.90. В этом заключаются некоторые морфологические отличия северотаежных торфянисто-подзолисто-глееватых почв от среднетаежных.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта «Почвенно-функциональные ресурсы биогенные экотоны – фундаментальная основа охраны и мониторинга почвенно-земельного фонда» программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».

ЛИТЕРАТУРА

Забоева И.В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 345 с.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДСКИХ ПОЧВ НОВОДВИНСКА И ИХ СВОЙСТВА

С.В. Хрущева

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства

E-mail: ChirkovaSV@yandex.ru

Являясь частью урбанизированной экосистемы, почва резко отличается по характеру сложения и свойствам от своих природных аналогов. В этих условиях способность почв противостоять продолжающемуся негативному антропогенному воздействию снижается, и они не могут выполнять важнейшую экологическую функцию, служа биогеохимическим барьером на пути потока загрязняющих веществ (Почва..., 1997).

Для изучения морфологических и агрохимических свойств почв Новодвинска, были сделаны 16 почвенных разрезов, и для сравнения – три разреза естественных ненарушенных природных почв на территории городского парка. Исследовались основные морфологические свойства: мощность горизонта, окраска, механический состав, структура, сложение, влажность, наличие новообразований и включений, глубина распространения корней. Описание проводилось согласно общепринятым методикам с учетом рекомендаций по изучению городских почв

(Паршевников, 1974; Почва..., 1997; Герасимов и др., 2003).

На территории городских зеленых насаждений наиболее распространены урбаноземы и реплантоземы (табл. 1). В профиле почв сочетаются различные слои искусственного происхождения, они представлены чаще всего горизонтами: урбиком дерновым (Ud) и урбиком гумусированным (Uh) и дерном (Ad). Горизонт урбик чаще всего характеризуется бесструктурностью и опесчаненностью. С течением времени по своим характеристикам верхние горизонты приобретают черты горизонта A_1 . Более глубокие слои представлены насыпным песком (S) и урбиком перемешанным ($U\uparrow\downarrow$). Также встречаются горизонты, состоящие целиком из строительного мусора (L) – битой кирпичной крошки, щебня или шлака.

Для почв города характерно наличие резкой границы между двумя горизонтами, различающимися между собой по структуре, сложению,

Таблица 1

Городские почвы Новодвинска

№ разреза	Почвенный профиль	Название почв
1	Ad a1 $U\downarrow$ a1 Uh Ug CU DU	Урбанозем перемешанный слабогумусированный среднемощный на культурном слое, подстилаемый моренной глиной
2	Ud Uh $U\downarrow\uparrow$ a2	Урбанозем перемешанный насыпной среднемощный слабогумусированный
3	Ud $U\downarrow\uparrow$	Урбанозем насыпной слабогумусированный с единичным включением строительного мусора
4	Ud a1 $U\downarrow\uparrow$ a3 $\underline{\quad}$	Урбанозем перемешанный насыпной слабогумусированный среднемощный на монолитной плите
5	Ad Uh a1L ₁ L ₂ $U\downarrow\uparrow$ a1 [A ₀][A ₂][B _g]	Урбанозем переслоенный слабогумусированный с большим включением строительного мусора на погребенной подзолистой почве
6	Ud $U\downarrow\uparrow$ a1	Урбанозем перемешанный слабогумусированный маломощный с единичными включениями строительно-бытового мусора
7	Ud $U\downarrow\uparrow$ a1	Урбанозем насыпной слабогумусированный маломощный с единичным включением строительного мусора
8	Ud $U\downarrow\uparrow$ a1 S	Урбанозем перемешанный насыпной слабогумусированный маломощный с единичными включениями строительно-бытового мусора
9	Ud $U_1\downarrow\uparrow$ a1 $U_2\downarrow\uparrow$ a1 $U_3\downarrow\uparrow$	Реплантозем перемешанный слаборазвитый с единичными включениями строительно-бытового мусора
10	Ud S a2 L	Реплантозем слабогумусированный маломощный на щебне
11	Ud $U\downarrow\uparrow$ a1 S	Урбанозем насыпной перемешанный среднегумусированный маломощный на насыпном песке
12	AdS ₁ a1U _{1g} a2S ₂ U _{2g} a1S ₃ Ta1	Реплантозем переслоенный на насыпном песке, подстилаемый погребенным торфом
13	Ad a1 Uh a1 S CU	Урбанозем насыпной слабогумусированный маломощный на культурном слое
14	Ad $U_1\downarrow\uparrow$ a1 $U\downarrow\uparrow$ $\underline{\quad}$	Урбанозем перемешанный слабогумусированный среднемощный на бетонной плите
15	Ud a1 $U\downarrow\uparrow$ a1 S	Урбанозем насыпной слабогумусированный маломощный на насыпном песке
16	Ud Uh S Ug	Урбанозем насыпной переслоенный среднегумусированный грунтово опоглеенный

Сравнительная характеристика агрохимических свойств урбаноземов городов и естественных ненарушенных дерново-подзолистых почв

Показатель	Урбаноземы Москвы и Санкт-Петербурга (Строганова и др., 1997)	Урбаноземы Архангельска (Наквасина и др., 2006)	Урбаноземы Новодвинска (наши данные)	Дерново-подзолистые (наши данные)
pH водной	<8	5.0-7.4	5.1-7.6	5-5.2
pH солевой	Нет данных	3.9-7.3	4.7-7.1	3.8-4.3
Подвижный фосфор, мг/кг	50-1500	54-1420	178-805	10-73
Подвижный калий, мг/кг	20-1000	23-407	31-514	28-188
Общий азот, %	0.03-0.60	0.07-0.76	0.17-0.65	Нет данных
Содержание органического вещества, %	2-7	1.1-21.4	3.2-27.5	8.2-8.3
Степень насыщенности основаниями, %	<100	1.2-99.3	76.4-97.7	28.1-36

плотности, окраске и химическому составу. Это обусловлено характером их формирования – образование большинства городских почв происходило в результате их перемещения с природных мест залегания, что в равной степени деформирует их структуру и порядок расположения горизонтов. Так как город еще молодой по сравнению, например, с Архангельском (с его центральной исторической частью) или Москвой, то можно предположить, что природные почвообразовательные процессы еще не видны визуально в почвенном разрезе.

Почвы Новодвинска очень схожи с почвами зоны современной застройки г. Архангельск. Профили почв характеризуются чередованием супесчаных горизонтов с песчаными и глинистыми прослойками. Опесчаненность почв происходит из-за традиционной практики создания газонов, когда торф смешивается с песком и строительным мусором или, что нередко, эти компоненты отсыплются слоями (Наквасина и др., 2006). По всей жилой части города большую долю территории, как в Архангельске и других городах, занимают запечатанные асфальтом почвы (экраноземы).

Реакция среды урбаноземов, относительно естественных ненарушенных дерново-подзолистых почв, смещена в щелочную сторону, что является общей тенденцией, отмеченной для городских почв. Исследования показали, что pH водной суспензии корнеобитаемых горизонтов почв (табл. 2) находится в пределах от 5.1 до 7.6, а pH солевой вытяжки колеблется от 4.7 до 7.1.

Почвы Новодвинска имеют в среднем высокую и очень высокую степень обеспеченности фосфором. Содержание подвижных форм фосфора в них колеблется в пределах 178-805 мг/кг почвы. Количество водорастворимых фосфатов в городских почвах выше, чем в естественных ненарушенных дерновых почвах – это является благоприятным фактором для развития арборифлоры города.

Распространение подвижного фосфора по профилю изученных разрезов всегда неоднородно. Наличие переслоенности более богатых фос-

фором горизонтов с менее богатыми можно объяснить особенностью формирования городских почв, а именно их искусственным происхождением и небольшим возрастом.

Содержание обменного калия в корнеобитаемых горизонтах городских почв колеблется от 31 до 514 мг/кг — это чуть выше, чем содержание данного элемента в Архангельске (от 23 до 407 мг/кг почвы). По территории города преобладает высокая степень содержания подвижного калия в верхних слоях почв (более 150 мг/кг), также встречаются участки с низким и средним содержанием калия, а с увеличением глубины почвенного горизонта уменьшается количество подвижного калия.

Значения показателей агрохимических свойств урбаноземов различных городов находятся почти в одинаковых пределах. Содержание органического вещества в гумусово-аккумулятивных горизонтах исследованных почв высокое. Его содержание в верхнем слое исследованных городских почв колеблется от 3.2 до 27.5%, тогда как в дерново-подзолистой – 8.3%.

По сравнению с крупными городами и Архангельском (Строганова и др., 1997; Наквасина и др., 2006) содержание общего азота примерно одинаково и варьирует в пределах от 0.17 до 0.65%. По территории города данный элемент распределяется мозаично и зависит в большей степени от свойств почв, образующихся в результате формирования их человеком.

По основным агрохимическим показателям почвы Новодвинска значительно отличаются от естественных ненарушенных дерново-подзолистых. Городские почвы являются достаточно благоприятными для роста и развития растений, несмотря на наличие мусора, бесструктурность, переуплотненность и повышенную антропогенную нагрузку. В них довольно высокое (по сравнению с ненарушенными дерновыми почвами) содержание органического вещества, азота, подвижных форм фосфора и калия. Большая часть верхних горизонтов городских почв характеризуются нейтральной реакцией среды.

ЛИТЕРАТУРА

Герасимов М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена, 2003. С. 268.

Наквасина Е.Н., Пермогорская Ю.М., Попова Л.Ф. Почвы Архангельска. Структурно-функциональные особенности, свойства, экологическая оценка. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2006. 124с.

Наквасина Е.Н., Серый В.С., Семенов Б.А. Полевой практикум по почвоведению. Архангельск: АГТУ, 2007. 127 с.

Паршевников А.Л. Руководство по полевым исследованиям лесных почв. Архангельск: АИЛХ, 1974. 46 с.

Почва, город, экология / Под ред. Г.В. Добровольского. М.: Фонд «За экологическую грамотность», 1997. 320 с.

Строганова М.Н., Мягков А.Д., Прокофьева Т.В. Роль почвы в городе // Почвоведение, 1997. № 7. С. 96-101.

Секция 4.
МОРФОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОРГАНИЗМЫ

МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ РИСКА РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

О.М. Вахрушева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: Vahrusheva.O@ib.komisc.ru

Последствия ядерных испытаний и крупнейших радиационных аварий минувшего столетия показали, что проблема радиационной безопасности может затрагивать интересы человечества не только с точки зрения здоровья населения, но и с позиций сохранения качества природной среды. Необходимость развития научных основ радиационной защиты окружающей среды получила признание на международном уровне (ICRP, 2007; IAEA, 2006). Тем не менее единой методологии оценки риска радиационного воздействия на биоту не существует, хотя многие страны существенно продвинули использование таких методологий, чтобы явно продемонстрировать, защищена ли окружающая среда от воздействия ионизирующих излучений, и в каких ситуациях необходимо вмешательство человека для восстановления радиоактивно загрязненных природных экосистем (Garnier-Laplace et al., 2010).

Цель настоящего исследования – проанализировать существующие подходы к оценке риска радиационного воздействия на биоту и сравнить полученные на их основе результаты о пределах дозовых нагрузок для разных групп организмов.

Оценка риска радиационного воздействия на биоту в методологическом плане сходна с оценкой последствий химических воздействий и связана с выполнением следующих этапов: 1) характеристика источников загрязнения в окружающей среде; 2) сценариев облучения; 3) анализ эффектов на разных уровнях организации биологических систем; 4) оценка зависимости между дозовой нагрузкой и биологическим эффектом; 5) определение пределов дозовых нагрузок, не вызывающих достоверных эффектов у биоты. Все существующие методы оценки безопасных уровней воздействия основываются на данных токсикологических и экотоксикологиче-

ских исследований. В качестве безопасного предела дозовой нагрузки в случае острого воздействия используют эффективную мощность поглощенной дозы (EDR_{50}), вызывающую 50%-ное изменение уровня регистрируемого биологического эффекта по отношению к контролю. В случае хронического воздействия ориентируются на мощность поглощенной дозы, при которой наблюдается 10%-ное изменение эффекта (EDR_{10}).

Существуют два общепризнанных подхода, позволяющих оценить безопасные уровни воздействия. Один из них, детерминистический, применяется в том случае, когда имеется ограниченный набор экспериментальных данных, не позволяющий достоверно оценить зависимость доза-эффект. В основе метода лежат два постулата: 1) результат воздействия радиоактивных веществ на экосистемы определяется чувствительностью видов; 2) если защищено функционирование сообществ организмов, составляющих экосистему, то защищена структура и функционирование всей системы. В рамках этого подхода безопасные уровни воздействия рассчитываются как отношение наименьших значений эффективных мощностей доз к соответствующему коэффициенту безопасности. Значения коэффициента безопасности существенно варьируют от 10 до 1000 (PROTECT, 2008). Чем меньше набор экотоксикологических данных, тем больше коэффициент безопасности и тем более жесткие стандарты можно получить в рамках данного метода.

Второй подход – вероятностный. Он основан на оценке распределения видов по чувствительности (SSD-метод). Его используют, когда есть полный набор экотоксикологических данных для разных видов, групп или сообществ организмов. При этом должно быть не менее 10 видов или групп организмов, для которых можно установить значения эффективных мощностей доз (Garnier-Laplace et al., 2010).

Пределы доз для биоты (PROTECT, 2008)

Группы организмов	Число видов, для которых оценивали эффективные дозы (n)	Наименьшие значения эффективной мощности дозы (EDR ₁₀)	Наименьшая мощность дозы, вызывающая негативные эффекты (HDR ₅)
Позвоночные	9	3.6	2.1 (0.3-62)
Беспозвоночные	7	1030	505 (55-4447)
Растения	4	710	70*

* Приведено значение прогнозируемой мощности дозы, не вызывающей достоверного эффекта, полученное с использованием детерминистического подхода.

Первым этапом в SSD-методе является поиск зависимости доза-эффект для радиоактивных веществ. И только после нахождения зависимости, наилучшим образом описывающей экспериментальные данные, вычисляют эффективную мощность дозы и пределы ее варьирования. Полученные значения эффективных мощностей доз анализируют и выбирают для дальнейших исследований не самые низкие их значения, а те, которые имеют наименьший коэффициент вариации. Коэффициент вариации находится как соотношение стандартной ошибки значения эффективной мощности дозы к величине самой мощности дозы. По выбранным таким образом значениям эффективных мощностей доз строится кривая распределения видов по чувствительности. На основе этой кривой производят оценку опасности радиоактивного воздействия. Для этого определяют мощность дозы, при которых достоверные негативные эффекты наблюдаются у 5% видов (HDR₅). При оценке окончательного значения этой мощности дозы в SSD-методе используют взвешивающий коэффициент от 1 до 5 в зависимости от качества и количества данных о чувствительности разных видов. Чем меньше неопределенности, возникающие в ходе анализа, тем меньше взвешивающий коэффициент.

С применением SSD-метода и базы данных FREDERICA по радиационно-индуцированным эффектам были получены (табл. 1) оценки пределов доз для разных видов организмов в условиях внешнего γ -излучения (Garnier-Laplace et al., 2010).

Как видно из приведенных данных, для определения зависимости доза-эффект и пределов доз на биоту использован небольшой набор данных. Меньше всего информации, позволяющей оценить зависимость доза-эффект в случае хронического радиационного воздействия, имеется

на сегодняшний день для растений. Поэтому для данной группы организмов было использовано значение предела дозовой нагрузки, полученной в рамках детерминистического подхода.

Сравним результаты SSD-метода с оценками пределов доз, предложенными ранее МАГАТЭ и Канадской комиссией по ядерной безопасности, которые традиционно уделяют большое внимание разработке нормативов для защиты окружающей среды от радиационных воздействий.

МАГАТЭ (IAEA, 1992) рекомендует считать дозу 416 мкГр/ч за предел, ниже которого не должно наблюдаться экологически значимых изменений у наземных растений, а также у водных организмов. Для наземных животных это значение составляет 40 мкГр/ч (табл. 2).

Канадская комиссия по ядерной безопасности (CNSC), проанализировав данные по эффектам у наземных растений и животных в случае радиоактивного загрязнения, обусловленного выбросами от ядерных установок, предложила более низкое значение мощности поглощенной дозы в качестве безопасного уровня радиационного воздействия (Bird et al., 2003). Рекомендуемое CNSC значение мощности поглощенной дозы близко к полученному SSD-методом значению 82 мкГр/ч с 95%-ным доверительным интервалом от 24 до 336 мкГр/ч. Но для более надежной оценки риска с применением SSD-метода на последнем этапе было решено (Garnier-Laplace et al., 2010) использовать максимальное значение взвешенного коэффициента, равное пяти. В результате полученный уровень безопасного воздействия для природных популяций растений и животных был определен как 10 мкГр/ч, т.е. гораздо ниже предложенных МАГАТЭ и Канадской комиссией по ядерной безопасности.

Следует отметить, что преобладающая часть данных о радиационно-индуцированных эффек-

Таблица 2

Мощности поглощенных доз, не вызывающих достоверные эффекты у биоты, по оценкам разных исследований

Организации и исследовательские группы, рекомендующие пределы доз для биоты	Пределы доз для биоты, мкГр/ч	
	Наземные растения и водные организмы	Наземные млекопитающие
МАГАТЭ (IAEA, 1992)	416	40
Канадская комиссия по ядерной безопасности (Bird et al., 2003)	112.5	
Проект Европейской комиссии ERICA (Garnier-Laplace et al., 2010)	10	

тах у биоты была получена для случаев внешнего γ -излучения. На этих данных и основаны существующие в настоящее время выводы о пределах дозовых нагрузок. Но в окружающей среде чаще происходит облучение организмов не только за счет внешних, но и инкорпорированных источников излучения. Причем чаще всего именно внутреннее облучение, особенно в случае совместного действия γ -, β - и α -излучателей, вносит наибольший вклад в дозовую нагрузку на организмы. Отсюда следует необходимость оценки безопасных уровней радиационного воздействия для биоты в разных сценариях облучения. На решение этого вопроса направлены дальнейшие усилия в области защиты окружающей среды от радиационных воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

Bird G.A., Thompson P.A., MacDonald D.R., Sheppard S.C. Ecological risk assessment approach for the regulatory assessment of the effects of radionuclides released from nuclear facilities. Protection of the environment from ionizing radiation. Report CSP-17.

Vienna: International Atomic Energy Agency, 2003. P. 241-247.

Garnier-Laplace J., Della-Vedova C., Andersson P. et al. A multi-criteria weight of evidence approach for deriving ecological benchmarks for radioactive substances // J. Radiol. Prot., 2010. № 30. P.215-233.

IAEA (1992) Effects of Ionizing Radiation on Plants and Animals at levels Implied by Current radiation protection Standards, Technical Reports Series No. 332.

IAEA (2006) Fundamental safety principles: safety fundamentals. IAEA safety standards series No. SF-1, ISSN 1020-525X. International Atomic Energy Agency, Vienna.

ICRP (2007c) Analysis of the criteria used by the International Commission on Radiological Protection to justify the setting of numerical protection level values. ICRP Supporting Guidance 5.

PROTECT (2008) Protection of the Environment from Ionising Radiation in a Regulatory Context. Contract Number: 036425 (FI6R). Numerical benchmarks for protecting biota from radiation in the environment: proposed levels, underlying reasoning and recommendations.

РАДИОАДАПТИВНЫЙ ОТВЕТ СПЛЕНОЦИТОВ МЫШЕЙ ЛИНИИ SHK, РАЗВИВАВШИХСЯ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

И.О. Велегжанинов, В.Н. Мезенцева*, А.А. Москалев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: vellio@yandex.ru

* Сыктывкарский государственный университет

Изучение воздействия на клетку ионизирующих излучений в малых дозах выявило специфические для данного диапазона доз радиобиологические эффекты, такие как гормезис, адаптивный ответ и гиперчувствительность. Из исследований *in vitro* известны ключевые механизмы данных эффектов, связанные с контролем клеточного цикла, репарацией ДНК, детоксификацией свободных радикалов, апоптозом (Miura, 2004; Matsumoto et al., 2007). Однако следует отметить, что зная некоторые механизмы ответа клеток на облучение из экспериментов на иммортализованных культурах клеток *in vitro*, мы пока имеем мало представления о том, как они взаимодействуют на уровне систем органов *in vivo* и каким образом они влияют на жизнеспособность целого организма. Ранее в наших работах было показано, что воздействие хронического низкоинтенсивного гамма-излучения (6-10 сГр) на мышей линии СВА в период эмбрионального и первых двух месяцев постнатального развития приводит к увеличению в спленоцитах активности процессов, препятствующих образованию повреждений ДНК и репарующих ДНК, что является причиной адаптивного ответа этих клеток при облучении в дозах 1 и 2 Гр *in vitro* (Велегжанинов и др.,

2009). Аналогичные условия облучения у мышей линии SHK приводят к снижению продолжительности жизни и массы тела животных, а также к отсроченному (шестой и девятый месяцы после окончания облучения) повышению уровня повреждения ДНК (генетической нестабильности) лейкоцитов периферической крови при неизменной или сниженной частоте апоптоза этих клеток (Moskalev, Velegzhaninov, 2010). В связи с этим мы поставили перед собой цель – исследовать адаптивный ответ спленоцитов самцов и самок мышей линии SHK, развивавшихся в условиях воздействия хронического низкоинтенсивного γ -излучения (6-10 сГр).

Материалы и методы

1. **Условия облучения.** Родительских особей в возрасте двух месяцев ставили на размножение при хроническом воздействии γ -излучения мощностью 0.04 мГр/ч (источник ^{226}Ra). Зачатие, внутриутробное развитие и первые 60 сут. жизни потомства F1 проходили в условиях облучения. Накопленная доза для F1 составила 6-10 сГр (определяли с помощью дозиметров экспозиционной дозы ДТУ-1 на базе детекторов ДТГ-4). Контрольные животные развивались одновременно в стандартных условиях вивария.

Схема экспериментов. Для каждого анализа использовали по 16 мышей линии *SHK* (восемь контрольных животных и восемь развивавшихся в условиях облучения). Эксперимент проводили в двух биологических повторностях для каждого пола. Забор проб проводили в течение 2 ч с момента окончания хронического облучения, для выравнивания экспериментальных условий контрольных и облученных мышей забивали по очереди. Клетки селезенки суспендировали в охлажденной (4 °С) питательной среде RPMI 1640. Далее суспензии клеток каждого животного использовали для семи вариантов эксперимента:

Вариант 1: Суспензию клеток иммобилизовали в гель (0.7% -ная агароза, приготовленная на питательной среде) на предметные стёкла и подвергали лизису для анализа уровня повреждения ДНК и частоты апоптоза.

Варианты 2 и 3: Суспензию клеток иммобилизовали в гель на предметные стёкла и помещали в емкость Шиффердекера с питательной средой. Готовые препараты живых клеток облучали в дозе 2 Гр (источник ^{60}Co , мощность 1.2 Гр/мин., вариант 2 при 37 °С, вариант 3 при 4 °С). В течение нескольких секунд после окончания облучения помещали препараты в лизирующий раствор для последующего анализа уровня повреждения ДНК.

Вариант 4 и 5: Аликвоты суспензии подвергали облучению в дозе 2 Гр при 37 °С, после чего помещали в термостат при той же температуре на 30 (вариант 4) или 120 мин. (вариант 5). После указанного времени клетки иммобилизовали в гель и подвергали лизису для анализа уровня повреждения ДНК и частоты апоптоза.

Варианты 6 и 7: Одновременно с вариантами 4 и 5 аликвоты суспензии вариантов 6 и 7 подвергали нагреву до 37 °С на указанные периоды времени, но не облучали. После этого иммобилизовали в гель и подвергали лизису для анализа уровня повреждения ДНК и частоты апоптоза.

Методы исследования. Уровень повреждения ДНК определяли по методу «ДНК-комет», детектирующему совокупность одно- и двунитевых разрывов ДНК и АП-сайтов (щелочной вариант). Результаты анализировали с помощью программы «Comet Score 1.5» (TriTek Corp, США). С изображений, полученных с помощью видеосистемы на основе цифровой камеры Olympus C7070, оценивали величину «момента хвоста» по П. Оливе (Olive et al., 1990) (произведение расстояния от центра ядра «кометы» до центра плотности хвоста на % ДНК в хвосте). На каждом препарате анализировали по 100 комет. Вычисляли среднюю арифметическую от $\ln(M+0.001)$, где M – «момента хвоста» по П. Оливе для каждого животного и использовали эту величину для дальнейших статистических вычислений (Wiklund, Agurell,

2003). Статистическую обработку проводили с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Частоту апоптоза определяли методом диффузии ДНК в геле (метод «гало») (Singh, 2000). Подсчитывали по 1000 клеток на препарат. Количество клеток, перешедших к апоптозу, выражали в промилях. Вычисляли среднюю частоту апоптоза для животных одной группы. Статистическую обработку данных проводили с помощью ф-критерия Фишера для выборочных долей.

Результаты и обсуждение

Облучение спленоцитов *in vitro* в дозе 2 Гр в условиях пониженной температуры (4 °С) привело к приблизительно равному повышению уровня повреждения ДНК в клетках контрольных животных и животных, развивавшихся в условиях воздействия хронического низкоинтенсивного γ -излучения в дозе 6-10 сГр. В то же время в ответ на острое облучение при 37 °С в спленоцитах предоблученных самцов проявлялась тенденция к уменьшению количества повреждений ДНК в сравнении с контрольными животными, причем в двух повторностях (рис. 1а, б). У самок данный эффект не выявлен (рис. 1в, г). Тот факт, что эффекты воздействия острого облучения *in vitro* при различных температурах (4 и 37 °С) и спустя различные промежутки времени (0, 30 и 120 мин.) изучали на клетках одних и тех же особей, позволил проследить изменение уровня повреждений ДНК спленоцитов каждой мыши в ответ на острое облучение. Усредненные разности пар значений уровня повреждения ДНК до острого облучения при 37 °С и сразу после него представлены на рис. 2а. Обнаружена тенденция к снижению реакции по показателю уровня повреждения ДНК в ответ на острое облучение спленоцитов самцов, развивавшихся в условиях хронического облучения, в сравнении с клетками контрольных животных. Из наблюдаемого результата можно сделать предположение, что в спленоцитах самцов, развивавшихся в условиях хронического низкоинтенсивного облучения, имеет место увеличение эффективности ферментативных систем, осуществляющих предотвращение повреждений ДНК, в сравнении со спленоцитами контрольных животных. У самок данный эффект не обнаружен.

В том случае, когда клетки, облученные при 4 °С, инкубировали 30 мин. при 37 °С в питательной среде, у предоблученных самцов по сравнению с интактными вновь проявлялась тенденция к снижению уровня повреждения ДНК (рис. 2б). Это свидетельствует о повышении эффективности репарации повреждений ДНК в спленоцитах животных, развивавшихся в условиях хронического облучения. Необходимо отметить, что наблюдаемые изменения способности спленоцитов предоблученных самцов к предотвращению и репарации повреждений ДНК носят

характер воспроизводимой тенденции. У самок данной тенденции не наблюдали.

Оценить эффективность репарации при данной постановке эксперимента можно также проанализировав разность уровня повреждения ДНК через 30 мин. (37 °С) после острого облучения при 4 °С и непосредственно после острого облучения при 4 °С. (рис. 2в). Из диаграммы видно, что спленоциты самцов, развивавшихся в условиях воздействия хронического низкоинтенсивного γ -излучения, имели воспроизводимую тенденцию к более эффективной элиминации повреждений ДНК, чем клетки контрольных животных. У самок данная тенденция выражена в меньшей степени.

Вероятно, что обнаруженный эффект обусловлен синтезом и повышением активности ферментов репарации ДНК и детоксификации свободных радикалов (Matsumoto et al., 2007; Miura, 2004). Данное предположение подтверждается зависимостью наблюдаемой тенденции к адаптивному ответу от температуры, при которой происходило облучение. Однако помимо метаболических изменений в самих клетках на уровне целого организма вклад в наблюдаемый адаптивный ответ могут внести механизмы селекции клеток по показателю жизнеспособности. В связи с этим в дополнение к анализу уровня повреждения ДНК оценивали частоту апоптоза спленоцитов. В результате было показано, что реакция спленоцитов предоблученных самцов на острое облучение *in vitro* по показателю частоты апоптоза не отличалась от реакции спленоцитов контрольных животных (данные не представлены).

Обнаружены половые различия в уровне повреждения ДНК спленоцитов мышей обеих линий. Спонтанный уровень повреждения и уровень повреждений, индуцированных острым облучением, у самок ниже, чем у самцов. Наиболее вероятными причинами наблюдаемого полового диморфизма в отношении радиочувствительности являются гормональные различия. Как известно, самки крыс имеют в два раза более высокую активность супероксиддисмутазы и глутатионовой пероксидазы, чем самцы, поскольку эстрогены, связываясь со своими рецепторами, активируют ядерный транскрипционный фактор NF- κ B, запускающий экспрессию

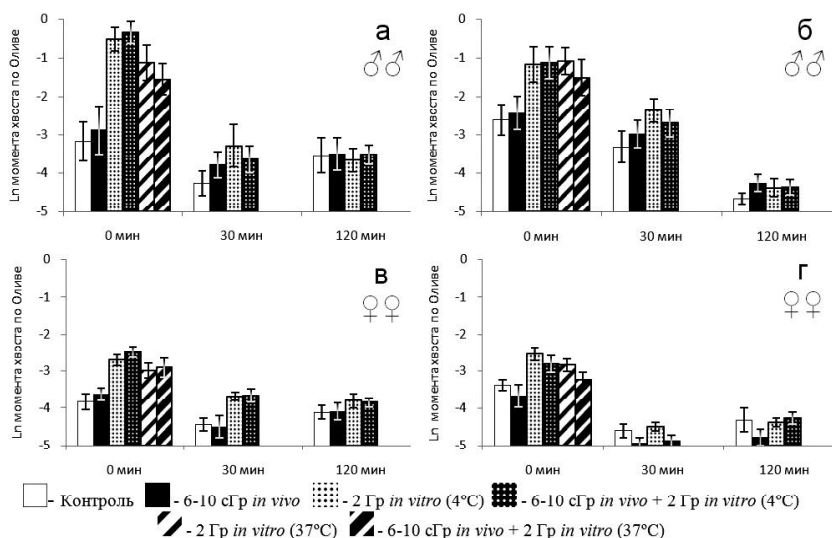


Рис. 1. Уровень повреждения ДНК спленоцитов самцов (а, б) и самок (в, г) мышей линии SHK. Представлены результаты двух экспериментальных повторностей. В каждом варианте эксперимента использованы клетки, полученные от восьми животных.

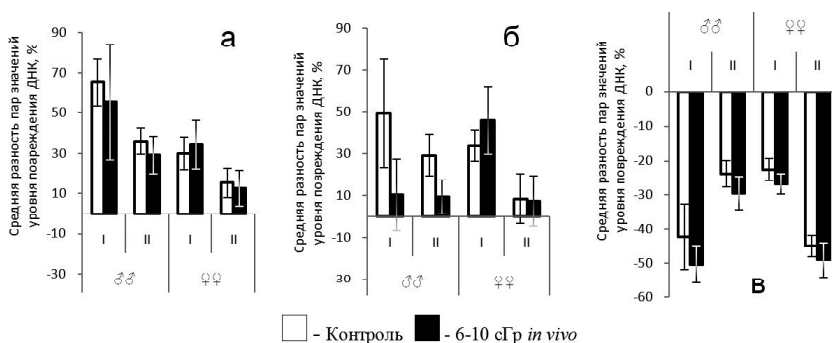


Рис. 2. Средняя разность пар значений уровня повреждения ДНК спленоцитов а – непосредственно после острого облучения при 37 °С и без него, б – через 30 мин. (37 °С) после острого облучения при 4 °С и через 30 мин. (37 °С) без острого облучения, в – через 30 мин. (37 °С) после острого облучения при 4 °С и непосредственно после острого облучения при 4 °С. Представлены результаты двух экспериментальных повторностей (I и II). В каждом варианте эксперимента использованы клетки, полученные от восьми животных.

данных антиокислительных ферментов (Vina et al., 2005). Активация NF- κ B может приводить к повышению эффективности не только антиоксидантной защиты, но и репарации ДНК, так как он регулирует активность белков, участвующих в распознавании и репарации поврежденной ДНК (De Siervi et al., 2009).

Таким образом, спленоциты самцов мышей линии SHK, развивавшихся в условиях воздействия хронического низкоинтенсивного γ -излучения (6-10 сГр), проявляли воспроизводимую тенденцию к адаптивному ответу на острое облучение *in vitro* (2 Гр), обусловленному повышением эффективности предотвращения и репарации повреждений ДНК. Спонтанный уровень повреждения ДНК и уровень повреждений ДНК, индуцированных острым облучением, *in vitro* у самок ниже, чем у самцов. У самок в отличие от самцов не наблюдается тенденции к адаптивному ответу.

ЛИТЕРАТУРА

Велегжанинов И.О., Мезенцева В.Н., Москалев А.А. Сравнение адаптивного ответа спленоцитов мышей линии СВА и нейробластов личинок *Drosophila melanogaster*, развивавшихся в условиях воздействия хронического низкоинтенсивного γ -излучения // Радиационная биология. Радиоэкология, 2009. Т. 49. № 6. С. 665-670.

De Siervi A., De Luca P., Moiola C. et al. Identification of new Rel/NF-kappaB regulatory networks by focused genome location analysis // Cell Cycle, 2009. Vol. 8. № 13. P. 2093-2100.

Matsumoto H., Hamada N., Takahashi A. et al. Van-guards of Paradigm Shift in Radiation Biology: Radiation-Induced Adaptive and Bystander Responses // J. Radiat. Res., 2007. Vol. 48. № 2. P. 97-106.

Miura Y. Oxidative stress, radiation-adaptive responses, and aging // J. Radiat. Res., 2004. Vol. 45. № 3. P. 357-372.

Moskalev A.A., Velegzhaninov I.O. Age dynamics of DNA damage, apoptosis, and cell senescence in mice after exposure to low dose gamma-irradiation at early development stages // Rapid diagnosis in populations at risk from radiation and chemicals / Eds. Cebulka-Wasilewska A. et al. IOS Press, 2010. P. 301-305.

Olive P.L., Banath J.P., Durand R.E. Heterogeneity in radiation-induced DNA damage and repair in tumor and normal cells measured using the «comet» assay // Radiat. Res., 1990. Vol. 122. № 1. P. 86-94.

Singh N.P. A simple method for accurate estimation of apoptotic cells // Experimental cell research., 2000. № 256. P. 328-337.

Vina J., Borrás C., Gambini J. et al. Why females live longer than males? Importance of the upregulation of longevity-associated genes by oestrogenic compounds // FEBS Lett., 2005. Vol. 579. P. 2541-2545.

Wiklund S.J., Agurell E. Aspects of design and statistical analysis in the Comet assay // Mutagenesis, 2003. Vol. 18. № 2. P. 167-175.

НАКОПЛЕНИЕ РАСТЕНИЯМИ КОСМОГЕННОГО ИЗОТОПА БЕРИЛЛИЯ-7 ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

С.В. Дружинин, Г.П. Киселев

Институт экологических проблем севера Архангельского НЦ УрО РАН

E-mail: druzhininserg@yandex.ru

Радиоактивность окружающей среды является актуальной проблемой в экологии. Действующие предприятия топливно-энергетического цикла, атомного судостроения, утилизации атомных подводных лодок и развитие атомной энергетики вносят и будут вносить свой вклад в радиоактивность окружающей среды (Белозерский, 2008).

Бериллий-7 (${}^7\text{Be}$) – радиоактивный изотоп естественного происхождения с периодом полураспада 53.3 дня. Образуется в верхних слоях атмосферы под действием протонов и нейтронов космического излучения на ядра атомов N и O. В среднем около 70% ${}^7\text{Be}$ образуется в стратосфере и 30% – в тропосфере. После образования изотоп окисляется, захватывается аэрозолями и осадками, поступает в приземную часть атмосферы, поверхностные воды, растительность, мигрирует по пищевым цепям. К тому же возможны импульсные поступления стратосферного воздуха в тропосферу в весенний или летний период, вызывающие повышение содержания космогенного радионуклида. В основном ${}^7\text{Be}$ поступает на подстилающую поверхность с осадками, менее 10% – сухим путем (Баженов и др., 1990; Сапожников и др., 2006).

Концентрация этого изотопа в растениях может достигать значительных величин (Бязров, 2005). Таким образом, он представляет интерес с позиции радиоактивного воздействия на биологические системы.

Для отбора растительных проб были выбраны три стационарных пробных площадки размером 100×100 м в различных рельефах мест-

ности: возвышенности – по дороге Северодвинск–Онега за урочищем Куртяево, низины (заболоченные территории) – недалеко от Мирановой горы за г. Северодвинск и одна площадка в 6 км от дер. Ижма по дороге на дер. Лапоминка на Беломорско-Кулойском плато. Кроме стационарных площадок организованы экспедиционные выезды и в другие районы Севера.

Пробы ветвей и листьев деревьев отбирались в течение вегетационного периода, начиная с отбора проб ветвей деревьев и почек до раскрытия, заканчивая ветвями и желтыми листьями до их опадания в шести км от дер. Ижма по дороге на дер. Лапоминка на Беломорско-Кулойском плато на полигоне «Лапоминка» (координаты места отбора – N 64°45.52', E 40°40.35'). Часть ветвей и листьев (около 100) каждого вида деревьев взвешивалась в свежем и сухом состоянии, определялась площадь листовых пластинок, что позволило создать базу для оценки потоков атмосферных радионуклидов в растения через листья. Несколько проб листьев и ветвей деревьев, а также лишайников отобраны в ходе проведения экспедиционных работ в районе Онежского озера Республики Карелия и на островах и побережье Белого моря.

Пробы мха кукушкин лен отбирались на полигоне «Лапоминка» в течение вегетационного периода.

Пробы сфагнового мха и лишайника отбирались на Мирановой горе за г. Северодвинск в пониженных участках местности (координаты места отбора – N 64°30.15', E 39°39.23'). Из воды вытаскивались длинные пучки мха методом

конверта, которые разрезались сверху через 5-6 см. Каждая такая часть из разных пучков мха набиралась до 3-4 кг сырого веса, упаковывалась в полиэтиленовые мешки, сопровождалась этикеткой; всего было отобрано пять проб.

Все места отбора проб фиксировались с помощью спутникового навигатора GPS. Пробы упаковывались, сопровождалась этикетками и доставлялись в лабораторию для дальнейшей подготовки счетных образцов.

Растительные пробы в лабораторных условиях разрезаются на нужные фрагменты (листья отделяются от ветвей, ветви разрезаются по порядкам и измельчаются, мхи и лишайники разрезаются на части по морфологическим признакам) доводятся до воздушно-сухого состояния, очищаются от посторонних частей других растений. Затем сухие пробы взвешиваются на электронных весах, (погрешность измерений не превышает 2-5%). Сухой вес биологической пробы составляет до 2 кг, объем – около 4 л. Для концентрирования до объема 1 л пробы помещаются в специальные контейнеры, закрываются двуслойной алюминиевой фольгой, обугливаются в муфельной печи при температуре 400-500 °С, остужаются, механически уплотняются и снова взвешиваются на электронных весах (с погрешностью 2-5%). Затем обугленные пробы помещаются в сосуд Маринелли гамма-спектрометра «Прогресс-2000», где проводятся измерения удельной активности ⁷Ве и других радиоактивных изотопов.

У части растительных проб в сухом необугленном состоянии после радиохимической подготовки определялась удельная активность ²¹⁰Ро и ²¹⁰Рb. Пробы измельчались, взвешивались, обрабатывались смесью азотной и соляной кислоты с добавлением перекиси водорода для расщепления органических связей и перевода минеральной части и солей изотопов в растворенное состояние и далее обрабатывались по методике (Методика выполнения..., 2001). Изотопы осаждались на подложку из нержавеющей стали для получения счетных образцов и измерения активности изотопов на универсальном радиометре UMo LB 123 «Berthold».

Результаты измерений удельной активности ⁷Ве в пробах листьев и ветвей березы, ольхи, осины, ивы представлены на рис. 1, значения активности пересчитаны на день отбора проб.

Удельная активность ⁷Ве в почках и ветвях березы в мае 2009 и 2010 гг. до раскрытия листьев не зафиксирована. В начале вегетационного периода после раскрытия листьев удельная активность ⁷Ве примерно одинакова как в листьях, так и в ветвях. Несмотря на короткий

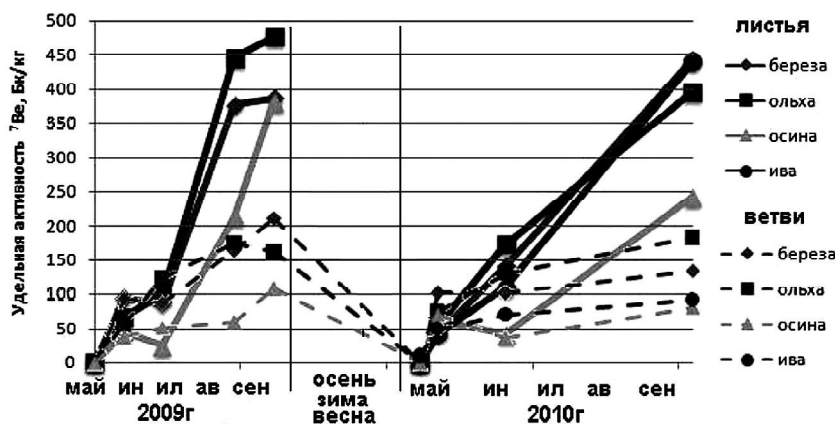


Рис. 1. Удельная активность ⁷Ве в листьях и ветвях березы, ольхи, осины, ивы в вегетационные периоды 2009 и 2010гг.

период полураспада (53.3 дня) происходит увеличение количества ⁷Ве в листьях и ветвях, причем удельная активность изотопа в листьях в конце вегетационного периода в несколько раз превышает значения удельной активности в ветвях.

В течение вегетационного периода значения удельной активности ⁷Ве меняется для мхов из рода кукушкин лен (рис. 2).

Отмечалось увеличение удельной активности ⁷Ве в середине вегетационного периода, к концу его происходило незначительное снижение, причем для верхних частей растений характерны более высокие значения, чем для нижних.

Для лишайников, отобранных в этот же период времени, также характерны высокие концентрации ⁷Ве. Удельная активность ⁷Ве лишайников из рода *Cladonia*, отобранных на берегу и островах Белого моря в августе, составила от 200 до 520 Бк/кг в верхней части таллома и от 40 до 150 Бк/кг в нижней. Способ разрезки и результаты измерений некоторых проб лишайников представлены на рис. 3.

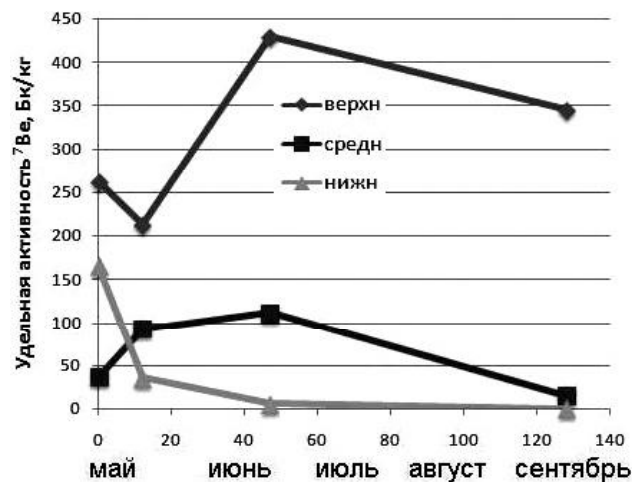


Рис. 2. Удельная активность ⁷Ве в нарезке проб мха кукушкин лен (*Polytrichum*), отобранного на Беломорско-Кулойском плато в вегетационный период 2010 г.

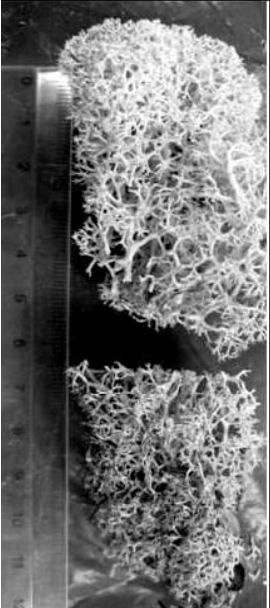
<i>Cladonia alpestris</i>	Район Кемь, берег Белого моря, август 2009	Рес-ка Карелия, район Онежского озера, авг. 2009
	${}^7\text{Be} - 453.7 \pm 60.3$	${}^7\text{Be} - 674 \pm 67.6$
	${}^{137}\text{Cs} - 110 \pm 15.1$	${}^{137}\text{Cs} - 41.7 \pm 7.2$
	${}^{40}\text{K} - < 40$	${}^{40}\text{K} - < 40$
	${}^{226}\text{Ra} - 15.5 \pm 8.6$	${}^{226}\text{Ra} - 14.4 \pm 6$
	${}^{232}\text{Th} - < 1$	${}^{232}\text{Th} - < 1$
	${}^{210}\text{Po} - 36.81 \pm 2.79$	${}^{210}\text{Po} - 42.25 \pm 3.29$
	${}^{210}\text{Pb} - 0.71 \pm 0.019$	${}^{210}\text{Pb} - 0.76 \pm 0.021$
	${}^7\text{Be} - 75.4 \pm 32.1$	${}^7\text{Be} - 113.2 \pm 31.5$
	${}^{137}\text{Cs} - 279.1 \pm 33.3$	${}^{137}\text{Cs} - 19.8 \pm 6.1$
	${}^{40}\text{K} - < 40$	${}^{40}\text{K} - < 40$
${}^{226}\text{Ra} - 82.5 \pm 15.7$	${}^{226}\text{Ra} - 25.1 \pm 8.2$	
${}^{232}\text{Th} - < 1$	${}^{232}\text{Th} - < 1$	
${}^{210}\text{Po} - 18.94 \pm 1.47$	${}^{210}\text{Po} - 21.7 \pm 1.71$	
${}^{210}\text{Pb} - 0.59 \pm 0.016$	${}^{210}\text{Pb} - 0.64 \pm 0.018$	

Рис. 3. Удельная активность изотопов в пробах лишайников из рода *Cladonia*, разрезанных на части.

Отмечались высокие значения удельной активности ${}^7\text{Be}$ (до 700 Бк/кг) в верхней части и до 120 Бк/кг в нижней части таллома лишайников, отобранных в районе Онежского озера Республики Карелия. В пробах почвы, на которых произрастал лишайник, удельная активность ${}^7\text{Be}$ не зафиксирована.

В результате выполненных работ были получены данные о различном содержании радионуклидов в различных растениях. Изотопы, имеющие преимущественно воздушный путь поступления, фиксируются растениями в верхних их частях. К концу вегетационного периода значение удельной активности изотопа ${}^7\text{Be}$ достигает значительных величин и превышает значения удельной активности других радиоактивных изотопов как естественного, так и искусственного происхождения, что вызывает интерес с точки зрения воздействия на биосферу.

Эти данные не противоречат ранее полученными результатами исследований (Киселев, Дружинин, 2009) и данным из литературных источников (Бязров, 2005; Козубов, Таскаев, 1994; Сапожников и др., 2006). В то же время они показывают современную картину поступления, накопления и миграции радиоактивных изотопов в растениях, что важно само по себе, также данные представляют интерес с позиции переноса вещества в атмосфере, с позиций взаимодействия биосферы и атмосферы.

Работа выполнена при поддержке гранта Уральского отделения РАН научно-исследовательских проектов молодых ученых и аспирантов в секции Наук о Земле.

ЛИТЕРАТУРА

- Баженов В.А., Булдаков Л.А., Василенко И.Я. и др. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества: справочное издание / Под ред. В.А. Филова и др. Л.: Химия, 1990. 464 с.
- Белозерский Г.Н. Радиационная экология. М.: Изд. центр «Академия», 2008. 384 с.
- Бязров Л.Г. Лишайники – индикаторы радиоактивного загрязнения. М: Изд-во КМК, 2005. 476 с.
- Киселев Г.П., Дружинин С.В. Космогенный изотоп бериллий-7 и другие радиоактивные изотопы в растениях Архангельской области // Вест. Архангельского государственного технического ун-та. Серия «Прикладная геоэкология». Архангельск, 2009. Вып. 82. С 14-28.
- Козубов Г.М., Таскаев А.И. Радиобиологические и радиэкологические исследования древесных растений. СПб.: Наука, 1994. 256 с.
- Методика выполнения измерений объемной активности полония-210 и свинца-210 в природных водах альфа-бета-спектрометрическим методом с радиохимической подготовкой. М., 2001. 17 с.
- Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 286 с.

ВЛИЯНИЕ СВЕРХЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ СТРЕСС-ОТВЕТА (*MNK*, *BRCA2*, *CYP4E2*, *SPN-B*, *HUS1*) НА УРОВЕНЬ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДНК И ЧАСТОТУ АПОПТОЗА В НЕЙРОБЛАСТАХ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

В.Н. Мезенцева*, И.О. Велегжанинов, А.А. Москалев
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

* Сыктывкарский государственный университет
E-mail: vera-mezenceva@mail.ru

Организмы постоянно испытывают воздействие стрессовых факторов, в ответ на которые активизируются такие защитные механизмы, как репарация ДНК, детоксификация свободных радикалов и ксенобиотиков, элиминация не справляющихся с повреждением клеток пу-

тем апоптоза, остановка клеточного цикла. Имеется ряд экспериментальных работ, подтверждающих, что при сверхактивации генов стресс-ответа повышается стрессоустойчивость организма. Например, сверхэкспрессия гена *TRX2*, кодирующего тиоредоксин, увеличивает рези-

стентность к окислительному стрессу у *Saccharomyces cerevisiae* (Gomez-Pastor et al., 2010). В результате исследований Морроу и коллег было установлено, что сверхэкспрессия гена *Hsp22* (*Hsp22* – малый белок теплового шока с молекулярной массой 22 кДа) в мотонейронах *Drosophila melanogaster* повысила устойчивость к окислительному стрессу и гипертермии, одновременно увеличивая продолжительность жизни (Morrow et al., 2004). В нашей лаборатории было показано, сверхэкспрессия гена *D-GADD45* в нервной системе *Drosophila melanogaster* приводит к продлению жизни особей при снижении уровня повреждения ДНК нейробластов личинок (Plyusnina et al., 2011).

Цель работы – выявить влияние сверхэкспрессии генов *mnk*, *Brca2*, *Cyp4e2*, *spn-B*, *Hus1* на уровень повреждения ДНК и частоту апоптоза нейробластов *Drosophila melanogaster*.

Задачи:

1) оценить уровень повреждения ДНК нейробластов личинок *Drosophila melanogaster* со сверхактивацией генов *mnk*, *Brca2*, *Cyp4e2*, *spn-B*, *Hus1* и без сверхактивации.

2) оценить частоту апоптоза нейробластов личинок *Drosophila melanogaster* со сверхактивацией данных генов и без сверхактивации.

Материалы и методы

В исследовании использовали нейробласты личинок *Drosophila melanogaster* лабораторных линий, которые были получены в результате скрещивания особей линий, содержащих дополнительные копии генов под контролем промотора *UAS* и линии *ELAV*, которая несет мифепристон-индуцибельный драйвер *GAL4* в нервной системе дрозофилы. Транскрипционная активность запускается при наличии гормона мифепристона, аналога прогестерона.

Линии, использованные в работе:

1) Линия дикого типа *Canton-S*;

2) *UAS-mnk/Elav*. Ген *mnk* (гомолог *Chk2*) участвует в контроле клеточного цикла и регуляции апоптоза;

3) *UAS-Brca2/Elav*. Ген *Brca2* участвует в репарации двунитевых разрывов ДНК через гомологичную рекомбинацию, в контроле клеточного цикла;

4) *UAS-Cyp4e2/Elav*. Ген *Cyp4e2* (цитохром *P450*) участвует в окислении ксенобиотиков в фазе I детоксификации;

5) *UAS-spn-B/Elav*. Ген *spn-B* (гомолог *Rad51*) участвует в репарации двухцепочечных разрывов ДНК через гомологичную рекомбинацию;

6) *UAS-Hus1/Elav*. Ген *Hus1* участвует в контроле остановки клеточного цикла.

Для активации транскрипции мух содержали в питательной дрожжевой пасте, в состав которой входил мифепрестон. В качестве контроля использовали мух, которых содержали на обычной дрожжевой пасте. Далее из личинок извлекали ганглии (по две на суспензию) и иммобилизовали клетки на слайды в гель. Уровень повреждения ДНК оценивали методом ДНК-комет (Tice et al., 2000; Mukhopadhyay et al., 2004). Результаты анализировали с помощью программы «CometScore 1.5» (TriTek Corp, США). С изображений, полученных с помощью видеосистемы на основе цифровой камеры Olympus C7070, оценивали величину «момента хвоста» по П. Оливе (произведение расстояния от центра ядра «кометы» до центра плотности хвоста на процент ДНК в хвосте). На каждом препарате анализировали по 50 комет. Вычисляли среднюю арифметическую от $\ln(M+0.001)$ для каждого препарата, где M – «момента хвоста» по П. Оливе и использовали эту величину для дальнейших статистических вычислений. Статистическую обработку проводили с помощью U -критерия Манна-Уитни. Частоту апоптоза оценивали методом диффузии ДНК в геле, который заключается в лизисе клеток в гипертонической среде и последующем подсчете доли клеток, перешедших к апоптозу до начала лизиса (по 500 клеток на препарат) (Singh, 2000).

Результаты

В результате анализа уровня повреждения ДНК нейробластов личинок *Drosophila melanogaster* (рис. 1) было обнаружено достоверное снижение уровня повреждения ДНК у линии со сверхэкспрессией гена *spn-B* по сравнению с той же линией без активации транскрипции данного гена. Это явление наблюдается в обоих повторностях эксперимента. *spn-B* (гомолог *Rad51*) контролирует этап обмена гомологичными участками хроматид в процессе репарации двунитевых разрывов ДНК (Yoo, McKee, 2005). Наблюдаемые изменения в уровне повреждения ДНК, вероятно, обусловлены участием данного гена в

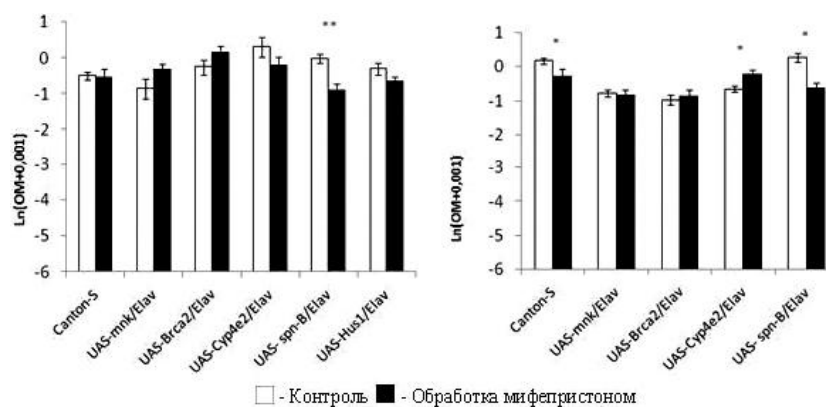


Рис. 1. Уровень повреждения ДНК нейробластов личинок *Drosophila melanogaster*. Различия достоверны при * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (критерий Манна-Уитни).

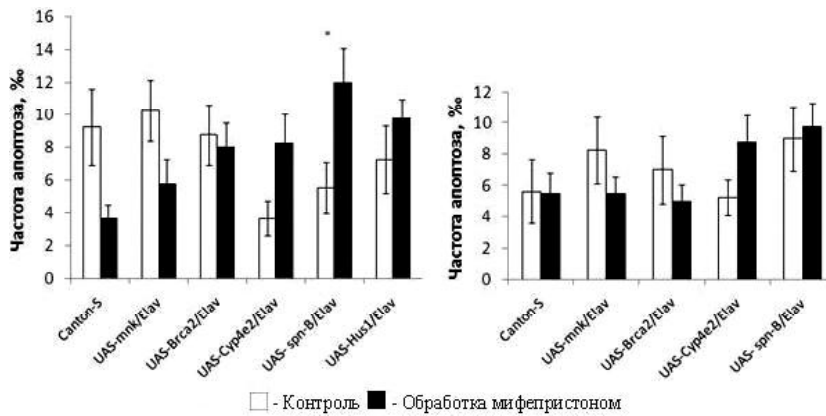


Рис 2. Частота апоптоза нейробластов личинок *Drosophila melanogaster*. Различия достоверны при * $p < 0.05$ (критерий Манна-Уитни).

репарации и позволяют рассматривать его как потенциальную мишень для регуляции стрессоустойчивости организма. Однако неясными остаются причины повышения частоты апоптоза при сверхэкспрессии этого гена (рис. 2).

В обоих повторностях эксперимента наблюдается тенденция к повышению частоты апоптоза у линии со сверхэкспрессией гена *Cyp4e2*. Ген *Cyp4e2* участвует в окислении ксенобиотиков в фазе I детоксификации (Pittendrigh et al., 1996). Возможно, сверхэкспрессия данного гена приводит к нарушению работы системы детоксификации, что может приводить к увеличению частоты апоптоза.

При сверхэкспрессии генов *mnk*, *Brca* наблюдается тенденция к снижению частоты апоптоза в обоих повторностях. Ген *mnk* участвует в контроле клеточного цикла и в регуляции апоптоза (Masrouha et al., 2003). Ген *Brca2* участвует в контроле клеточного цикла и в репарации двунитевых разрывов через гомологичную рекомбинацию (Klovstad et al., 2008). В результате чего возможно повышение эффективности репарации ДНК и, как следствие, снижение частоты апоптоза. Однако следует отметить, что уровень повреждения ДНК при этом оставался неизменным.

Вывод

Обнаружено, что у дрозофил со сверхактивацией гена *spn-B* наблюдается снижение уровня повреждения ДНК в сравнении с мухами без

сверхэкспрессии данного гена. Полученный результат позволяет рассматривать ген *spn-B* как потенциальную мишень для регуляции стрессоустойчивости организма.

ЛИТЕРАТУРА

Gymez-Pastor R., Pürez-Torrado R., Cabisco E., Ros J., Matallana E. Reduction of oxidative cellular damage by overexpression of the thioredoxin *TRX2* gene improves yield and quality of wine yeast dry active biomass // *Microb Cell Fact.*, 2010. Vol. 9. P. 9.

Klovstad M., Abdu U., Schupbach T. *Drosophila Brca2* is required for mitotic and meiotic DNA repair and efficient activation of the meiotic recombination checkpoint // *PLoS Genetics*, 2008. Vol. 4. № 2. P. 31.

Masrouha N., Yang L., Hija S. et al. The *Drosophila chk2* Gene loki Is Essential for Embryonic DNA Double-Strand-Break Checkpoints Induced in S Phase or G2 // *Genetics*, 2003. Vol. 163. P. 973-982.

Morrow G., Samson M., Michaud S., Tanguay R.M. Overexpression of the small mitochondrial *Hsp22* extends *Drosophila* life span and increases resistance to oxidative stress // *FASEB J.*, 2004. Vol. 18. № 3. P. 598-599.

Mukhopadhyay I., Chowdhuri D.K., Bajpayee M., Dhawan A. Evaluation of in vivo genotoxicity of cypermethrin in *Drosophila melanogaster* using the alkaline Comet assay // *Mutagenesis*, 2004. Vol. 19. P. 85-90.

Pittendrigh B.R., Mocelin G., Andreev O., Afrench-Constant R.H. The sequence of a *Drosophila Cyp4e2* cytochrome P450-encoding cDNA // *Gene*, 1996. Vol. 14. № 179(2). P. 295-296.

Plyusnina E.N., Shaposhnikov M.V., Moskalev A.A. Increase of *Drosophila melanogaster* lifespan due to *D-GADD45* overexpression in the nervous system // *Bio-gerontology*, 2011.

Singh N.P. A Simple Method for Accurate Estimation of Apoptotic Cells // *Experimental Cell Research*, 2000. Vol. 256. P. 328-337/

Tice R.R., Agurell E., Anderson D. et al. Single cell gel/comet assay: guidelines for in vitro and in vivo genetic toxicology testing // *Environmental and molecular mutagenesis*, 2000. № 35. P. 206-221.

Yoo S., McKee B.D. Functional analysis of the *Drosophila Rad51* gene (*spn-A*) in repair of DNA damage and meiotic chromosome segregation // *DNA Repair (Amst)*, 2005. Vol. 3; 4(2). P. 231-242.

ВЛИЯНИЕ СВЕРХЭКСПРЕССИИ ГЕНА *D-GADD45* НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ И СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ ОСОБЕЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Е.Н. Плюснина, А.А. Москалев
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: kateplus@mail.ru

Скорость старения и продолжительность жизни (ПЖ) организма зависят от его способности эффективно отвечать на стрессовые воздействия. При стресс-ответе ключевую функцию

выполняют гены распознавания и репарации повреждений ДНК. Долгоживущие особи различных видов живых организмов имеют повышенную устойчивость к действию генотоксиче-

ских стрессоров (Hun et al., 2008), в то время как мутации генов репарации ДНК значительно снижают ПЖ и устойчивость к действию повреждающих агентов (Москалев и др., 2007). У человека наследственные синдромы преждевременного старения (например, синдром Вернера) обусловлены мутациями в генах, кодирующих ферменты репарации ДНК (Navarro et al., 2006). Но прямым подтверждением геропротекторных свойств белков репарации ДНК может служить увеличение ПЖ организма при сверхэкспрессии их генов.

Белки консервативного в эволюции семейства GADD45 играют ключевую роль в стресс-ответе и репарации ДНК. У *Drosophila melanogaster* описан единственный ортолог *D-GADD45* (Peretz et al., 2007). Мы предположили, что сверхэкспрессия гена *D-GADD45* у особой дрозофилы приведет к более эффективному устранению повреждений ДНК и вызовет увеличение ПЖ, а также повысит стрессоустойчивость. Ген *D-GADD45* сверхактивировали в нервной системе (НС) дрозофилы, поскольку нейрогуморальная регуляция гомеостаза определяет ПЖ и процессы старения клеток и организма.

Цель работы – изучить изменение ПЖ и устойчивости к действию стресс-факторов различной природы (оксидативному стрессу, тепловому шоку, голоданию) особой дрозофилы при сверхэкспрессии гена *D-GADD45* в НС.

Материалы и методы

Линии *Drosophila melanogaster*. Линия *UAS-D-GADD45*, содержащая дополнительную копию гена *D-GADD45* под контролем промотера *UAS*, индуцируемого драйвером *GAL4* (любезно предоставлена Dr. Uri Abdu, Ben-Gurion University, Израиль). *GAL4-1407*, несущая драйвер *GAL4*, конститутивно индуцирующийся в НС (любезно предоставлена Bloomington Stock Center, США). Линия *ELAV-GeneSwitch*, содержащая мифепристон-индуцибельный драйвер *GAL4* в НС (любезно предоставлена Dr. Haig Keshishian, Yale University, США).

Активация сверхэкспрессии гена *D-GADD45*. Для конститутивной сверхактивации *D-GADD45* в НС дрозофилы производили скрещивание самок *UAS-D-GADD45* с самцами *GAL4-1407*. Для кондиционной сверхэкспрессии производили скрещивание самок *UAS-D-GADD45* с самцами *ELAV-GeneSwitch* и последующим внесением в питательную среду мифепристона 486 (Mifepristone, Sigma).

Количественный анализ RT-PCR «в реальном времени». Для определения экспрессии гена *D-GADD45* в НС использовали головы имаго. ПЦР проводили в амплификаторе АНК-32 (Институт аналитического приборостроения) с использованием красителя I (Applied Biosystems) и праймеров *D-GADD45* и β -*Tubulin* (СИНТОЛ). Рассчитывали относительную экспрессию гена *D-GADD45* с использованием метода $2^{-\Delta\Delta Ct}$ (Livak, Schmittgen, 2001).

Анализ продолжительности жизни. Особей дрозофилы содержали в стандартных условиях при 25 °С и 12-часовом режиме освещения на агарно-дрожжевой питательной среде. Ежедневно проводили подсчет числа умерших мух. Рассчитывали медианную и среднюю ПЖ, возраст 90% смертности и другие параметры. Для оценки достоверности различий по ПЖ между выборками применяли непараметрические критерии Колмогорова-Смирнова и Гехана-Беслоу-Вилкоксона. Достоверность различий по максимальной ПЖ оценивали методом Ванг-Аллисона (Wang et al., 2004).

Анализ уровня повреждений ДНК. Для исследования уровня повреждений ДНК методом «ДНК-комет» (Mukhopadhyay et al., 2000; Olive et al., 1999) использовали нервные ганглии личинок третьего возраста. Различия между выборками оценивали по t-критерию Стьюдента.

Анализ стрессоустойчивости. Для определения устойчивости к оксидативному стрессу мух в течение шести часов подвергали голоданию, а затем перемещали в банки с фильтровальной бумагой, пропитанной раствором 20 мМ параквата (Methyl Viologen, Sigma) в 5%-ной сахарозе. Для оценки устойчивости к тепловому шоку мух содержали при температуре 35 °С. Для определения устойчивости к голоданию дрозофил содержали в банках с фильтровальной бумагой, пропитанной водой. Через двое суток после стресс-воздействия рассчитывали процент умерших особей. Различия между выборками оценивали с помощью ϕ -критерия Фишера для выборочных долей.

Результаты и обсуждение

Показано, что у особей дрозофилы со сверхэкспрессией гена *D-GADD45* в НС (в 10 раз у самцов и в три раза у самок) происходит увеличение медианной и максимальной ПЖ по сравнению с особями родительских линий (рис. 1). В частности, выявлено увеличение медианной ПЖ у самцов (на 73-77%, $p < 0.001$) и у самок (на 22-46%, $p < 0.001$) с конститутивной сверхэкспрессией *D-GADD45* в НС по сравнению с медианной ПЖ особей родительских линий. Также наблюдали увеличение возраста 90%-ной смертности у особей с конститутивной сверхэкспрессией гена *D-GADD45* на 11-59% ($p < 0.001$) по сравнению с особями родительских линий. Полученные данные свидетельствуют о замедлении старения у мух со сверхэкспрессией *D-GADD45* в НС.

Однако на изменение ПЖ могли оказать влияние эффект гетерозиса и неодинаковый генетический фон у разных лабораторных линий дрозофилы. Поэтому мы изучили ПЖ с использованием мифепристон индуцибельной (кондиционной) системы активации промотера *UAS-D-GADD45*. Мифепристон не влияет на ПЖ дрозофилы (Ford et al., 2007), а его применение позволяет осуществлять сверхэкспрессию у осо-

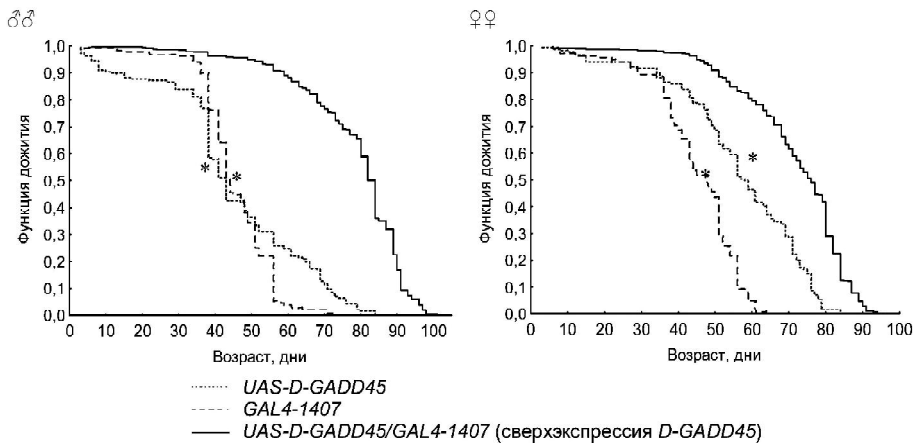


Рис. 1. Влияние конститутивной экспрессии гена *D-GADD45* на продолжительность жизни дрозophilы; объединены данные трех повторностей; * $p < 0.001$ (критерий Колмогорова-Смирнова).

бей с одинаковым генотипом. Индукция сверхэкспрессии мифепристонем (в четыре раза у самцов и в два раза у самок) сопровождалась увеличением медианной ПЖ самцов на 40-42% ($p < 0.001$) и 3-6% у самок ($p < 0.05$) (рис. 2). Таким образом, сверхэкспрессия *D-GADD45* в НС продлевает жизнь вне зависимости от влияния гетерозиса и генетического фона.

Белки GADD45 необходимы для поддержания стабильности генома в ответ на повреждение ДНК и участвуют в эксцизионной репарации ДНК (Le May et al., 2010). Мы предположили, что сверхэкспрессия *D-GADD45* в НС дрозophilы могла привести к более эффективному устранению повреждений ДНК. Анализ методом «ДНК-комет» показал снижение уровня повреждений ДНК на 21-27% ($p < 0.001$) в нейробластах личинок со сверхэкспрессией *D-GADD45* по сравнению с особями без сверхэкспрессии.

В следующей серии экспериментов проводили оценку влияния сверхэкспрессии *D-GADD45* на устойчивость дрозophil к действию стресс-факторов различной природы, которые являются потенциальными источниками индуцированных повреждений ДНК.

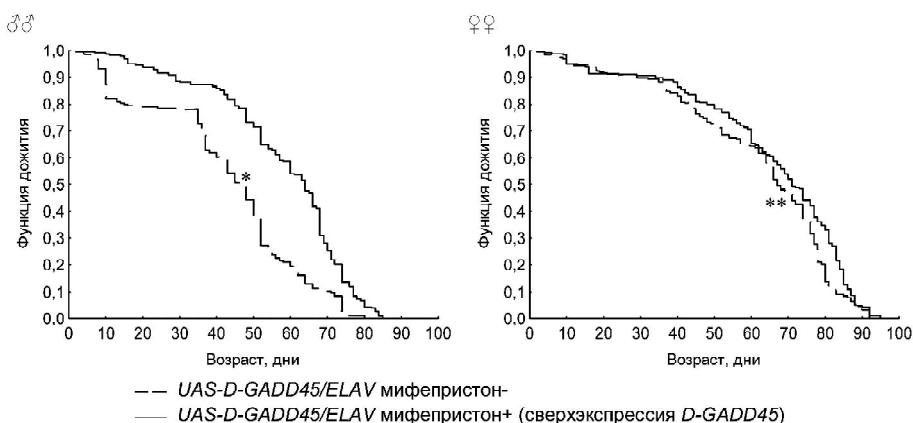


Рис. 2. Влияние кондиционной экспрессии гена *D-GADD45* на продолжительность жизни дрозophilы; объединены данные двух повторностей; * $p < 0.001$, ** $p < 0.05$ (критерий Колмогорова-Смирнова).

Окислительный стресс значительно ускоряет старение. Взаимодействие активных форм кислорода с ДНК приводит к образованию повреждений, включая модификации сахаров, разрывы цепей и аддукты оснований (Souza-Pinto et al., 1999). У самцов сверхэкспрессия *D-GADD45* в НС увеличивает устойчивость к индуктору свободных радикалов параквату в 1.3-2.6 раза по сравнению с самцами без сверхэкспрессии ($p < 0.05$). И хотя у самок достоверных различий не выявлено,

при конститутивной сверхэкспрессии *D-GADD45* наблюдается выраженная тенденция к увеличению устойчивости к параквату по сравнению с самками родительских линий. Вероятно, сверхэкспрессия *D-GADD45* повышает устойчивость к окислительному стрессу через механизмы эксцизионной репарации ДНК и JNK зависимый путь долгожительства.

Высокая температура увеличивает темпы метаболизма, приводя к интенсификации выработки свободных радикалов и повреждению клеточных структур. Основным повреждением при тепловом шоке является повреждение белков. При ответе на высокую температуру играют роль митоген активируемые протеинкиназы (МАРК), которые фосфорилируют фактор теплового шока (HSF-1), индуцирующий экспрессию генов белков теплового шока (Rattan et al., 2004). В свою очередь, белки GADD45 регулируют активность МАРК (Peretz et al., 2007). Обнаружено повышение устойчивости к тепло-шоку (35 °C) в 1.5-6.5 раз у мух со сверхэкспрессией *D-GADD45* в НС по сравнению с особями без сверхэкспрессии ($p < 0.05$), кроме особей линии *UAS-D-GADD45*. Возможно, сверхэкспрессия *D-GADD45* через МАРК повышает активность белков теплового шока, способствуя стрессоустойчивости организма.

Чрезмерное снижение потребления пищи помимо прочих негативных эффектов вызывает окислительный стресс и дефекты репарации ДНК (Heininger, 2002). Показано увеличение устойчивости к голоданию у самцов со сверхэкспрессией *D-GADD45* в НС в 1.8-8.3 раз по сравнению с самцами без сверхэкспрессии ($p < 0.05$). Но у

самок со сверхэкспрессией *D-GADD45* в НС повышение устойчивости к голоданию наблюдается только по сравнению с самками линии *GAL4-1407* ($p < 0.05$), что может быть связано не только со сверхэкспрессией *D-GADD45*, но и с эффектом гетерозиса. В то же время активация мифепристоном сверхэкспрессии *D-GADD45* у мух с генотипом *UAS-D-GADD45/ELAV* даже снизила стрессоустойчивость в четыре раза ($p < 0.05$).

Стоит отметить, что продление жизни и повышение устойчивости к различным видам стресса в связи со сверхэкспрессией *D-GADD45* в большей степени проявилось у самцов, чем у самок, что соответствует большему уровню экспрессии трансгена.

Итак, сверхэкспрессия гена *D-GADD45* в НС увеличивает ПЖ дрозодилы и повышает устойчивость к различным видам стресса, что связано с более эффективной репарацией ДНК, поскольку уровень повреждений ДНК в нервной ткани личинок со сверхэкспрессией *D-GADD45* снижен.

ЛИТЕРАТУРА

Москалев А.А., Плюснина Е.Н., Зайнуллин В.Г. Влияние гамма-облучения в малых дозах на продолжительность жизни у мутантов дрозодилы по распознаванию и репарации повреждений ДНК // Рад. биол. Радиозкол., 2007. Т. 47. № 5. С. 586-588.

Ford D., Hoe N., Landis G.N. et al. Alteration of *Drosophila* life span using conditional, tissue-specific expression of transgenes triggered by doxycycline or RU486/Mifepristone // Exp. Gerontol., 2007. Vol. 42. № 6. P. 483-497.

Heininger K. Aging is a deprivation syndrome driven by a germ-soma conflict // Ageing Res Rev., 2002. Vol. 1. № 3. P. 481-536.

Hyun M., Lee J., Lee K. Longevity and resistance to stress correlate with DNA repair capacity in *Caenorhabditis elegans* // Nucleic Acids Res., 2008. Vol. 36. № 4. P. 1380-1389.

Le May N., Egly J.-M., Coin F. True lies: the double life of the nucleotide excision repair factors in transcription and DNA repair // J. Nucleic Acids, 2010.

Livak K.J., Schmittgen T.D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta CT}$ Method // Methods, 2001. Vol. 25. P. 402-408.

Mukhopadhyay I., Chowdhuri D. K., Bajpayee M., Dhawan A. Evaluation of *in vivo* genotoxicity of cypermethrin in *Drosophila melanogaster* using the alkaline Comet assay // Mutagenesis, 2000. Vol. 19. № 2. P. 85-90.

Navarro C.L., Cau P., Levy N. Molecular bases of progeroid syndromes // Hum. Mol. Genet., 2006. Vol. 15. № 2. P. R151-R161.

Olive P.L., Banath J.P., Durand R.E. Heterogeneity in radiation-induced DNA damage and repair in tumor and normal cells measured using the «comet» assay // Radiat. Res., 1990. Vol. 122. № 1. P. 86-94.

Peretz G., Bakhrat A., Abdu U. Expression of the *Drosophila melanogaster* GADD45 homolog (CG11086) affects egg asymmetric development that is mediated by the c-Jun N-terminal kinase pathway // Genetics, 2007. Vol. 177. P. 1691-1702.

Rattan S.I., Gonzalez-Dosal R., Nielsen E.R. et al. Slowing down aging from within: mechanistic aspects of anti-aging hormetic effects of mild heat stress on human cells // Acta Biochim Pol., 2004. Vol. 51. № 2. P. 481-492.

Souza-Pinto N.C., Croteau D.L., Hudson E.K. et al. Age-associated increase in 8-oxo-deoxyguanosine glycosylase/AP lyase activity in rat mitochondria // Nucleic Acids Res., 1999. Vol. 27. № 8. 1935-1942.

Wang C., Li Q., Redden D.T., Weindruch R., Allison D.B. Statistical methods for testing effects on «maximum lifespan» // Mech. Ageing Dev., 2004. Vol. 125. № 9. P. 629-632.

ВЛИЯНИЕ СЕРПИСТЕНА НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ БЕЛЫХ БЕСПОРОДНЫХ МЫШЕЙ

А.В. Пыстина

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: nastik_pystik@mail.ru

В настоящее время при разработке концепции здорового образа жизни в условиях Севера, профилактики и лечения заболеваний у северян большое внимание уделяется использованию лекарственных растений, витаминов и природных биологически активных добавок (БАД). Поиск и изучение веществ, помогающих организму адаптироваться к стрессовым ситуациям, является одной из актуальнейших проблем современной физиологии и экологии. Работа посвящена изучению адаптогенных и стресс-лимитирующих свойств фитостероидного препарата Серпистен, выделенного из листьев и побегов растения серпухи венценосной (*Serratula coronata*) (заведующий лабораторией биохимии и биотехнологии профессор В.В. Володин). Сер-

пистен представляет собой очищенный сертифицированный препарат, состоящий из двух основных фитостероидов: 20-гидроксиэкдизона (20E) и 25S-инокостерона. 20E идентичен гормону линьки насекомых, между тем у млекопитающих и человека не обладает активностью половых стероидных гормонов (Фитоэкдистероиды, 2003). Препарат Серпистен уже проходил клинические и доклинические испытания, изучена биологическая активность препарата. Решающим фактором, позволяющим утверждать, что исследуемый препарат или пищевая добавка не оказывает никакого отрицательного действия на организм, является проведение испытаний на биологическом материале, в частности, на лабораторных мышах. Однако необхо-

димы дальнейшие исследования с целью уточнения используемых дозировок и детализации отдельных свойств препарата, в частности, антидепрессантного, противотревожного и адаптотенного действия.

Цель данной работы – оценка влияния водного раствора Серпистена в различных дозах на поведение мышей при курсовом десятидневном введении *per os*.

Для достижения указанной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Охарактеризовать влияние введения препарата Серпистена в дозах 0.5, 5.0 и 50.0 мг/кг на горизонтальную, двигательную активность, исследовательскую активность и эмоциональность мышей с помощью теста «Открытое поле».

2. Изучить эффективность перорального введения препарата Серпистена на уровень депрессивности мышей с помощью теста Порсолта.

3. Изучить эффективность введения препарата Серпистена на уровень ориентировочно-исследовательской активности с помощью «Т-образного лабиринта».

В опыте использовали самцов белых беспородных мышей в возрасте трех-четырёх месяцев, содержащихся в стандартных условиях вивария. Работу с животными осуществляли согласно правилам лабораторной практики в Российской Федерации (приказ МЗ РФ № 267 от 2003 г.). Для выявления их поведенческих реакций нами были использованы следующие тесты: Т-образный лабиринт, «Открытое поле» и тест Порсолта (принудительное плавание). Мыши были разделены на пять групп по 10-15 особей в каждой и помещены в стандартные клетки при свободном доступе к еде и воде в виварии. При изучении воздействия Серпистена питьевую воду заменяли раствором Серпистена в дистиллированной воде в течение 10 дней. Концентрации подбирали таким образом, чтобы суммарные дозы Серпистена составляли 0.5, 5.0 и 50.0 мг/кг. Расчет проводили с учетом массы животных и объема потребляемой ими жидкости. Контрольные животные получали обычную питьевую воду. Всего в экспериментах с Серпистеном использовано 59 животных. Каждая группа прошла три теста, мыши группы контроля продолжали пить обычную питьевую воду. После окончания питья Серпистена все группы животных снова проверяли на поведенческие реакции в тестах «Открытое поле», Т-образный лабиринт и Порсолта.

«Открытое поле» – это круглая арена, $d = 1$ м, сторона квадрата – 10 см, 25 отверстий-«норок», освещение лампой 40 Вт, длительность тестирования – 3 мин.

В тесте «Открытое поле» фиксировали несколько показателей: количество пересеченных квадратов, которые свидетельствуют о горизонтальной активности мышей; количество стоек, которое указывает на вертикальную двигательную активность мышей; количество заглядыва-

ний в норки, по которым можно судить об исследовательской активности подопытных животных; количество болюсов дефекаций и уринаций, которые характеризуют эмоциональность и проявление страха; количество актов груминга. Их рассматривают как гигиеническую чистку (активная форма поведения) и в качестве показателя смещенной двигательной активности, характерной для состояния озабоченности, реакции на новизну, потребности устранения беспокойства, как замена активных форм защиты в пассивную форму.

Метод лабиринта является одним из самых давних и широко распространенных методов изучения сложных форм поведения животных. Перед подопытным животным, помещенным в лабиринт, ставится задача нахождения пути к определенной цели. Результаты прохождения животным лабиринта определяются, как правило, по скорости достижения цели и количеству допущенных ошибок. Метод лабиринта позволяет изучать как вопросы, связанные непосредственно со способностью животных к обучению, так и вопросы пространственной ориентации, памяти, способности к переносу двигательных навыков в новые условия, к формированию чувственных ощущений и т.д. В нашем опыте Т-образном лабиринте происходило обучение ориентировочно-исследовательской реакции мышей. Лабиринт состоял из стартового отсека и центрального рукава (размеры 6×6 и 20×6 см) и двух боковых рукавов (20×6 см). Фиксировалось время выхода грызунов из него, что считали показателем скорости ориентировочно-исследовательской реакции.

В качестве стрессорирующей процедуры применялся тест принудительного плавания (Порсолта). Для теста использовали стеклянный, цилиндрический сосуд высотой 45 и диаметром 20 см, $t = 26-28$ °С. В тесте Порсолта оценивали степень депрессивности мышей. Мышь предварительно протирали 95% спиртом и помещали в стеклянный цилиндр высотой 25 см, диаметром 14 см, наполненный водой (температура 25 °С) до 10 см высоты цилиндра. Мыши плавали по 4 мин. каждая. Поскольку визуальная регистрация длительности иммобильности у мелких животных довольно затруднительна, эксперимент снимали на видеокамеру. Затем обрабатывали видеозаписи, регистрируя время пассивного плавания (ВПП): замирания и пассивный дрейф (мышь неактивно двигает одной или двумя лапами), который отражает развитие состояния, сходного с депрессией.

Прежде всего необходимо отметить, что в рассматриваемом диапазоне доз Серпистен не обладает ни острой (10-3000 мг/кг), ни хронической (5-500 мг/кг за 30 дней) токсичностью, что подробно изучено сотрудниками лаборатории радиоэкологии животных Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Чрезвычайно низкая токсичность других фитоэкдистероидов

даже при очень высоких дозах показана многими авторами в опытах на теплокровных животных (Ахрем, Ковганко, 1989; Slama, Lafon, 1995).

Исследование массы тела мышей в ходе эксперимента не показало анаболического эффекта действия Серпистена ни в одном из вариантов эксперимента, что подтверждает полученные ранее данные в экспериментах, проводимых сотрудниками лаборатории радиозологии животных. Отсутствие анаболического эффекта Серпистена можно объяснить тем, что в эксперименте были использованы половозрелые самцы (3-4 мес), у которых масса тела за короткий срок опыта не может очень сильно изменяться.

В тесте «Открытое поле» горизонтальная исследовательская активность животных оценивается по числу пересеченных квадратов. Число пересеченных квадратов было статистически значимо в 1.8 раза больше в группе мышей, принимавших Серпистен в дозировке 50 мг/кг по сравнению с группой мышей, которые не пили препарат. В остальных вариантах опыта не наблюдали достоверных изменений после курсового потребления Серпистена. По числу стоек не было выявлено достоверных различий между группами ни до, ни после курсового введения препарата. Так, вертикальная активность не изменилась после принятия Серпистена, в варианте 5.0 мг/кг, однако при малой дозе препарата 0.5 она снизилась в среднем в 1.7 раза, а при дозе 50.0 мг/кг она незначительно повысилась в 1.45 раз (не достоверно). Количество заглядываний в норки, которое характеризует исследовательскую активность мышей, после десятидневного питья Серпистена показало, что у группы контроля она практически не изменилась, а во всех вариантах опыта при всех трех дозах Серпистена уменьшилось число заглядываний в норки. Так при дозе 0.5 мг/кг снизилось в 3.3 раза, при дозе 5.0 мг/кг — в три раза, а при дозе 50.0 мг/кг — в 3.25 раз, т.е. практически при все дозах одинаково уменьшилось. Количество болюсов дефекаций и уринаций уменьшилось после потребления Серпистена в двух вариантах опыта при дозах 5.0 и 50.0 мг/кг, что свидетельствует об уменьшении эмоциональности и более спокойном поведении этих мышей. Последний показатель — количество актов грумминга, не показал достоверных различий после использования Серпистена при всех дозах. Варианты опыта лишь отличались разной направленностью.

Таким образом, при курсовом десятидневном потреблении Серпистена у мышей наблюдается увеличение горизонтальной активности (доза 50.0 мг/кг) без достоверного увеличения двигательной активности, уменьшение исследовательской активности при всех дозах, тревожности

при дозах 5.0 и 50.0 мг/кг, тенденции к уменьшению смещенной двигательной активности мышей (грумминга) при дозе 0.5 мг/кг, уменьшение эмоциональности (дефекации) при дозах 5.0 и 50.0 мг/кг. Действие Серпистена на поведение мышей зависит от дозы препарата.

Результаты по тесту принудительного плавания (тест Порсолта) показали, что за первую минуту плавания после употребления мышами Серпистена в вариантах контроля с дозой 0.5 и 5.0 мг/кг увеличивается время пассивного плавания по сравнению с этими же вариантами до начала питья препарата соответственно в 4.1, 2.25 и 2.5 раза. На последней минуте плавания (4 мин.) сохраняется тенденция увеличения времени пассивного плавания в группе контроль и группах с дозами Серпистена 0.5 и 50.0 мг/кг. Сумма времени пассивного плавания за 4 мин. показала увеличение данного показателя в равной степени в группе контроль и группе с Серпистеном в дозе 5 мг/кг. Итак, при потреблении Серпистена у белых беспородных мышей наблюдается увеличение времени пассивного плавания при дозе 5.0 мг/кг, что свидетельствует об уменьшении степени депрессивности мышей.

Время пребывания мышей в Т-образном лабиринте до и после употребления Серпистена в разных дозах однозначно показало во всех вариантах опыта уменьшение времени пребывания мышей после их применения препарата. Причем более значительное снижение времени нахождения в лабиринте наблюдали у мышей, принимавших Серпистен в дозе 50.0 мг/кг. Таким образом, у мышей, принимавших раствор Серпистена в дозе 50.0 мг/кг, уменьшилось время пребывания в лабиринте, что свидетельствует о способности животных к обучению, пространственной ориентации.

На основании полученных результатов, проведенных в трех тестах, характеризующих поведенческие реакции мышей при употреблении водного раствора Серпистена, установлена зависимость выявленных реакций мышей от дозы исследуемого соединения.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума УрО РАН «Фундаментальные науки — медицине» (№ 09-П-4-1013).

ЛИТЕРАТУРА

- Ахрем А.А., Ковганко Н.В. Экдистероиды: Химия и биологическая активность. Минск: Наука и техника, 1989. 327 с.
- Фитоэкдистероиды / Под ред. В.В. Володина. СПб.: Наука, 2003. 293 с.
- Slama K., Lafont R. Insect hormones - ecdysteroids: their presence and actions in vertebrates // European Journal of Entomology, 1995. Vol. 92. P. 355-377.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ У ОСОБЕЙ ЛИНИЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER* С МУТАЦИЯМИ В ГЕНАХ *HSP* И *HSF*

Е.В. Романова, А.А. Москалев
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: rOmanova@mail.ru

В исследованиях *in vitro* показано, что в радиоадаптивный ответ вовлечены механизмы репарации ДНК, контрольных точек клеточного цикла, ответа на повреждение ДНК. Кроме того, в адаптируемых клетках при воздействии малых доз радиации отмечается активация молекулярных шаперонов, участвующих в репарации раскрученных, агрегированных или поврежденных белков. Остается неясным вопрос о роли белков теплового шока в формировании устойчивости к воздействию ионизирующей радиации в малых дозах и на уровне целого организма. Помимо того, что в этом эксперименте доказывается правомочность использования продолжительности жизни в исследовании генетических механизмов адаптивного ответа, использование различных мутантных линий дрозофил помогает найти недостающую связь между известными механизмами радиоадаптивного ответа *in vitro* и малоизученными эффектами радиоадаптации на уровне целого организма.

Цель данной работы – исследование изменений параметров продолжительности жизни (ПЖ) и старения у особей линий *Drosophila melanogaster* с мутациями в гене фактора теплового шока (*Hsf*) и белков теплового шока (*Hsp*).

Материалы и методы

В представленной работе проведен анализ изменений параметров ПЖ и старения у особей линии дикого типа *Canton-S* и линий с мутациями в генах *Hsp* и *Hsf* (табл. 1) после адаптирующего воздействия с использованием хронического низкоинтенсивного γ -излучения (0.017 и 0.17 сГр/ч) на предимагинальных стадиях развития (накопленная доза – 6 и 60 сГр). В качестве разрешающего воздействия использовали острое облучение (накопленная доза 30 Гр). Насекомых содержали в стандартных условиях

(25 °С и 12-часовом режиме освещения), отдельно по полу. Один раз в неделю мух пересаживали на свежую дрожжевую среду, не используя наркотизацию. Анализ продолжительности жизни представлял собой ежедневный, проводимый в одно и то же время, подсчет умерших мух, за исключением субботы и воскресенья. Данные подсчетов вносили в специальные бланки-таблицы смертности, а после окончания экспериментов сгруппированы в Excel и обработаны в WinModest и Statistica 6.1. Оценивали среднюю, медианную, максимальную продолжительность жизни, время 90% -ной смертности популяции, а также параметры α и R уравнения Гомперца. Для оценки достоверности различий по медианной продолжительности жизни в опыте и контроле применяли непараметрический критерий Гехана-Беслоу-Вилкоксона; для показателя времени 90% -ной смертности критерий Ванг-Аллисона; параметров α и R критерий Хи-квадрат методом максимального и минимального правдоподобия.

Результаты и обсуждение

При постановке эксперимента мы основывались на установленных фактах о том, что белки теплового шока участвуют в процессах репарации ДНК (Hunt et al., 2004, Bases, 2006 и др.), контроле клеточного цикла (Lee et al., 2001 и др.), запрограммированной клеточной гибели (Aloy et al., 2008 и др.), поддержании нативной структуры белков (Arya et al., 2007 и др), что обеспечивает устойчивость клетки к стрессам. *In vitro* установлено также участие белков теплового шока в обеспечении радиорезистентности (Park et al., 2000, Hunt et al., 2004 и др.) и в радиоадаптивном ответе (Kang et al., 2002; Kabakov et al., 2006). Мы предполагали, что белки теплового шока и их непосредственные регуля-

Таблица 1

Генотип и характеристика линий, использованных в работе

Обозначение линии	Генотип	Характеристика
<i>Canton-S</i> <i>Hsf^f</i>	<i>Hsf^f Hsp⁺</i> <i>cn¹ bw¹ Hsf^f</i>	Гены <i>Hsp</i> и <i>Hsf</i> функционируют Содержит в гомозиготе мутантный аллель 4 гена транскрипционного фактора белков теплового шока
<i>Hsp22^{EY09909}</i>	<i>y¹ w^{67c23} · P(w⁺MC y⁺mDint2=EPgy2)</i> <i>Hsp22^{EY09909}</i>	Гомозигота, несет инсерционную мутацию третьей хромосомы, выключающую ген <i>Hsp22</i>
<i>Hsp60^{RA75}/FM7a</i> <i>Hsp70Ba³⁰⁴</i>	<i>Hsp60^{RA75}/FM7a</i> <i>w¹¹¹⁸ · Hsp70Ba³⁰⁴</i>	Гетерозигота по белку теплового шока 60 Гомозигота, содержит делеционную мутацию в гене <i>Hsp70Ba</i>
<i>Df(3R)Hsp70A</i> , <i>Df(3R)Hsp70B</i>	<i>w¹¹¹⁸; Df(3R)Hsp70A</i> , <i>Df(3R)Hsp70B</i>	Гомозигота, несет делеционные мутации нескольких аллелей генов семейства <i>Hsp70</i> (<i>Hsp70Aa</i> , <i>Hsp70Ab</i> , <i>Hsp70Ba</i> , <i>Hsp70Bb</i> , <i>Hsp70Bbb</i> и <i>Hsp70Bc</i>)

торы – факторы теплового шока обеспечивают радиоадаптацию на уровне целого организма (*Drosophila melanogaster*).

Полученные данные (табл. 2, рис. 1-2) свидетельствуют о том, что острое облучение приводило к снижению показателей продолжительности жизни (ПЖ) у всех особей изучаемых генотипов. Медианная ПЖ особей, облученных в дозе 30 Гр, снижалась относительно необлученных в пределах 4-56% ($p < 0.05$), время 90%-ной смертности популяции – 5-58% ($p < 0.05$). Особенно сильное действие острого облучения отмечали у мух с мутациями в генах *Hsp*, что свидетельствует об участии белков теплового шока в защите клетки от окислительных повреждений, вызванных облучением.

Дрозофилы гомозиготы по мутациям в генах *Hsf⁴*, *Hsp70* (линия *Df(3R)Hsp70A*, *Df(3R)Hsp70B*, самцы линии *Hsp70Ba³⁰⁴*) не проявляли радиоадаптивного ответа, напротив, с увеличением дозы облучения имело место повышение радиочувствительности самок и самцов данных генотипов, проявляющееся в снижении показателей ПЖ относительно непродоблученных самок и самцов. Медианная ПЖ особей, подверженных острому облучению, с предварительным облучением в малой дозе (6 сГр) меньше, чем у особей, облученных в дозе 30 Гр без предоблучения на 11.8% у самок *Hsf⁴* ($p < 0.001$) и 4.7% ($p < 0.05$) – у самцов, на 4.8% у самок *Df(3R)Hsp70A*, *Df(3R)Hsp70B* ($p < 0.01$), у самцов без изменений, у самцов *Hsp70Ba³⁰⁴* в 3.5 раза ($p < 0.001$) (рис. 1-2). Похожие результаты получили и при сопоставлении данных по особям, подверженным облучению в большой дозе с предваряющим в малой (60 сГр) и особей, облученных в дозе 30 Гр без предоблучения: снижение медианной ПЖ ($p < 0.001$) на 5.5% у самок *Hsf⁴* и 4.7% у самцов; на 27.6% у самок *Df(3R)Hsp70A*, *Df(3R)Hsp70B*, на 33.3% у самцов; на 10.5% у самцов *Hsp70Ba³⁰⁴* (рис. 1-2). Аналогично изменялось время 90%-ной смертности популяции (табл. 2).

Кроме того, у мух с мутациями *Hsf⁴*, *Df(3R)Hsp70A*, *Df(3R)Hsp70B*, *Hsp70Ba³⁰⁴*, подвержен-

ных острому облучению с предваряющим хроническим, отмечали увеличение параметра *R* уравнения Гомперца относительно непродоблученных особей (табл. 2), что свидетельствует о преждевременном наступлении старения и подтверждает отсутствие радиоадаптивного ответа у особей данных вариантов.

Таблица 2
Влияние облучения на изменение показателей продолжительности жизни у особей с мутациями в генах *Hsp* и *Hsf*

Генотип	Вариант	Пол							
		Самки				Самцы			
		M	90%	R	N	M	90%	R	N
<i>Canton-S</i>	Без воздействия	64	80	0.0009	232	43	72	0.0027	348
	6 сГр	69*	83	0.0005	381	61*	73	0.0005*	367
	60 сГр	71*	84	0.0001*	378	65*	73	0.0002*	388
	30 Гр	35*	62	0.0058*	243	44	69	0.0031	165
	6 сГр + 30 Гр	23#	32	0.0064	146	36###	47	0.0040	179
<i>Hsp60^{RA75/FM7a}</i>	60 сГр + 30 Гр	63#	75	0.0002#	122	60#	74	0.0002#	153
	Без воздействия	36	72	0.0095	376	59	78	0.0019	369
	6 сГр	34	65	0.0075	242	54*	68	0.0017	272
	60 сГр	58*	75	0.0006*	309	63***	74	0.0004	270
	30 Гр	33	62	0.0085	194	57	75	0.0018	201
<i>Hsf⁴</i>	6 сГр + 30 Гр	22#	43	0.0221#	94	19#	40	0.0166	102
	60 сГр + 30 Гр	55#	72	0.0028#	110	61	72	0.0004#	118
	Без воздействия	65	79	0.0003	263	62	79	0.0005	249
	6 сГр	68***	80	0.0002	392	66***	80	0.0003	346
	60 сГр	69**	79	0.0001*	359	65	75	0.0002*	269
<i>Hsp70Ba³⁰⁴</i>	30 Гр	55*	75	0.0009*	208	64	77	0.0002*	214
	6 сГр + 30 Гр	49#	65	0.0016	171	61#	74	0.0004***	184
	60 сГр + 30 Гр	52####	74	0.0017	137	61#	73	0.0001	143
	Без воздействия	51	78	0.0023	431	59	73	0.0007	343
	6 сГр	33*	76	0.0094*	241	45*	70	0.0038*	369
<i>Df(3R)Hsp70A</i> <i>Df(3R)Hsp70B</i>	60 сГр	55	75	0.0024	398	54*	71	0.0006	450
	30 Гр	22*	33	0.0114*	174	57***	71	0.0021*	204
	6 сГр + 30 Гр	23	37	0.0081	181	16.5#	26	0.0317#	193
	60 сГр + 30 Гр	49###	68	0.0029#	181	51#	66	0.0018	148
	Без воздействия	40	49	0.0012	241	35	43	0.0010	235
<i>Hsp22^{EY09909}</i>	6 сГр	42***	56	0.0010	131	30	52	0.0049*	157
	60 сГр	39	51	0.0011	245	32*	44	0.0037*	244
	30 Гр	42	51	0.0009	149	29*	41	0.0028**	153
	6 сГр + 30 Гр	40###	49	0.0014	107	29*	48	0.0046####	123
	60 сГр + 30 Гр	28#	43	0.0116#	159	21#	36	0.0154#	110
<i>Hsp22^{EY09909}</i>	Без воздействия	68	79	0.0004	517	46	62	0.0010	479
	6 сГр	60*	71	0.0008*	336	43*	58	0.0014	353
	60 сГр	59*	73	0.0007	432	51**	63	0.0004*	339
	30 Гр	49*	69	0.0039*	211	42*	60	0.0038*	216
	6 сГр + 30 Гр	38#	48	0.0009#	170	25#	50	0.0102#	184
60 сГр + 30 Гр	60#	69	0.0001#	174	47#	60	0.0004	179	

Примечания: M – медианная ПЖ (дни); 90% – время 90%-ной гибели популяции; R – параметр уравнения Гомперца; N – количество особей в выборке. Различия достоверны с вариантом «без воздействия» * – при $p < 0.001$; ** – при $p < 0.01$; *** – при $p < 0.05$; с вариантом «30 Гр» # – при $p < 0.001$; ## – при $p < 0.01$; ### – при $p < 0.05$ (для времени 90%-ной гибели особей по критерию Ванг-Аллисона для медианной ПЖ по критерию Гехана-Бреслоу-Вилкоксона параметров α и R методом максимального и минимального правдоподобия по критерию Хи-квадрат).

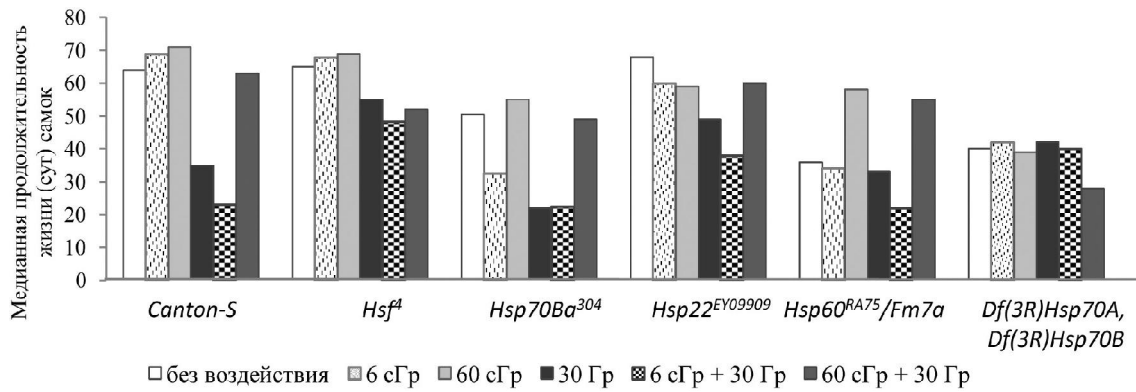


Рис. 1. Медианная продолжительность жизни самок (сут.).

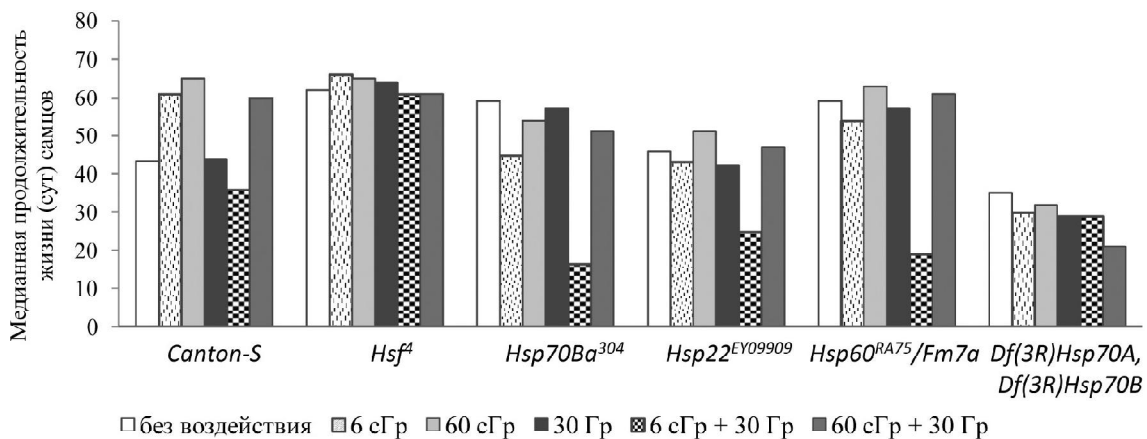


Рис. 2. Медианная продолжительность жизни самцов (сут.).

Следует также отметить значительное снижение показателей ПЖ у особей с мутацией *Df(3R)Hsp70A, Df(3R)Hsp70B*, неподверженных воздействиям, относительно линии *Canton-S*: медианная ПЖ меньше в 1.2 раза у самок, в 1.6 раз у самцов ($p < 0.001$ по критерию Гехана-Бреслоу-Вилкоксона у самок и самцов), время 90% смертности популяции в 1.7 раз у самок и 1.6 раз у самцов ($p < 0.001$ у обоих полов). Такое наблюдение полностью соответствует литературным данным. К примеру, известно, что инсерционная мутация в гене митохондриального белка *Hsp22* приводит к снижению средней продолжительности жизни дрозофилы на 40%, тогда как сверхэкспрессия *Hsp22* в мотонейронах ведет к удлинению срока ее жизни на 32% (Morgow, 2004). Более того, параметр α у самок и самцов с мутацией *Df(3R)Hsp70A, Df(3R)Hsp70B* в два раза выше ($p < 0.001$), чем у дикого типа. Все это указывает на ускоренное старение особей с выключенной функцией генов семейства *Hsp70* и подтверждает причастность этих генов в радиоадаптации на уровне организма.

Особь гомозиготы по мутации *Hsp22^{EY09909}* и гетерозиготы по мутации *Hsp60^{RA75}/FM7a*, облученные в дозах 6 сГр и 30 Гр, не проявляли адаптивный ответ, в то время как облученные в дозах 60 сГр и 30 Гр сохраняли выраженный адаптивный ответ. Хроническое (6 сГр) и острое облучение привело к достоверному умень-

шению медианной ПЖ ($p < 0.001$) по сравнению с неподоблученными особями: на 22.4% у самок *Hsp22^{EY09909}* и на 40.5% у самцов, на 33% у самок *Hsp60^{RA75}/FM7a* и в 1.6 раз у самцов. Хроническое облучение в дозе 60 сГр способствовало увеличению радиорезистентности к последующему острому облучению, проявляющееся в снижении параметров ПЖ относительно особей неподверженных воздействиям в меньшей степени, чем у мух, облученных в дозе 30 Гр без предоблучения (табл. 2, рис. 1-2).

Таким образом, мы изучили индукцию адаптивного ответа к большим дозам радиации у линии дикого типа, линии с мутацией в гене *Hsf* и с мутациями в генах *Hsp*. Установлено, что особи гомозиготы по мутации *Hsp22^{EY09909}* и гетерозиготы по мутации *Hsp60^{RA75}/FM7a*, облученные в дозах 6 сГр и 30 Гр, не проявляли адаптивный ответ, в то время как дрозофилы данных генотипов, облученные в дозах 60 сГр и 30 Гр, сохраняли выраженный адаптивный ответ.

Было обнаружено, что особи гомозиготы по мутациям в генах *Hsf⁴, Hsp70 (Df(3R)Hsp70A, Df(3R)Hsp70B, самцы линии Hsp70Ba³⁰⁴)* не проявляли радиоадаптивного ответа, что указывает на участие данных генов в его формировании и обеспечении радиоадаптации на уровне организма.

ЛИТЕРАТУРА

Arya R., Mallik M., Lakhota S.C. Heat shock genes – integrating cell survival and death // *J. Biosci.*, 2007. Vol. 32. P. 595-610.

Bases R. Heat shock protein 70 enhanced deoxyribonucleic acid base excision repair in human leukemic cells after ionizing radiation // *Cell stress and chaperones*, 2006. Vol. 11. № 3. P. 240-249.

Hunt C.R., Dix D.J., Sharma G.G. et al. Genomic instability and enhanced radiosensitivity in *Hsp70.1*- and *Hsp70.3*-deficient mice // *Mol. Cell. Biol.*, 2004. Vol. 24. № 2. P. 899-911.

Kabakov A.E., Malyutina Y.V., Latchman D.S. *Hsf1*-mediated stress response can transiently enhance cellular radioresistance // *Radiat. Res.*, 2006. Vol. 165. № 4. P. 410-423.

Kang C.M., Park K.P., Cho C.K. et al. *Hspa4* (HSP70) is involved in the radioadaptive response: results from mouse splenocytes // *Radiat. Res.*, 2002. Vol. 157. № 6. P. 650-655.

Lee C.-K., Weindruch R., Prolla T.A. Gene-expression profile of the ageing brain in mice // *Nature Genetics*, 2000. Vol. 25. P. 294-297.

Parsons P.A. Antagonistic pleiotropy and the stress theory of aging // *Biogerontology*, 2007. Vol. 8. № 5. P. 613-617.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ РАЗМНОЖЕНИЯ ПОЛЕВОК-ЭКОНОМОК ИЗ БИОГЕОЦЕНОЗОВ С РАЗЛИЧНОЙ РАДИОАКТИВНОСТЬЮ

Н.Н. Старобор

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: nstarobor@yandex.ru

Изучение последствий длительного воздействия такого фактора, как повышенный уровень радиации на природные популяции животных, является одной из актуальных задач радиоэкологии. Распространенным объектом экологического мониторинга служат мышевидные грызуны, обладающие быстрой сменой поколений и высокой скоростью размножения, как одной из ключевых характеристик, определяющих жизнеспособность и устойчивость природных популяций мелких млекопитающих. Известно, что животные, обитающие в биогеоценозах с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения, характеризуются изменениями популяционных циклов, увеличением интенсивности размножения, сокращением продолжительности жизни, повышением постэмбриональной смертности особей и др.

Цель нашего исследования – в экспериментальных условиях вивария оценить процессы размножения (интенсивность размножения и плодовитость) полевок-экономок, отловленных на участках с различным фоном радиоактивного загрязнения, а также развитие первого поколения, полученного от этих животных.

Полевок-экономок (*Microtus oeconomus* Pall.) отлавливали на стационарных участках с различным уровнем гамма-фона (пос. Водный Ухтинского р-на Республики Коми). Эти участки идентичны по экологическим условиям, но отличаются по радиационной обстановке. Контрольный участок занимает площадь 2 га, мощность экспозиционной дозы составляет 10-15 мкР/ч. Радиевый участок (1.5 га) возник в 30-50-е гг. прошлого столетия в результате разлива радиоактивных пластовых вод, содержащих высокие концентрации радия. Гамма-фон на территории участка в настоящее время составляет 50-1200 мкР/ч.

Полевки-экономки были привезены в виварий Института биологии Коми НЦ УрО РАН г. Сыктывкар. Из сеголеток были сформированы контрольная (8 пар) и «радиевая» (11 пар) группы животных. В течение эксперимента у привезенных полевок-экономок оценивали интенсивность размножения (количество пар животных, участвующих в размножении за определенный период времени) и плодовитость, а у их потомков (F_1) – скорость роста молодняка и уровень постэмбриональной смертности. Скорость роста молодняка первого поколения оценивали в возрасте с двух недель до трех месяцев. Полевок взвешивали на технических весах с точностью до 0.1 г в первой половине дня до кормления животных.

Интенсивность размножения. В ходе эксперимента были выявлены различия в динамике

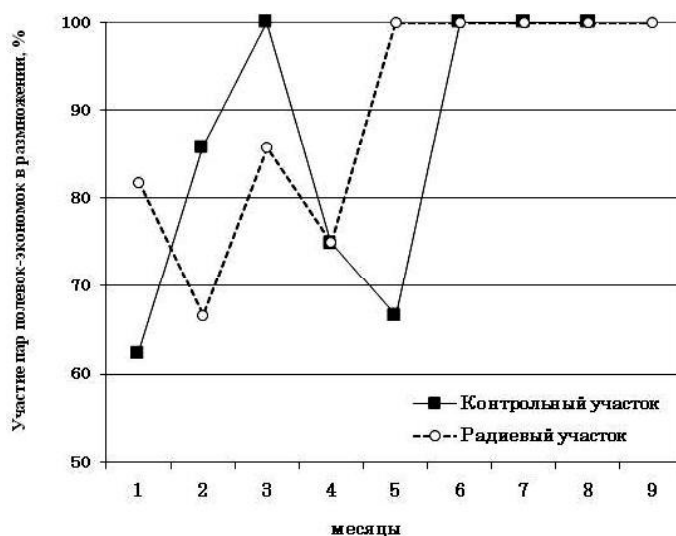


Рис. 1. Интенсивность размножения полевок-экономок, отловленных на участках с различным уровнем радиоактивного загрязнения и помещенных в условия вивария.

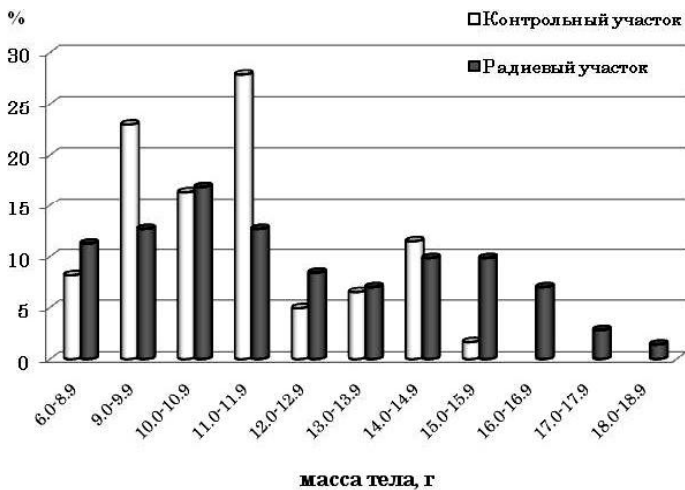


Рис. 2. Показатели массы тела у первого поколения полевок-экономок (в % от общего количества детенышей), родители которых отловлены на участках с различным уровнем радиоактивного загрязнения.

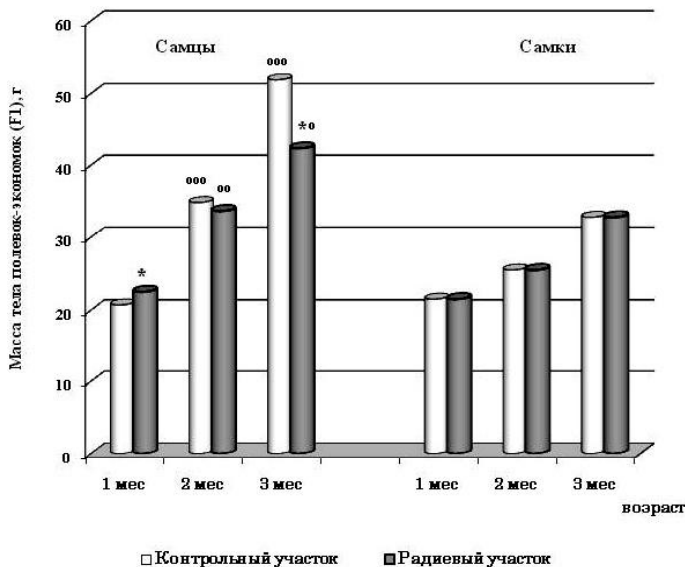


Рис. 3. Изменение массы тела первого поколения полевок-экономок (в возрасте от 1 до 3 мес), родители которых были отловлены на участках с различным уровнем радиоактивного загрязнения. Различия достоверны между самцами F₁ с контрольного и радиового участков при * p < 0.05; самцами и самками F₁ с контрольного и радиового участков при ° p < 0.05; °° p < 0.01; °°° p < 0.001.

интенсивности размножения у полевок с контрольного и радиового участков (рис. 1). Так, в 1 мес. спаривания у контрольных животных приступили к размножению 63% пар, а у полевок с радиового участка этот показатель был выше и составлял 81.8%. Уже через 5 мес. спаривания 100% полевок радиовой группы участвовали в размножении, причем длительность периода размножения составила 5 мес., тогда как контрольная группа животных только через 6 мес. достигла максимального уровня размножения, который продолжался в течение 3 мес. Таким образом, интенсивность размножения полевок с радиового участка оказалась выше, чем в контроле.

Кроме того, некоторое увеличение репродуктивного периода у самок с радиового участка (4.2±0.9, в контроле – 3.8±0.9 мес), также способствовало увеличению их общей плодовитости и интенсивности размножения. Среднее число пометов (5.1±0.9 и 4.7±1.2) и количество детенышей в помете (4.0±0.3 и 3.6±0.2) у самок с радиового участка также несколько выше, чем в контроле, хотя достоверной разницы по этим показателям нами не обнаружено. В итоге общая плодовитость у самок радиового участка составила 20.4±4.0 детенышей, а в контроле – 16.1±4.2.

Интересно, что показатель продолжительности жизни у животных контрольного и радиового участка отличался: самки радиового участка в условиях вивария в среднем прожили 10.8±1.1, а контрольно – 11.4±1.2 мес.

Развитие детенышей первого поколения. Несмотря на то, что масса тела в возрасте двух недель (рис. 2) у полевок контрольной и «радиовой» групп практически не отличалась (11.1 и 11.7 г соответственно), наибольшее количество контрольных детенышей имели массу тела до 12.0 г (75.4%). Тогда как в «радиовой» группе соотношение быстро и медленно растущих особей было одинаковым (53.5% с массой тела до 12 г и 46.5% – больше 12 г). Причем в контрольной группе было зарегистрировано всего пять пометов с крупными детенышами, а у полевок с радиового участка масса детенышей достигала 12 г и более в 14 пометах.

В возрасте 1 мес. масса тела самцов «радиовой» группы выше (p < 0.05), чем масса тела самцов контрольной группы, а в 3 мес., наоборот, значительно меньше массы тела контрольных животных (рис. 3), что свидетельствует о замедлении скорости роста у самцов «радиовой» группы после достижения ими возраста 1 мес. У самок достоверных отличий по массе тела ни в одной возрастной группе не обнаружено. Также отметим, что у животных наблюдался половой диморфизм: масса тела самцов была выше массы тела самок.

Общая смертность детенышей к периоду половой зрелости (до 3 мес.) в условиях вивария существенно не отличалась (в контрольной группе 35.3, а в «радиовой» – 32.1%), хотя в 1 мес. постнатального развития смертность детенышей у самок «радиовой» группы была выше (26.4%), а в контроле – 21.8 %.

Данные, полученные в нашем эксперименте, показали, что потомство полевок с контрольного и радиового участков отличалось по соотношению полов. Так, в потомстве полевок с контрольного участка доля самок составляла 44%, а в потомстве животных с радиового участка –

58%. Количество рожденных самцов составило 56 и 42% соответственно.

Заключение. Таким образом, в экспериментальных условиях вивария у полевок-экономок, отловленных на радиевом участке, выявлено повышение интенсивности размножения, плодовитости; количества детенышей, доживающих до половозрелости, увеличении массы детены-

шей, а также более высокая доля самок в пометах. По всей видимости, эти закономерности направлены на выживание животных в условиях повышенного радиационного фона и способствует сохранению их численности. При этом у животных с радиевого участка наблюдается сокращение продолжительности жизни и замедление процессов роста молодняка.

ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ МЫШЕЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ И СЕРПИСТЕНА

А.В. Стрекаловская

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: verona2506@mail.ru

Широко известно, что стресс-реакция является адаптивным механизмом, направленным на поддержание стабильности физического и психического функционирования организма в ответ на воздействие стрессора. Однако стресс не всегда является адаптивной реакцией. Характер стресс-реакции и ее последствия определяются несколькими факторами. В первую очередь, это тип стрессора и условия, в которых он проявляется. В целом стрессоры могут быть классифицированы как психогенные и физические. Нередко они сочетаются и могут приводить к разным эффектам по своей направленности (синергизм, аддитивность, антагонизм) (Петин, Сынзыныс, 1998). Физические стрессоры вызывают нарушение физиологических функций организма. Стресс-реакция, развивающаяся при воздействии физического стрессора, направлена на поддержание метаболического гомеостаза (Разводовский, 2004).

К настоящему времени работами отечественных и зарубежных исследователей показано негативное влияние природных факторов на организм человека в условиях трудовой деятельности и длительного проживания на Севере. К таким стрессовым факторам, прежде всего, относятся пониженные температуры, неоптимальный световой режим, условия гипоксии и повышенный радиационный фон. (Бойко, 2005). Одним из наиболее распространенных стрессовых факторов в силу образа жизни современного человека, испытывающего дефицит физических нагрузок и мышечной активности, является гипокинезия или иммобилизационный стресс (Михалкина, 2003). Термин «гипокинезия» (от греческих слов *hypo* – уменьшение и *kinemato* – движение) обозначает длительное уменьшение объема движений с преимущественным снижением движений в крупных суставах. При этом имеет место резкое уменьшение локомоторных актов и длительное снижение общей двигательной активности человека и животных (Коваленко, 1980).

Нарушения адаптационных реакций организма при длительном ограничении двигательной

активности ведут к изменению энергетических процессов, целого ряда функциональных расстройств центральной нервной системы и, соответственно, поведенческой активности. В связи с этим изучение реакции организма на действие стресса разной природы является актуальной задачей современной физиологии и экологии.

Цель данной работы – изучение поведенческих реакций организма в условиях сочетанного действия иммобилизационного стресса, холода и Серпистена в разных дозах.

В задачи входило следующее:

1) Охарактеризовать влияние введения препарата Серпистена в дозах 5 и 15 мг/кг на горизонтальную, двигательную активность, исследовательскую активность и эмоциональность мышей с помощью теста «Открытое поле».

2) Изучить эффективность введения препарата Серпистена на уровень ориентировочно-исследовательской активности с помощью «Т-образного лабиринта».

3) Изучить влияние препарата Серпистена при действии стресса (иммобилизация и холод).

В опыте использовали самцов белых беспородных мышей в возрасте 3-4 мес. Работу с животными осуществляли согласно правилам лабораторной практики в Российской Федерации (приказ МЗ РФ № 267 от 2003 г.). Для выявления их поведенческих реакций были использованы методы: Т-образный лабиринт и тест «Открытое поле» (Шабанов и др., 2002).

В эксперименте мыши были разделены на шесть групп по 10 особей в каждой: 1) контроль – К1; 2) Серпистен 5 мг/кг (5С1) – курсовое употребление в течение 10 сут.; 3) Серпистен 15 мг/кг (15С1) – курсовое употребление в течение 10 сут.; 4) стресс (холод 2 ч + клетки) контроль 2 – К2; 5) Серпистен 5 мг/кг + стресс (холод 2 ч + клетки) – 5С2 (профилактическое действие); 6) Серпистен 15 мг/кг + стресс (холод 2 ч + клетки) – 15С2 (профилактическое действие).

Все группы животных прошли сначала поведенческие тесты, затем четырем группам мышей питьевую воду заменили раствором Серпи-

стена (2 и 5 группы – 5 мг/кг; 3 и 6 группы – 15 мг/кг), которую они пили в течение 10 сут. Контрольные группы (К1, К2) мышей пили обычную питьевую воду. После окончания курса приема Серпистена вновь были проведены поведенческие тесты у всех групп животных. Мыши из групп К2, 5С2 и 15С2 были подвержены дополнительному стрессу (холод и иммобилизация). Каждая мышь была помещена в клетки размерами 13×8×7, 12×11×8 см, что сильно ограничивало ее двигательную активность, одновременно эти клетки с животными были помещены в холодильные камеры с температурой –4...–6 °С на 2 ч. Проводили сравнение внешнего вида, физиологического состояния животных после стресса. После действия холода у большинства мышей состояние было удовлетворительное. В группе мышей, принимавших Серпистен в дозе 5 мг/кг после стресса состояние мышей было хорошее, активно умывались и были выраженные дефекации. Поведенческие реакции после действия стресса в тесте «Открытое поле» проводили в каждой группе у всех животных, а в тесте «Т-образный лабиринт» – у пяти животных из-за ограниченности времени анализа.

Результаты эксперимента по действию Серпистена в дозах 5 и 15 мг/кг на поведенческие реакции мышей показали следующее: в тесте «Открытое поле» изучали несколько показателей, которые указывают на изменение поведенческих реакций. Количество пересеченных квадратов в группе мышей, принимавших Серпистен в дозе 15 мг/кг, уменьшилось, что означает уменьшение горизонтальной двигательной активности животных. Также в этой группе уменьшилось (в два раза) количество стоек, обуславливающих вертикальную исследовательскую активность мышей. Количество актов грумминга, которые отражают тревожность животных, во всех группах мышей снизилось, особенно у мышей, принимавших Серпистен в дозе 15 мг/кг. Количество болюсов дефекаций во всех группах увеличилось, это говорит о повышении эмоциональности животных. Таким образом, применение Серпистена в дозе 15 мг/кг оказывает положительное действие на поведение мышей.

При анализе полученных результатов в тесте «Т-образный лабиринт» установлено, что существенные изменения времени выхода из лабиринта наблюдали только в группе мышей, принимавших Серпистен в дозе 15 мг/кг. Время пребывания мышей в лабиринте в этом варианте опыта сократилось на 0.4 мин. по сравнению с этой же группой мышей до курсового принятия препарата. Эти результаты свидетельствуют о повышении тонуса и активности центральной нервной системы, стимулировании ориентировочно-исследовательской реакции и памяти, что выражается в активизации поиска, быстром запоминании маршрута и ускорении

нахождения выхода из лабиринта мышей. Следовательно, наиболее эффективной дозой Серпистена в Т-образном лабиринте является доза 15 мг/кг.

Результаты эксперимента по действию стресса (иммобилизация+холод) и Серпистена в дозах 5 и 15 мг/кг на поведенческие реакции мышей показали: в тесте «Открытое поле» при сочтанном действии стресса и Серпистена в дозе 15 мг/кг существенно увеличилась (в 1.5 раза) горизонтальная исследовательская активность, т.е. количество пересеченных квадратов. Аналогичную направленность результатов отмечали и в экспериментах с крысами при действии холода, теплового стресса и ведения Серпистена, проведенными сотрудниками Военно-медицинской академии им. М.С. Кирова (Andreeva et al., 2010). При дозе 5 мг/кг Серпистена со стрессом количество стоек (вертикальная исследовательская активность) в группе животных увеличилось в пять раз, а в группе мышей при дозе 15 мг/кг уменьшилось в два раза. Количество заглядываний в норки в группе, принимавшей Серпистен в дозе 5 мг/кг + стресс, уменьшилось в пять раз. Акты грумминга и болюсы дефекаций после курсового принятия Серпистена и после воздействия стресса во всех группах практически исчезли, что указывает на более спокойное поведение животных, снижение их эмоциональности и тревожности.

При анализе результатов Т-образного лабиринта статистически значимые изменения во времени выхода из него после действия стресса и Серпистена наблюдали только в группе животных, принимавших Серпистен в дозе 5 мг/кг (время сократилось в 1.5 раза). Следовательно, можно говорить о более эффективной исследовательской способности подопытных животных.

Таким образом, действие Серпистена на поведенческие реакции мышей зависит от дозы препарата, а также от характера, силы стрессового воздействия и эффекта сочтанного действия Серпистена и стресса.

После окончания эксперимента в течение месяца визуально наблюдали за поведением и внешним видом мышей. Группы мышей, которые ранее употребляли Серпистен, отличались хорошим аппетитом, быстрее выпивали воду, у них был ярко выражен анаболический эффект, были более спокойными в поведении, и при этом количество животных в группах осталось без изменений. Контрольные группы мышей уменьшились в количестве (из 10 выжило семь мышей), кроме того, они отличались более агрессивным поведением, на теле отмечены следы драк.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума УрО РАН «Фундаментальные науки – медицине» (№ 09-П-4-1013).

ЛИТЕРАТУРА

Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 190 с.

Коваленко, Е.А., Гуровский Н.Н. Гипокинезия М.: Медицина, 1980. 319 с.

Интенсивность перекисного окисления липидов в микросомах внутренних органов при стрессе после гипоксических тренировок / Н.И. Михалкина, М.К. Мурахаметова, В.К. Турмухамбетова, Р.С. Утегаллиева // Вест. КазНУ им. аль-Фараби. Серия биол., 2003. № 20. С. 110-115.

Петин В.Г., Сынзыныс Б.И. Комбинированное воздействие факторов окружающей среды на биоло-

гические системы. Учебное пособие для студентов специальности 013100 «Экология». Обнинск: ИАТЭ, 1998. 74 с.

Разводовский Ю.Е. Алкоголь и стресс // Вопросы наркологии, 2004. № 3. С. 25-29.

Шабанов П.Д., Лебедев А.А., Мещеров Ш.К. Дофамин и подкрепляющие системы мозга. СПб., 2002. 208 с.

Physiological and cellular effects of phytoecdysteroid preparation serpisten under heat stress in rats / L.I. Andreeva, A.A. Boykova, A.A. Vykova, V.V. Volodin // Abstracts book. The 14 International Congress PHYTOPHARM (1-3 July, 2010 Saint-Petersburg, Russia). 2010. P.13.

РЕАКЦИЯ НЕЙРОБЛАСТОВ ЛИЧИНОК ДРОЗОФИЛЫ НА СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ И ГИПЕРИЦИНА В РАЗНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ

Е.А. Юшкова, Л.К. Рочева*, О.А. Старцева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: ushkova@ib.komisc.ru

* Сыктывкарский государственный университет,

В последнее время внимание исследователей привлекают природные адаптогены растительного происхождения, снижающие неблагоприятные воздействия окружающей среды. В этом отношении наиболее интенсивно изучается эффективность гиперического и его функциональных производных на биологические системы. Гиперичесин является природным пигментом, который содержится в зверобое (сем. *Hipericaceae*) и обладает фотосенсибилизирующим действием. Препараты гиперического широко применяются в медицине в качестве антидепрессанта (Menpini, Gobbi, 2004), антимикробной защиты (Saddiqe et al., 2010), а также для ранней диагностики злокачественных новообразований и лазерной фотодинамической терапии рака (Agostini et al., 2002).

Исходя из этого, было предположено, что гиперичесин обладает некими протекторными свойствами, на фоне которых происходит повышение неспецифической сопротивляемости организма к вредному воздействию факторов разной природы. Его действие может быть реализовано через систему антиоксидантной защиты, участвующей в снижении уровня повреждений ДНК, путем обезвреживания свободных радикалов, что может оказаться значимым при защите от радиационных воздействий. Тем более, что данное направление исследований, касающееся выявления протекторных свойств гиперического по отношению к действию облучения, не проведено.

В связи с этим цель настоящей работы – выявление реакции нейробластов личинок дрозофилы на совместное действие низкоинтенсивного облучения и гиперического в разных концентрациях.

Материалом исследования служили нейробласты личинок дрозофилы линии дикого типа *Canton-S* и линии *Sod (Sod[n1] red[1]/TM3, Sb[1] Ser[1])*, мутантной по гену цитоплазматической супероксиддисмутазы (Cu/Zn Sod), участвующей в детоксикации свободных радикалов. Для получения одновозрастных личинок родительских мух сажали на питательную среду, обработанную водным раствором гиперического разной концентрации (1, 5, 10, 20 и 100 мкМ) на 2-3 ч, после чего их откидывали. В качестве интактного контроля использовали дистиллированную воду. Начальный этап получения гиперического из наземной массы *Hipericum perforatum* был проведен сотрудником отдела Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН В.В. Пуноговым, перевод вещества в водорастворимую форму сделан сотрудником Института химии Коми НЦ УрО РАН Г.Г. Зайнуллиным.

Воздействующим фактором служило γ -излучение от источника ^{226}Ra (56 мГр/ч). Предварительное облучение проводили на личинках раннего третьего возраста (70 ч) при мощности экспозиционной дозы 0.34 мГр/ч. Поглощенная доза за 24 ч составила 8 мГр. После чего личинок подвергали последующему облучению в дозе 121 мГр при мощности экспозиционной дозы 40.3 мГр/ч. Контрольные и облученные варианты поддерживали в идентичных условиях (при температуре 25 ± 0.1 °C, режиме освещения 12 ч/сут. и стандартном корме).

Анализировали реакцию нейробластов дрозофилы по методу «ДНК-комет» (Bilbao et al., 2002). Данный метод основан на регистрации различной подвижности поврежденной ДНК лизированных клеток, заключенных в агарозный гель под действием постоянного электрическо-

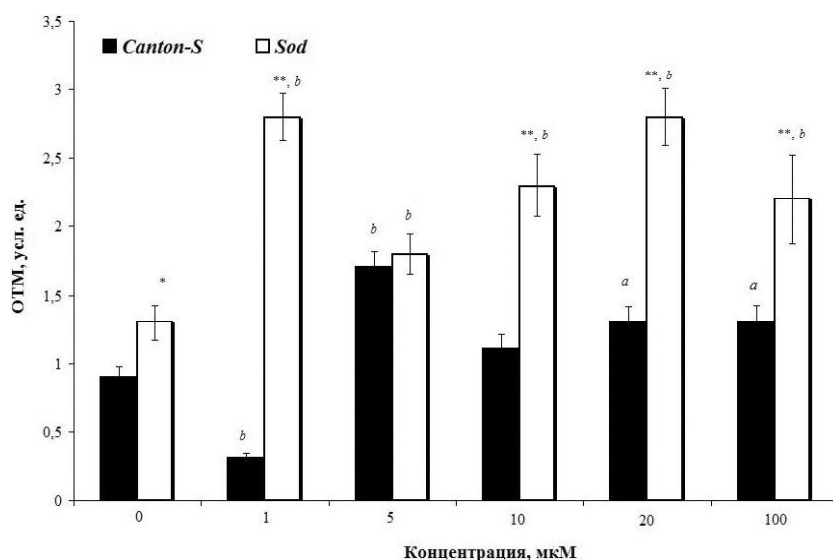


Рис. 1. Уровень повреждений ДНК, оцененный в нейтральных условиях электрофореза, в нейробластах личинок дрозофилы после воздействия гиперидина в разных концентрациях. Примечание: * $p < 0.05$, ** $p < 0.001$ по сравнению с линией *Canton-S*; ^a $p < 0.05$, ^b $p < 0.001$ – с интактными *Canton-S* и *Sod* вариантами.

го поля. Оценку уровня повреждений ДНК проводили в нейтральных условиях электрофореза. Фиксированные препараты окрашивали флуоресцентным красителем SYBR Green. Обработку изображения «комет» вели с помощью специальной программы CometScore™ (TriTek Corp.). Степень фрагментации ДНК оценивали по показателю момент «хвоста кометы» по П.Л. Оливе (OTM, Olive tail moment), равный произведению процентного содержания ДНК в «хвосте» на расстояние между центром ядра и центром флуоресцирующего «хвоста» кометы в условных единицах (Olive et al., 1992). Согласно трем повторностям опыта было просчитано 400-600 клеток на вариант. Статистический анализ результатов проводили по t-критерию Стьюдента.

Показано, что спонтанная частота повреждений ДНК, оцененная в нейтральных условиях электрофореза, линии, дефицитной по гену цитоплазматической супероксиддисмутазы (*Sod*), достоверно превышает уровень разрывов ДНК у особей дикого типа *Canton-S* (рис. 1). Данный факт подтверждается другими исследователями, которые выявили повышенный уровень спонтанных повреждений ДНК в соматических и половых клетках линии *Sod* (Woodruff et al., 2004). После обработки раствором гиперидина каждой концентрации количество поврежденных клеток резко увеличивается, особенно у *Sod*-мутантов. Это свидетельствует о токсичности данного препарата для дрозофилы и мутация по гену *Sod* еще более повышает чувствительность к гиперидину. В ходе тестирования препарата на личинках *Canton-S* выявлена концентрация (1 мкМ), в которой гиперидин по сравнению с интактными вариантами значительно снижает степень фрагментации ДНК, что

позволяет предположить о положительной эффективности гиперидина минимальной концентрации при фоновых значениях радиации.

На рис. 2 (первые столбцы) представлены результаты оценки влияния низкоинтенсивного облучения разной мощности на образование в клетках повреждений ДНК без предварительного воздействия гиперидина. Отмечено, что при действии 8 мГр уровень ДР ДНК в нейробластах личинок исследуемых линий соответствовал контролю. С повышением дозы ионизирующей радиации значения OTM возрастали и составили 1.4 у особой линии *Canton-S* и 1.9 – у *Sod*-мутантов по сравнению с контрольными значениями (0.8 и 1.3 соответственно). Из этого

следует, что последовательное облучение малыми мощностями (0.34 и 40.3 мГр/ч) аддитивно действует на частоту фрагментации ДНК.

При обработке гиперидином реакция нейробластов в этих же условиях облучения неоднозначна и зависит от концентрации вещества. Для линии *Canton-S* (рис. 2А) гиперидин в концентрациях 1 и 10 мкМ приводит к достоверному снижению фрагментации ДНК в ответ на однократное облучение в дозе 121 мГр, в то время как при совместном действии двух мощностей радиации препарат усиливает выход поврежденных клеток. При концентрации 5 мкМ гиперидин ведет себя как адаптоген, значимо ($p < 0.001$) снижая частоту нарушений с повышением дозы γ -излучения. Возможно, что уровень повреждений ДНК, вызванный действием гиперидина в этих концентрациях, достаточен для запуска индуцибельных клеточных систем защиты, в частности репарации и детоксикации свободных радикалов. Обработка остальными концентрациями раствора гиперидина не привела к достоверному изменению уровня радиационно-индуцированных ДНК-повреждений.

У мутантных по гену *Sod* (рис. 2Б) особой гиперидин в малых концентрациях (1, 5 мкМ) нивелировал действие низкоинтенсивного облучения по сравнению с концентрациями (10, 20, 100 мкМ), которые усиливали повреждающий его эффект. Однако следует отметить, что совместное влияние гиперидина в концентрациях 1, 10 и 20 мкМ и облучения мощностью 0.34 мГр/ч снижает уровень нарушений ДНК до контрольных значений. Более того, при концентрации 100 мкМ обнаружена положительная эффективность гиперидина для ранее облученных в дозе 8 мГр особей, подвергшихся после-

дующему воздействию γ -излучения в дозе 121 мГр. Из этого следует, что препарат уменьшает степень фрагментации ДНК при малых концентрациях и в условиях кратковременного воздействия облучения. А превышение этих значений концентраций может привести к радиопротекторному эффекту в ответ на более сильное радиационное воздействие. Поскольку данные особи имеют нарушенную антиоксидантную систему защиты, то очевидно, что гипериперин может включаться в процесс обезвреживания свободных радикалов.

Таким образом, получены интересные данные, согласно которым обнаружены принципиально новые особенности действия водорастворимой формы гипериперина. С одной стороны, гипериперин оказывает токсический эффект на нервные клетки дрозофилы (за исключением его действия в концентрации 1 мкМ на клетки линии дикого типа *Canton-S*). С другой – он обладает радиозащитными (адаптогенными) свойствами, проявляющимися в снижении количества поврежденных клеток в ответ на низкодозовое облучение. При этом характер реакции зависит от концентрации препарата и исследуемого генотипа. В нашем эксперименте такими оптимальными концентрациями препарата стали 5 мкМ для линии дикого *Canton-S* и 100 мкМ – для *Sod*-мутантов. Однако данное заключение требует дальнейшего экспериментального подтверждения.

ЛИТЕРАТУРА

- Agostinis P., Vantighem A., Merlevede W., de Witte P.A. Hypericin in cancer treatment: more light on the way // *Int. J. Biochim. Cell Biol.*, 2002. Vol. 34. № 3. P. 221-241.
- Bilbao C., Ferreiro J.A., Comendador M.A., Sierra L.M. Influence of *mus201* and *mus308* mutations of *Drosophila melanogaster* on the genotoxicity of model chemicals in somatic cells *in vivo* measured with the Comet assay // *Mutat. Res.*, 2002. Vol. 503. № 1. P. 11-19.
- Mennini T., Gobbi M. The antidepressant mechanism of *Hipericum perforatum* // *Life Sci.*, 2004. Vol. 75. № 9. P. 1021-1027.

- Olive P.L., Wlodek D., Durand R.E., Banath J.P. Factors influence DNA migration from individual cells subjected to gel electrophoresis // *Exp. Cell. Res.*, 1992. Vol. 198. P. 259-260.

- Saddiqe Z., Naem I., Maimoona A. A review of the antibacterial activity of *Hipericum perforatum* L. // *J. Ethnopharmacol.*, 2010. Vol. 131. № 3. P. 511-521.

- Woodruff R.C., Phillips J.P., Hilliker A.J. Increased spontaneous DNA damage in Cu/Zn superoxide dismutase (SOD1) deficient *Drosophila* // *Genome*, 2004. Vol. 47. P. 1029-1035.

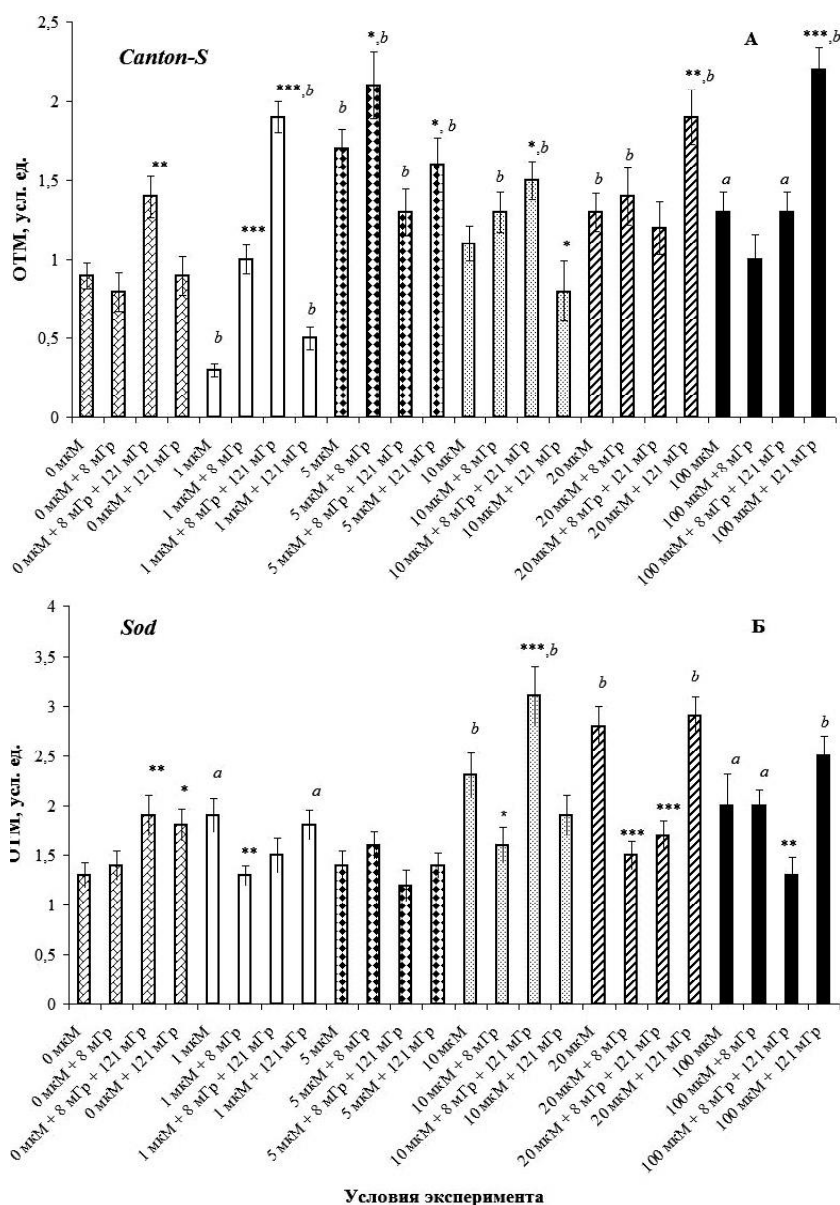


Рис. 2. Совместное воздействие гипериперина и низкоинтенсивного облучения на частоту повреждений ДНК в нейробластах личинок дрозофилы. Примечание: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ по сравнению с собственным необлученным вариантом после обработки гипериперинном; ^a $p < 0.05$, ^b $p < 0.001$ – с интактным вариантом.

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННОЙ АКТИВНОСТИ МОБИЛЬНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ЧАСТОТЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ ДНК В КЛЕТКАХ НЕРВНЫХ ГАНГЛИЕВ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Е.А. Юшкова, О.А. Старцева
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: ushkova@ib.komisc.ru

В настоящем сообщении изложены результаты исследований по оценке эффектов низкоинтенсивного облучения у линий дрозофил, различающихся содержанием в геноме мобильных генетических элементов (МГЭ). Интерес к данной проблеме вызван прежде всего тем, что природные системы, сталкиваясь с неблагоприятными условиями окружающей среды, способны сохранять и поддерживать генетическую изменчивость на оптимальном для них уровне. В основе такого адекватного ответа на стрессовое воздействие, в частности радиационное, лежит транспозиционная активность мобильных элементов (Hedges, Deininger, 2007).

Геном *D. melanogaster* содержит около 50 различных семейств МГЭ, которые вместе составляют до 30% генома и обнаружены в клетках всех организмов, включая человека. При этом мобильные элементы функционально различаются: перемещения одних элементов (транспозоны *Bari1*, *P*, *hobo*, *LINE*-подобные ретропозоны и др.) приводят к образованию двунитевых разрывов ДНК, а активность других (ретротранспозоны *copia*, *gypsy* и др.) генетических факторов сопровождается без нарушения целостности двухцепочечной спирали. Индукция транспозиций МГЭ различными стрессовыми воздействиями еще более усиливает их активность, которая может сохраняться на протяжении нескольких поколений (Васильева и др., 2007).

Целью экспериментальной работы являлось изучение влияния низкоинтенсивного облучения на уровень повреждений ДНК в клетках личинок дрозофил, генотипически различающихся по составу МГЭ.

Для этого использовали клетки нервных ганглиев (нейробласты) личинок линий дикого типа *Drosophila melanogaster*: *Canton-S* (*CS*), несущей в геноме *LINE*-подобные *I*-ретроэлементы (Dimitri et al., 1997); *Harwich* (*Hw*), имеющей в геноме полноразмерные копии *P* транспозона (Castro, Carareto, 2004) и *Charolles* (*Cha*), в геноме которой обнаружены *Bari1*-элементы (Junacivic et al., 1997).

Эксперимент проводили на генетически гомогенных выборках, которые получали в результате тесного инбридинга (от одной пары родителей) на протяжении четырех поколений. Отбирали виргинных особей каждой линии, разделяли их по полу и сразу же ставили под облучение при мощности экспозиционной дозы 0.39 мГр/ч (источник ^{226}Ra (56 мГр/ч). Через определенные промежутки времени экспозиции часть самцов и самок снимали с облучения, скрежи-

вали и оставляли на 2-3 ч для получения кладок. Полученное от облученных родителей потомство развивалось вне воздействующего фактора радиации. Накопленные дозы гамма-излучения составили 30, 50, 80, 120 и 150 мГр. Все варианты находились в одинаковых условиях содержания (при температуре 25 ± 0.1 °C, 12-часовом режиме освещения и стандартном корме).

Оценку частоты повреждений ДНК проводили с использованием цитогенетического метода нейтрального гель-электрофореза изолированных клеток или «ДНК-комет». Полученные препараты окрашивали раствором SYBR Green и анализировали с помощью флуоресцентного микроскопа «Infiniti XS-148 FS». Изображение «комет» обрабатывали с использованием программы CometScore™ (TriTek Corp.). Определяли частоту повреждений ДНК по параметру момент «хвоста кометы» по П.Л. Оливе (OTM, Olive tail moment) (Olive et al., 1992). Подсчитано не менее 600 клеток на вариант (согласно трем повторностям опыта). Статистическую обработку результатов проводили в программе Statistica 7.0, достоверность различий между вариантами определяли по t-критерию Стьюдента.

Мобильные генетические элементы являются причиной большинства спонтанных повреждений ДНК. Причем их выход может быть выше индуцированного уровня. Об этом свидетельствуют результаты проведенных исследований, которые показали, что в некоторых случаях степень фрагментации ДНК в контроле превышает частоту радиационно-индуцированных повреждений ДНК. Достоверное относительно контроля снижение нарушений ДНК зарегистрировано у особей линии *CS* после воздействия облучения в дозе 50 мГр, у особей линии *Cha* – после 50 и 120 мГр, у особей линии *Hw* – после 80 мГр. Очевидно, это связано с так называемой инбридинговой депрессией, на фоне которой происходит всплеск транспозиций МГЭ, приводящий к повышенной фрагментации ДНК. Воздействие низкоинтенсивного облучения снижает эффект внутриклеточного стресса (инбридинга), по-видимому, за счет восстановления саморегуляции транспозиций как следствие равновесия систем индукции и репрессии. Дело в том, что многие элементы, в частности *P* и *Bari1*, помимо генов, индуцирующих транспозиции, содержат локусы и сайты саморегуляции собственной транспозиции, что существенно для поддержания определенного числа копий на геноме.

Выявлены также дозы γ -излучения, при которых наблюдается обратный эффект, но только для одной линии дрозофилы. Более радиочувствительной по отношению к собственному контролю и линии *CS* оказалась линия *Hw*, отличающаяся высоким уровнем повреждений ДНК уже после экспозиции облучения в дозах 30 и 50 мГр. Из этого следует, что наблюдаемая реакция, как в условиях фоновой радиации, так и после действия превышающих ее доз облучения, генетически обусловлена и зависит от времени воздействующего фактора.

Важно отметить, что обнаружена значительная генетическая вариабельность на уровне спонтанных повреждений ДНК, об этом свидетельствуют значения коэффициента вариации (*Sx*). Более высокое варьирование средних значений ОТМ зарегистрировано у линии *CS* (*Sx* = 82.8%), в то время как индуцированный уровень ОТМ варьировал в меньшей степени (*Sx* = 31.8%). Та же тенденция выявлена у других двух линий, вариация средних частот повреждений ДНК которых составила 56.9% (у линии *Hw*) и 39.5% (у линии *Cha*), что выше средних значений ОТМ (5.81 и 6.25% соответственно), наблюдаемых после воздействия радиации. Следовательно, влияние генотипа на уровень фрагментации ДНК проявляется в межлинейных различиях и зависит от действия инбридинга, степени индивидуальной изменчивости признака у линий дрозофилы.

Повышенную вариабельность частоты повреждений ДНК мы также связываем с определенной стадией гаметогенеза, на которой проводилось облучение. Минимальные дозы γ -излучения затронули наиболее чувствительные стадии созревания половых клеток (сперматоциты, сперматиды, ооциты), что могло привести к дополнительному образованию поврежденной ДНК. Такое объяснение подходит только для линии *Hw*, отличающейся содержанием в генотипе полноразмерных копий *P*-элемента. По-видимому, данные условия облучения не достаточны для инициации индуцибельных систем клеточной защиты от аддитивного воздействия физического фактора и фактора транспозиций *P*-элементов. В результате чего возникает

дестабилизация ДНК, проявляющаяся в последствии у потомков облученных клеток.

Полученные данные позволяют заключить, что внутриклеточные стрессовые факторы (в нашем случае инбридинг или близкородственное скрещивание) приводят к большей индукции транспозиционной активности МГЭ, чем их активизация, вызванная внешними воздействиями. Это соответствует литературным сведениям, отмечающим «супериндукцию» генетических элементов именно в условиях изогенизации и инбридинга (Васильева и др., 2007). Установлена значительная генетическая вариабельность степени фрагментации ДНК у линий дрозофилы, что может обуславливать их дифференциальную жизнеспособность. При этом влияние генотипа проявляется в межлинейных различиях, зависит от условий гибридизации и индивидуальной изменчивости организма.

Работа поддержана молодежным научным грантом УрО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильева Л.А., Выхристюк О.В., Антоненко О.В., Захаров И.К. Индукция транспозиций мобильных генетических элементов в геноме *Drosophila melanogaster* различными стрессовыми факторами // Вест. ВОГиС, 2007. Т. 11. № 3/4. С. 662-671.
- Castro J.P., Carareto C.M.A. Canonical *P* elements are transcriptionally active in the *saltans* groups of *Drosophila* // J. Mol. Evol., 2004. Vol. 59. P. 31-40.
- Dimitri P., Arca B., Beghella L. High genetic instability of heterochromatin after transposition of LINE-like *I* factor in *Drosophila melanogaster* // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1997. Vol. 94. P. 8052-8057.
- Junacivic N., Di Franco C., Terrinoni A. Evidence for a host role in regulating the activity of transposable elements in *Drosophila melanogaster*. The case of *Bari1* elements in *Charolles* stock // Genetica, 1997. Vol. 100. P. 149-154.
- Hedges D., Deininger P. Inviting instability: Transposable elements, double-strand breaks, and the maintenance of genome integrity // Mutat. Res., 2007. Vol. 616. P. 46-59.
- Olive P.L., Wlodek D., Durand R.E., Banath J.P. Factors influence DNA migration from individual cells subjected to gel electrophoresis // Exp. Cell. Res., 1992. Vol. 198. P. 259-260.

Секция 5. ФИЗИОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ПОЧВ ЮЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЬ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОГЕНЕЗА

О.В. Башкинова, А.А. Романычева, Н.Н. Верюжская
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова
E-mail: kai-ren@yandex.ru

Загрязнение почв продуктами техногенеза в настоящее время является одним из наиболее распространенных почвенных нарушений, существенно меняющее условия функционирования биоценозов суши. Почвенные микроорганизмы отличаются высокой чувствительностью к воздействиям и первыми реагируют на изменение параметров среды обитания (как физических, так и химических), поэтому функциональные показатели почвенных микробиоценозов (численность и/или биомасса, ферментативная активность, дыхание) широко используются в целях экологической диагностики почвенных нарушений. Способность почвы сопротивляться воздействию (резистентность) в большей мере зависит от ее физических, химических и физико-химических свойств, а регенеративные возможности почвы преимущественно определяются ее микробиологическими характеристиками. Именно микробный комплекс почвы осуществляет трансформацию поллютантов и отвечает за самоочищение почв (Мишустин и др., 1979; Аристовская, 1988; Киреева, 1994; Ананьева, 2003). В этом случае такие структурные показатели, как видовое разнообразие микроорганизмов, характер доминирования, преобладание тех или иных трофических группировок, могут характеризовать устойчивость почв, их способность справляться с факторами антропогенного воздействия. Использование в мониторинговых исследованиях как функциональных, так и структурных показателей микробного сообщества позволяет не только диагностировать нарушения, но и прогнозировать способность почв к самоочищению и устойчивость к изучаемым воздействиям.

Вопрос о способности почв к самоочищению наиболее остро стоит в пригородах крупных промышленных городов, поскольку эти территории

используются не только промышленностью, но также и в сельскохозяйственных, селитебных и рекреационных целях. К территориям подобного рода относится и южная промышленная зона (ЮПЗ) г. Ярославль, почвенный покров которой испытывает комплексную антропогенную нагрузку. Ведущим компонентом в нагрузке следует считать комплекс промышленных предприятий (более 40), крупнейшим из которых по объему выбросов является нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) «Славнефть-ЯНОС». Загрязнение носит хронический характер и включает широкий спектр поллютантов, большую часть которых составляют летучие органические соединения, кроме них в выбросах производств содержатся диоксид серы, оксиды азота, тяжелые металлы.

Цель исследований – изучение структурных (видовое разнообразие, доминирующие виды) и функциональных показателей (численность, активность каталазы и дегидрогеназы) микробного сообщества почв ЮПЗ и оценка на основании этих показателей нарушенности почв исследуемой территории.

Исходя из рекогносцировочных исследований, нами были выделены две группы территорий: нарушенные (в трехкилометровой зоне, прилегающей к НПЗ «Славнефть-ЯНОС») и буферные (находящиеся на расстоянии 6 км от предприятия). Контрольный участок находился в Первомайском р-не Ярославской области на расстоянии более 30 км от возможных источников загрязнения. Заложение разрезов полугидроморфных почв (дерново-глебоватых и дерново-глебовых) осуществляли на низинных лугах, автотрофные (дерновые и дерново-подзолистые) изучали на залежи.

Химические свойства почв изучали по стандартным методикам. Активность каталазы и де-

Работа выполнена под руководством к.б.н. доцента кафедры ботаники и микробиологии ЯрГУ им. П.Г. Демидова И.Н. Волковой.

гидрогеназы определяли по методу А.Ш. Галстяна (Хазиев, 1990; Теппер, 2004). Определение видового состава микробного ценоза, расчет общей численности микроорганизмов были проведены молекулярным методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ-МС) (Верховцева, Осипов, 2008).

Обобщенные данные исследований химических свойств почв ЮПЗ г. Ярославля и функциональных параметров их микробного сообщества представлены в таблице.

Почвы контрольной территории характеризуются более высокими значениями как каталазной, так и дегидрогеназной активности при любом типе гидроморфизма. На расстоянии 3 км от НПЗ наблюдается угнетение ферментативной активности по сравнению с контролем. Ферментативная активность территорий в 6 км от НПЗ в большинстве случаев оказывается еще ниже, чем на нарушенных участках, в 3 км от НПЗ. По-видимому, микробный комплекс почв, находящихся в непосредственной близости к заводу, стимулируется органическим загрязнением и активизируется.

По данным ГХ-МС отмечено снижение численности микроорганизмов во всех почвах, находящихся вблизи НПЗ: для дерново-глеевых почв в 2-3 раза, а для дерново-подзолистых – в 1.5-2 раза по сравнению с аналогичными почвами на контрольной территории. Структура микробного сообщества почв контрольной группы представлена аэробно-анаэробной группировкой сходного состава. Различия связаны с разнообразием доминантных видов внутри каждой из частей группировки и их относительным обилием.

В микробном сообществе обеих почв лидирующую роль играет аэробная группировка актинобактерий (роды *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Nocardopsis*, *Actinomadura*). В контрольной дерново-подзолистой почве эта группировка составляет 20.9%, а в контрольной дерново-глеевой ее доля увеличивается до 32.5%. Анаэробные и факультативно-анаэробные бактерии составляют в этих почвах различную долю от суммарной численности: в дерново-подзолистой почве анаэробы составляют 41.6% (доминируют роды *Ruminococcus*, *Clostridium* и *Butyrivibrio*); в дерново-глеевой почве эта группировка составляет 30.4% (доминирует род *Butyrivibrio*).

Почвы буферной зоны отличаются более низкой численностью бактерий, упрощенной и однотипной структурой микробного сообщества. При этом видовое разнообразие в сравнении с контрольной территорией не снижается. В аэробной части сообщества доминирует группировка микобактерий (24.7-26.7%). Анаэробы и факультативные анаэробы играют в почвах буферной зоны значительную роль (39.5-42.4% от общей численности); доминирует род *Ruminococcus*, а род *Butyrivibrio* переходит в состав субдоминант (7.1-8.7%). Таким образом, наблюдается упрощение структуры и сближение видового состава микробного сообщества дерново-подзолистой почвы с таковым дерново-глеевой почвы, обусловленное однотипным загрязнением, тип гидроморфизма перестает определять характер доминирования. Другой специфической чертой микробных сообществ, характерной как для почв буферной зоны, так и почв, находящихся в непосредственной близости от НПЗ, является

Химические и биологические характеристики автоморфных (А) и полугидроморфных (Г) почв ЮПЗ г. Ярославль

Показатели	0.5-3 км от НПЗ			6 км от НПЗ		30 км от НПЗ – контроль	
	дерново-глееватая (НГ)	дернов ая (ЛА)	дерново-подзолистая (ЩА)	дернов ая (КА)	дерново-глееватая (КпГ)	дерново-подзолистая (КоА)	дерново-глееватая (КопГ)
Химические свойства							
Гумус, %	1.4	1.3	0.9	1.5	1.2	1.1	2.8
pH, сол.	7.5	6.1	6.3	5.9	5.6	6.4	7.4
Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г	1.3	2.5	1.9	1.3	2.7	1.6	3.1
Сумма поглощённых оснований, мг-экв./100 г	19.0	19.2	8.9	3.0	5.8	16.3	13.2
Биологические характеристики							
Общая численность микроорганизмов, ·10 ⁶ кл/г	396	1182	439	330	233	683	760
Численность анаэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, ·10 ⁶ кл/г; их доля от общей численности, %	218.1	421.8	170.9	139.8	92.1	284.4	230.9
Численность актиномицетов, ·10 ⁶ кл/г; их доля от общей численности, %	55.1	35.7	39.0	42.4	39.5	41.6	30.4
Численность актиномицетов, ·10 ⁶ кл/г; их доля от общей численности, %	139.1	300.1	143.4	92.7	60.3	132.1	110.7
Дегидрогеназа, мг ТФФ/10 г за 24 часа	3.00	1.58	2.13	0.83	0.75	5.80	10.25
Каталаза, см ³ O ₂ /1 г почвы в мин.	3.4	2.6	3.1	1.1	1.2	2.4	4.8

увеличение роли бактерий актиномицетной линии. В почвах контрольной территории их доля в сообществе составляет 14.6-19.3% и возрастает до 25-35% в почвах нарушенных территорий (см. таблицу). Данная группировка относится к гидролитическому блоку бактерий, участвующему в трансформации трудноразлагаемой органики. Мы считаем, что ее активность может стимулироваться поступлением летучих органических соединений, преобладающих в выбросах НПЗ, и косвенно указывать на их наличие в почвах.

Почвы, находящиеся в радиусе 3 км от НПЗ, характеризуются значительными изменениями в структуре микробного сообщества. В наибольшей степени это относится к дерново-глеевой почве, расположенной на пониженной части рельефа. Анаэробная группировка бактерий в сообществе данной почвы становится ведущей, ее доля достигает 55%, доминирующими становятся роды *Ruminosoccus* (29.6%) и *Butyrivibrio* (14.2). Среди аэробов доминирующие позиции сохраняют микобактерии, но их доля в два раза ниже, чем в дерново-глеевой почве контрольной территории (14.7% против 32.5). Структура сообщества автоморфных дерново-подзолистых почв, расположенных на расстоянии 3 км от НПЗ, меняется в меньшей степени: при сокращении численности в 1.5-2 раза (за исключением образца ЛА) уменьшается количество доминирующих родов, но основные доминанты сохраняются, несколько меняя обилие в сравнении с контрольными почвами. Доминирующими в названных почвах являются аэробная группировка микобактерий (31%) и анаэробы рода *Ruminosoccus* (18.8-25%).

Таким образом, микробное сообщество исследуемых дерново-подзолистых и дерново-глеевых почв ЮПЗ г. Ярославль характеризуется нару-

шением как функциональных, так и структурных показателей: численность бактерий и ферментативная активность почв (каталазная и де-гидрогеназная) падают, происходит смена доминирующих видов, увеличивается роль бактерий актиномицетной линии, возрастает доля анаэробов. Наиболее трансформированной как по химическим, так и микробиологическим показателям является полугидроморфная дерново-глеевая почва (НГ), приуроченная к аккумулятивному ландшафту в пределах трехкилометровой зоны НПЗ. В этой почве отмечается снижение содержания гумуса в два раза по сравнению с контролем. В результате накопления различных фракций углеводов в толще почвенного профиля происходит нарушение водо- и газообмена, возникает анаэробнобиозис. Анаэробные и факультативно-анаэробные бактерии составляют более 55% от общей численности, можно прогнозировать нарушение процессов деструкции органики и накопление токсичных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

- Ананьева Н.Д.* Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М.: Наука, 2003. 223 с.
- Аристовская Т.В.* Микробиологические аспекты плодородия почв // Почвоведение, 1988. № 9. С. 53-63.
- Верховцева Н.В., Осипов Г.А.* Метод газовой хроматографии – масс-спектрометрии в изучении микробных сообществ почв агроценоза // Проблемы агрохимии и экологии, 2008. № 1. С. 51-54.
- Киреева Н.А.* Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах. Уфа: БашГУ, 1994. 172 с.
- Мишустин Е.Н.* Ассоциация почвенных микроорганизмов. М.: Наука, 1975. 106 с.
- Теннер Е.З.* Практикум по микробиологии. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
- Хазиев Ф.Х.* Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 1990. 189 с.

РОСТ И СТРУКТУРА АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В УСЛОВИЯХ РАЗНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ

Н.В. Герлинг

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: Gerling1@rambler.ru

Можжевельник обыкновенный имеет широкое распространение на территории северо-востока европейской части России (Флора ..., 1974). Этот вид произрастает как в светлых хвойных, так и в темных хвойных сообществах, образуя различную жизненную форму.

Цель работы – сравнение структуры ассимиляционного аппарата и пигментного комплекса развивающейся хвои можжевельника обыкновенного, произрастающего под пологом древостоя в ельнике чернично-сфагновом и на опушке леса.

Исследования проводили в 2008 и 2009 гг. на территории Ляльского лесозооэкологического стационара, в подзоне средней тайги. Изучали популяцию можжевельника обыкновенного, произрастающего под пологом ельника чернично-сфагнового. Описание структуры и состава древостоя этого сообщества дано в публикации «Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции» (2006). Для сравнения были изучены особи можжевельника обыкновенного, произрастающие на опушке леса. При описании хода роста побегов и хвои использовали классификацию И.Н. Елагина (1961).

Для анатомо-морфологических исследований отбирали 10 побегов трехлетнего возраста у особей из разных популяций. Для анатомических исследований хвою фиксировали в 70% -ном растворе этилового спирта. Срезы готовили на вибрационном микротоме для мягких тканей (Скупченко, 1979). Концентрацию пигментов определяли на спектрофотометре UV-1700 (Shimadzu, Япония). В таблицах и графиках указаны средние значения с их относительными погрешностями.

В ельнике чернично-сфагновом можжевельник обыкновенный произрастал в куртинах, образованных 8-10 стволиками высотой около 1 м. Особи можжевельника, произрастающего на опушке, чаще были представлены одиночно стоящими кустами. В исследованных ценопопуляциях можжевельника плодородие особей не отмечено.

Начало вегетативного роста побегов можжевельника обыкновенного в 2009 г. отмечали в конце мая, что свидетельствовало об окончании фазы зимнего покоя почек (рис. 1). Первая фаза вегетации хвойных – это фаза набухания листовых почек. Однако для можжевельников она не выделяется, так как их почки лишены покровных чешуй, в отличие от основных лесообразующих видов (Елагин, 1961). Первая фаза в вегетации, характерная для можжевельника обыкновенного, фаза распускания вегетативных почек, когда нижние хвоинки отдалялись в стороны и начинался рост стеблевой части побегов. В этот период была отмечена максимальная скорость роста хвой (рис. 2). Следует отметить, что в условиях хорошего освещения на опушке скорость линейного роста побега в длину и хвой заметно выше, чем у особей, произрастающих в ельнике чернично-сфагновом. Это должно быть связано с более ранним началом таяния снега и более высокой температурой воздуха на открытом месте.

Следующая фаза – фаза развертывания листьев. Она длилась с июня по начало августа и характеризовалась завершением удлинения хвой. При этом скорость роста хвой у особей, произрастающих в условиях хорошего освещения, резко снижалась. Вероятно, это связано с недостатком влаги в почве на опушке леса в этот период. По данным А.Я. Орлова с соавт. (1972), у сосны хвоя более чувствительна к недостатку влаги в отличие от побега. Самый большой суточный прирост осевой части побега у можжевельника обыкновенного в обоих исследуемых участках отмечен в июле, в августе скорость значительно снижалась. Следует отметить, что рост побегов и хвой можжевельника обыкновенного осуществляется по типу развития побегов ели, когда в начале идет рост хвой, ее развертывание, а затем уже рост осевой части побега. Максимальная скорость линейного роста побегов в

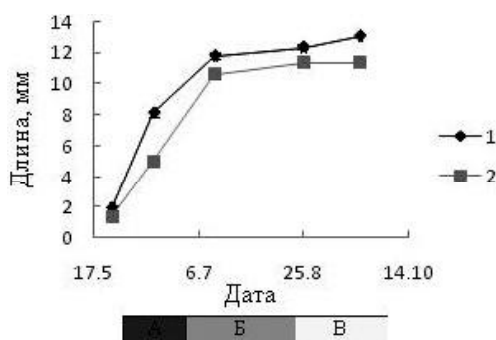


Рис. 1. Линейный рост хвой можжевельника обыкновенного на опушке леса (1) и под пологом ельника чернично-сфагнового (2) в вегетационный сезон 2009 г. А – фаза распускания вегетативных почек, Б – фаза развертывания листьев, В – вегетация.

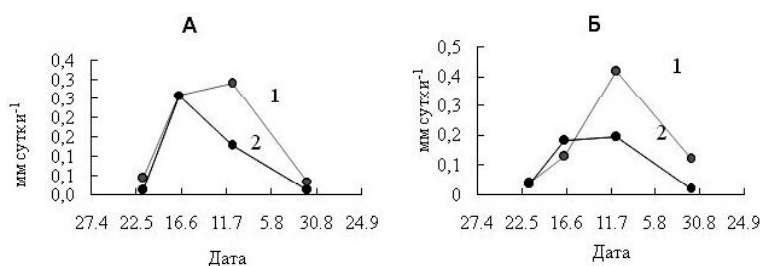


Рис. 2. Скорость линейного роста побегов (1) и хвой (2) можжевельника обыкновенного, произрастающего на опушке леса (А) и в ельнике чернично-сфагновом (Б) в 2009 г.

ельнике чернично-сфагновом была выше, чем на опушке. Это, возможно, связано с условиями увлажнения, которое более благоприятно под пологом елового древостоя. В целом длина сформированных побегов и хвой у особей на открытом участке заметно уступала растениям, произрастающим в ельнике. Охвоенность побега можжевельника обыкновенного в разных условиях произрастания менялась незначительно (табл. 1). В Узбекистане начало вегетативного развития побегов можжевельника обыкновенного отмечено в конце марта – первой декаде апреля, в июне-июле оно прекращалось и снова возобновлялось в начале августа в связи с понижением температуры и повышением влажности воздуха (Славкина, Хамадиева, 1979). По данным Н.А. Михеевой (2005), у можжевельника обыкновенно-

Таблица 1
Морфометрические характеристики побегов *J. communis* в разных условиях произрастания

Показатель	Место произрастания	
	Под пологом ельника чернично-сфагнового	Опушка леса
Длина побегов, мм	21.0±4.6	13.2±4.4
Число хвой на побеге	17±3	13.5±2.1
Охвоенность, шт. мм ⁻¹	0.8±0.2	0.9±0.2
Длина хвой, мм	12.26±0.2	10.9±0.9
Ширина хвой, мм	1.31±0.1	1.22±0.03
Высота хвой, мм	0.48±0.1	0.41±0.04

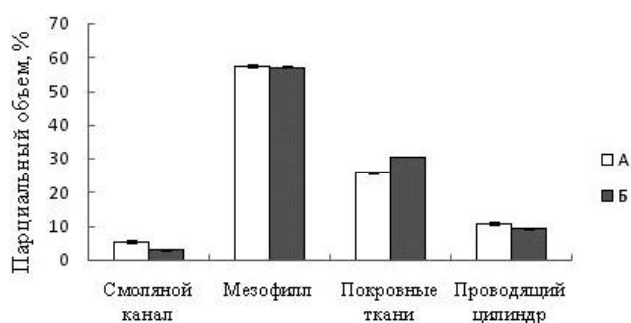


Рис. 3. Количественная характеристика анатомической структуры однолетней хвои можжевельника обыкновенного, произрастающего на опушке леса (А) и в ельнике чернично-сфагновом (Б).

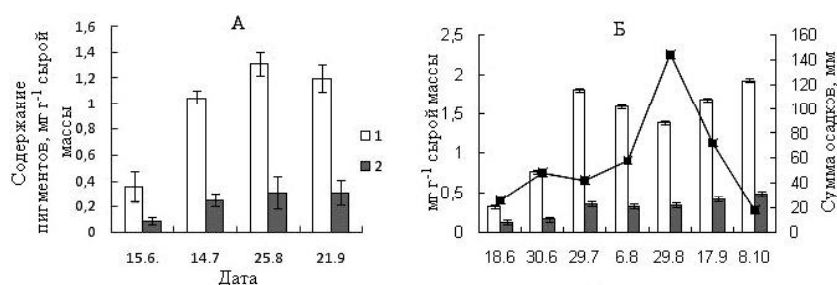


Рис. 4. Сезонная динамика содержания хлорофиллов *a+b* (1) и каротиноидов (2) в растущей хвое можжевельника обыкновенного, произрастающего на опушке леса в 2009 г. (А) и в ельнике чернично-сфагновом в 2008 г. (Б). 3 – сумма осадков.

го величина годичного прироста побегов в болотной популяции была выше, чем на суходоле, что связано с почвенно-гидрологическим режимом места произрастания.

В количественных показателях анатомической структуры хвои можжевельника обыкновенного также наблюдаются некоторые различия. В условиях с хорошей освещенностью хвоя можжевельника имеет больший парциальный объем смоляного канала и проводящего цилиндра (рис. 3). У можжевельника сибирского, произрастающего в условиях Северного Урала, в хвое также отмечается увеличение парциального объема смоляного канала и проводящего цилиндра (Герлинг, 2010), что может быть реакцией хвои на резкие перепады температур в летний период. На опушке леса увеличение диаметра смоляного канала, вероятно, также связано с более выраженным контрастом дневной и ночной температур воздуха, чем под пологом древостоя. Парциальный объем покровных тканей в хвое можжевельника на опушке меньше, чем

в ельнике чернично-сфагновом, что обусловлено, прежде всего, развитием гиподермы, толщина которой в 1.5 раза ниже, чем в хвое у особей под пологом ельника (табл. 2).

По соотношению площади сечения центральной проводящей системы и поперечного сечения хвои в целом можно судить об отношении вида к содержанию в почве влаги (Нестерович и др., 1986). Согласно этой классификации можжевельник обыкновенный является мезофитом, однако в условиях хорошего освещения у можжевельника усиливаются признаки ксерофита, что проявляется в увеличении парциального объема проводящего цилиндра, формировании более мелких клеток мезофилла (табл. 2). Сниже-

ние размеров клеток мезофилла и покровных тканей, вероятно, является следствием торможения роста клеток растяжением при недостатке влаги в почве.

Содержание пигментов в растущей хвое можжевельника возрастает с июня по август. Наименьшие значения содержания хлорофиллов и каротиноидов отмечаются в начале роста хвои (рис. 4). У ели увеличение содержания хлорофиллов в хвое первого года жизни наблюдали

до окончания ее роста (Ладанова, Тужилкина, 1992). Общая динамика содержания пигментов в развивающейся хвое можжевельника обыкновенного незначительно отличается у разных популяций. В ельнике чернично-сфагновом в 2008 г. в августе происходило обильное выпадение осадков, что не могло не повлиять на синтез пигментов. По мере улучшения погоды содержание пигментов восстанавливалось (рис. 4Б). В целом же в условиях хорошего освещения у можжевельника обыкновенного общее содержание пигментов ниже, чем в условиях затенения под пологом елового древостоя.

Таким образом, ассимиляционный аппарат можжевельника обыкновенного, произрастающего на опушке леса, характеризуется высокой скоростью роста побегов и хвои в первую фазу формирования побегов. У ассимиляционного аппарата можжевельника, произрастающего в условиях хорошего освещения, усиливаются черты ксероморфности, что проявляется в снижении размеров хвои и побегов, размеров кле-

Таблица 2
Количественные показатели анатомической структуры однолетней хвои можжевельника обыкновенного в средней подзоне тайги

Место произрастания	Толщина, мкм			Диаметр клеток мезофилла, мкм	Диаметр смоляного канала, мкм	Соотношение площадей центрального проводящего цилиндра и поперечного сечения хвои
	Кутикулы	Эпидермы	Гиподермы			
Е. чернично-сфагновый	4.5±0.1	10.9±0.1	20.9±0.2	41.5±0.1	89.2±0.2	0.096
Опушка леса	5.8±0.2	10.5±0.5	14.4±0.4	36.3±0.1	113.9±0.1	0.108

ток мезофилла, содержания пластидных пигментов. В условиях затенения у можжевельника обыкновенного ассимиляционный аппарат имеет признаки теневого типа листа. Полученные результаты показывают широкий диапазон изменчивости строения хвои, что обеспечивает экологическую лабильность можжевельника обыкновенного.

ЛИТЕРАТУРА

Герлинг Н.В. Структура и фотосинтез хвои видов р. *Juniperus* на северо-востоке европейской части России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2010. 18 с.

Елагин И.Н. Методика ботанических исследований // Бот. журн., 1961. № 1. С. 984-992.

Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции / Отв. ред. К.С. Бобкова, Э.П. Галенко. СПб.: Наука, 2006. 337 с.

Михеева Н.А. Морфолого-анатомические и кариологические особенности можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в гидроморфных и суходольных условиях произрастания: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2005. 18 с.

Нестерович Н.Д., Дерюгина Т.Ф., Лучков А.И. Структурные особенности листьев хвойных. Минск: Наука и техника, 1986. 143 с.

Орлов А.Я., Матвеева А.А., Мина В.Н. Влияние искусственного изменения режима влажности почвы на рост культур сосны в зоне хвойно-широколиственных лесов // Лесоведение, 1972. № 3. С. 3-16.

Скупченко В.Б. Вибрационная микротомия мягких тканей // Сыктывкар, 1979. 56 с. (Серия Нов. науч. метод. / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 2).

Славкина Т.И., Хамадиева Ф.Х. Сезонный ритм роста и развития можжевельников // Интродукция и акклиматизация растений. Ташкент: ФАН, 1979. С. 56-60.

Флора северо-востока европейской части России. Л.: Наука, 1974. Т. 1. С. 71-73.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОГО МЕТОДА В ИЗУЧЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКДИСТЕРОИДОВ (НА ПРИМЕРЕ СЕМЕЙСТВА *CARYOPHYLLACEAE* JUSS.)

Ю.И. Гляд, Д.М. Шадрин, Я.И. Пылина
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: glyad_yulia@ib.komisc.ru

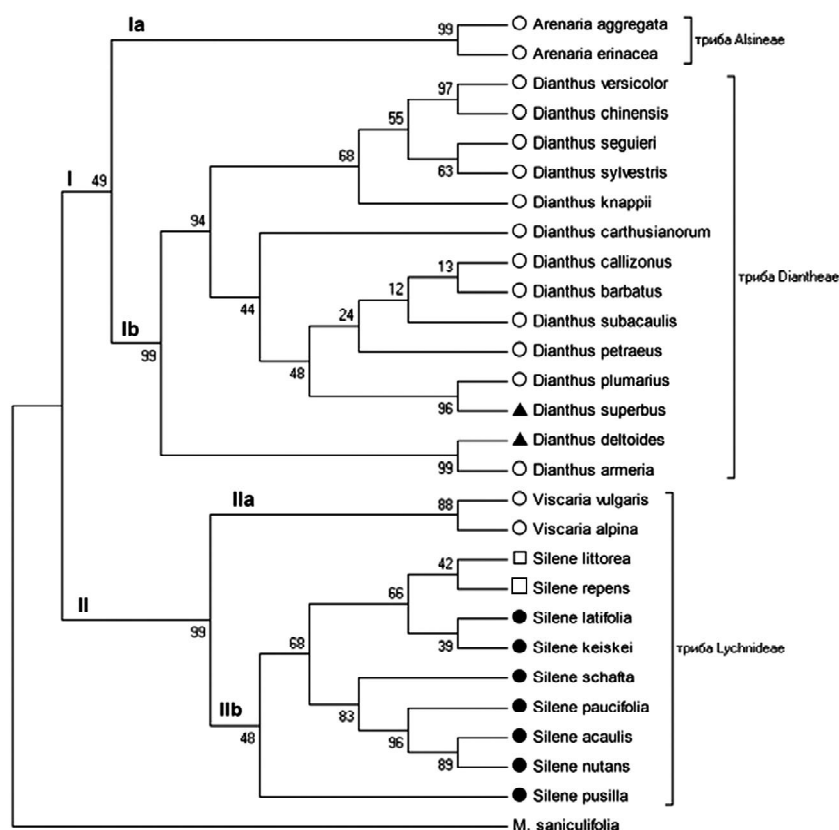
В середине XX в. японским исследователем К. Наканиси из листьев *Podocarpus nakai* было выделено соединение понастерон А, обладающее активностью гормона линьки насекомых и отличающееся от экдизона, истинного гормона линьки, положением только одной гидроксильной группы в боковой цепи. Этот факт вызвал большой исследовательский интерес и инициировал проведение широкого скрининга растений на содержание экдистероидов. К настоящему времени обнаружено более 250 экдистероидов у представителей более чем 100 семейств из отделов Polypodiophyta, Pinophyta и Magnoliophyta. До начала 1990-х гг. в литературе существовала устойчивая точка зрения, что распределение экдистероидов не связано с филогенетической классификацией растений (Lafont et al., 1991). Например, в сем. Caryophyllaceae были найдены как экдистероидположительные (*Lychnis*, *Silene*), так и экдистероидотрицательные (*Dianthus*, *Saponaria*) роды и виды. В то же время в сем. *Lamiaceae* имеется всего один экдистероидсодержащий род *Ajuga*, а в сем. *Ranunculaceae* экдистероидсодержащие виды были обнаружены только в роде *Helleborus*. Использование более современных методов анализа экдистероидов и расширение списка видов-продуцентов позволило выявить закономерность, заключающуюся в том, что на внутрисемейственном уровне экдистероиды встречаются в представителях определенных триб. Например, в сем. Caryophyllaceae экдистероидположительные роды *Lychnis*,

Gastrolychnis, *Petrocoptis* и *Silene* принадлежат трибе *Lychnideae*. В трибах *Alsineae* и *Diantheae* не были обнаружены экдистероидсодержащие виды. Следует отметить, что эта тенденция не носит абсолютного характера, поскольку даже в пределах экдистероидсодержащих родов могут присутствовать виды, не содержащие эти соединения (например, некоторые виды *Silene*). По-видимому, неоднозначность наблюдаемой картины распределения экдистероидов в царстве растений может быть вызвана искусственностью существующих систем классификации, несовершенством методик анализа или с более глубокими причинами, связанными с особенностями биологии видов, например, с возможной вторичной утратой некоторыми видами растений способности к биосинтезу этих соединений в процессе эволюции (Фитоэкдистероиды, 2003).

Можно полагать, что наряду с новыми методами анализа экдистероидов современные молекулярные методы исследования открывают новые возможности для выявления связей между распространением экдистероидов и филогенетической классификацией растений.

Ранее в рамках Международного проекта INTAS с участием нашей лаборатории была сделана попытка построения молекулярно-филогенетического древа видов сем. Caryophyllaceae (Zibareva et al., 2003).

Семейство Caryophyllaceae – обширное семейство, включающее 80 родов и более 2000 видов. Семейство делится на три подсемейства: *Parony-*



Филогенетическое древо растений сем. *Caryophyllaceae* Juss. ○ – виды, где экдистероиды не обнаружены; ▲ – виды со следовым количеством экдистероидов, обнаруживаемом только с помощью РИА (менее 4 мкг/г), ● – виды с умеренной и высокой концентрацией экдистероидов, обнаруживаемой с помощью биотеста (более 4 мкг/г), □ – виды, для которых нет данных о биотесте и РИА.

chioideae (трибы Telephieae, Sperguleae, Polycarpeae, Xerotieae, Pterantheae, Paronychieae), Alsinoideae (трибы Alsineae, Русноphyllaeae, Scleranthaeae, Geocarpeae) и Caryophylloideae (трибы Diantheae, Lychnideae) (Тахтаджян, 1987).

На основании имеющихся последовательностей внутренних транскрибируемых спейсеров ITS1 и ITS2, а также гена 5,8S рибосомной РНК ядра, взятых из базы данных Генбанка Национального центра биотехнологической информации США, нами реконструировано филогенетическое древо сем. *Caryophyllaceae* методами максимальной парсимонии и объединения ближайших соседей. Методически последовательности генов нами выравнивались как «вручную», так и с помощью программы ClustalW, входящей в пакет программ MEGA4. Так как эти участки имеют относительно постоянно число нуклеотидов и высокую степень вариабельности, то они

достаточно хорошо подходят для разрешения филогенетических отношений на уровне семейств, родов и видов растений (Антонов, 2006).

Метод присоединения ближайших соседей является одним из дистанционных методов построения филогенетических деревьев, которые базируются на анализе эволюционных дистанций между последовательностями. В основе метода максимальной парсимонии лежит анализ нуклеотидов, находящихся в так называемых филогенетически информативных позициях последовательностей (Лукашов, 2009). При анализе участка ITS1-5.8S-ITS2 (см. таблицу) были выявлены 382 постоянных позиции и 258 вариабельных, из которых 36 позиций оказались неинформативными и 222 информативными.

На рисунке представлено древо, построенное методом максимальной парсимонии, где в качестве внешней группы взята последовательность заведомо известной предковой формы *M. saniculifolia* (сем. *Ranunculaceae*). Древо включает представителей четырех родов из трех триб, разделенное на две клады (I, II). В кладу I объединяются две субклады (Ia и Ib), соответствующие трибам Alsineae и Diantheae. Кладу II с хорошей поддержкой образуют субклады IIa и IIb, входящие в трибу Lychnideae. Субкладу IIa представляют виды рода *Viscaria*. В субкладу IIb вошли виды рода *Silene*.

Представители клады I не содержат экдистероидов, за исключением видов *D. deltooides* и *D. superbus*, содержащих их в следовых количествах, не активных в биотесте на культуре клеток *Drosophila melanogaster*, но обнаруживаемых с помощью радиоиммунного анализа в концентрации менее 4 мкг/г.

Виды, образующие субкладу IIa, не содержат экдистероидов. Экдистероиды в гормонально активной концентрации, т.е. имеющие положительный ответ в биотесте, были обнаружены в представителях субклады IIb. По видам *S. repens* и *S. littorea* отсутствуют данные о биотесте и

Виды, образующие субкладу IIa, не содержат экдистероидов. Экдистероиды в гормонально активной концентрации, т.е. имеющие положительный ответ в биотесте, были обнаружены в представителях субклады IIb. По видам *S. repens* и *S. littorea* отсутствуют данные о биотесте и

Характеристики длины, нуклеотидного состава и выравнивания изученной последовательности

Участок генома	Число таксонов в выравнивании	Размер участка, п.н.	Длина выравнивания, п.н.	Нуклеотидный состав, %				Число позиций		
				A	C	G	T	Постоянных	Вариабельных	
									Неинформативных	Информативных
ITS 1-5.8S-ITS2	27	515-630	646	22.0	27.3	28.2	22.5	382	36	222

радиоиммунном анализе, но известно об отсутствии экидистероидов в *S. littorea* и о наличии их в *S. repens*. Поэтому необходимо провести анализ на наличие экидистероидов в этих видах методами РИА и биотеста, так как есть возможность обнаружения экидистероидов в *S. littorea*.

Таким образом, использование молекулярно-филогенетического метода в совокупности с данными о содержании экидистероидов позволило изучить закономерности распределения экидистероидов в сем. Caryophyllaceae.

Ожидается, что в дальнейшей работе установление связей между распределением экидистероидов и молекулярной филогенией сем. Caryophyllaceae позволит разработать научно обоснованный хемотаксономический прогноз обнаружения ресурсных видов растений изучаемого семейства и показать закономерности распространения экидистероидосодержащих растений, свя-

занные с географической структурой флоры европейского северо-востока России.

Работа выполнена в рамках научного проекта для молодых ученых и аспирантов УрО РАН (проект № 10-4НП-117).

ЛИТЕРАТУРА

Лукашов В.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 256 с.

Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л.: Наука, 1987. 438 с.

Фитоэкидистероиды / Под ред. В.В. Володина. СПб.: Наука, 2003. 293 с.

Lafont, R., Bouthie A., Wilson I.D. Phytoecdysteroids: structures, occurrence, biosynthesis and possible ecological significance // Conf. Insect Chem. Ecol.: Programme and Abstracts. Tabor, 1991. P. 197-214.

Zibareva L., Volodin V. et al. Distribution of phytoecdysteroids in the Caryophyllaceae // Phytochemistry, 2003. Vol. 64. P. 499-517.

ДЕЙСТВИЕ КАРБОНАТА НАТРИЯ И ДАЛЬНОГО КРАСНОГО СВЕТА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ СОРТА БИОС 1

Н.А. Жилин

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

E-mail: zhilin.nickolaj@gmail.com

Свет – один из наиболее важных для жизни растений экологических показателей. Основными характеристиками света являются его спектральный состав, интенсивность, суточная и сезонная динамика. По спектральному составу солнечный свет неоднороден. Причем наибольшее значение имеет свет с длиной волны 400-800 нм. Под действием света происходит запуск физиологических процессов в растениях посредством фитохрома. Фитохром – это синие-зеленый пигмент из группы хромопротеидов, существующий в двух взаимопревращающихся формах – Φ_k и Φ_{dk} , различных по спектрам поглощения. Под действием красного света (600-690 нм) неактивный Φ_k превращается в активный Φ_{dk} . Обратное превращение происходит либо в темноте, либо при освещении дальним красным светом (ДКС) (700-780 нм).

На яровом ячмене на кафедре селекции и семеноводства Вятской ГСХА проведены опыты изучения ДКС при предпосевном облучении воздушно-сухих семян. Выявлено, что дальний красный свет с длиной волны $\lambda = 760 \pm 10$ нм стимулирует всхожесть семян, но при экспозиции облучения 60 и 120 мин. оказывает угнетающее влияние на развитие колоса, а именно: уменьшается длина колоса и количество колосков в нем (Дудин и др., 1995).

Взаимодействие красного света с биообъектом условно подразделяют на четыре стадии (Дудин, 2005):

1) первичные процессы поглощения квантов света молекулами акцептора-фитохрома, поляризация биомембран;

2) ионная дифференциация за счет изменения транспортных свойств мембран;

3) изменение соотношения вероятностей каналов химических превращений и изменение кинетической схемы протекания процессов;

4) появление физиологически и генетически выраженных реакций на фото-воздействие со стороны целостной системы.

В связи с этим при прохождении данных стадий очень важно в какой среде находится растительный объект. В Вятской ГСХА на яровом ячмене проведены опыты изучения мутагенной активности различных форм калийных удобрений. Изучено, что карбонат и хлорид калия обладают мутагенной активностью (Емелев, 2008). Высокая концентрация калия в цитоплазме (100-200 мМ) по сравнению с натрием (10-30 мМ) обеспечивает оптимальные ионные условия для активации более 50 ферментов и функционирования процесса синтеза белка. Натрий в химическом и физиологическом отношении близок к калию. Содержание Na^+ в растении около 0.01% на сырую массу. Изучено, что соли при высоких концентрациях могут дезинтегрировать клеточные мембраны, подавлять активность ферментов, вероятно, вследствие нарушения гидрофобно-электростатического баланса сил, поддерживающих структуру белковых молекул и приводить к нарушениям важных физиологических процессов (Zhu, 2001). Низкое накопление натрия в клетках определяется балансом скоростей его пассивного поступления и активного экспорта из клетки (Blumwald et al., 2000).

В настоящее время существует предположение, что натрий поступает в клетки тремя путями:

1) Са-зависимый путь. Предполагают, что данный путь может осуществляться через неселективные катионные каналы. Рассматривают два типа таких каналов CNGC (cyclic nucleotide-gated channel) и GLR (glutamate-activated channel) (Demidchik et al., 2002).

2) Са-независимый путь. За счет близких величин гидратных ионных радиусов натрия и калия существует сложность разделения данных ионов транспортными белками, что лежит в основе токсичности натрия (Blumwald et al., 2000). Рассматривают несколько таких транспортеров HTK1, KUP1, HAK1, AKT1, KORCs, NORC, а также потенциал-независимые катионные каналы VIC.

3) Апопластный «поток». Ряд растений галофитов для предотвращения пассивного поступления натрия в корнях развивают анатомические барьеры. У данных растений наблюдается увеличение толщины поясков Каспари в два-три раза по сравнению с гликофитами, и наружные слои клеток коры могут дифференцироваться по вторичному эндодерму (Marschner, 1995).

В связи с этим весьма актуальным является изучение взаимного влияния дальнего красного света и карбоната натрия на прорастание семян и в качестве индукторов изменчивости ярового ячменя сорта Биос 1.

Объектом для исследований выбран яровой ячмень, который является одной из основных зернофуражных культур во многих странах мира.

Материалы и методика

В 2010 г. при финансировании ассоциации «Агрообразование» был заложен лабораторный опыт по методике ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести» в редакции от 23.06.2009 г. для определения накопления K^+ и Na^+ в семидневных проростках. В опыт были включены пять вариантов в четырехкратной повторности, по 100 семян в каждой повторности. Учеты согласно данной методике проводили на третьи сутки

(энергия прорастания, длина корешка, длина проростка) и на седьмые сутки (всхожесть, длина корешка, длина проростка). После последних измерений вся масса была передана в ФГУГЦАС «Кировский» для определения сухого вещества в образцах, а также содержание в них калия и натрия.

Схема опыта:

1. Контроль (семена зам. в воде)
2. Семена замоч. в 0.1н растворе Na_2CO_3
3. Семена замоч. в воде + ДКС
4. 0.1н Na_2CO_3 + ДКС
5. ДКС + Na_2CO_3 0.1н

Для опыта выбрана нейтральная соль Na_2CO_3 чистотой 99.8% (ГОСТ 83-63). Время обработки 12 часов. В вариантах использовали 0.1н раствор карбоната натрия, в такой концентрации содержание калия применяется в растворе Кюппа.

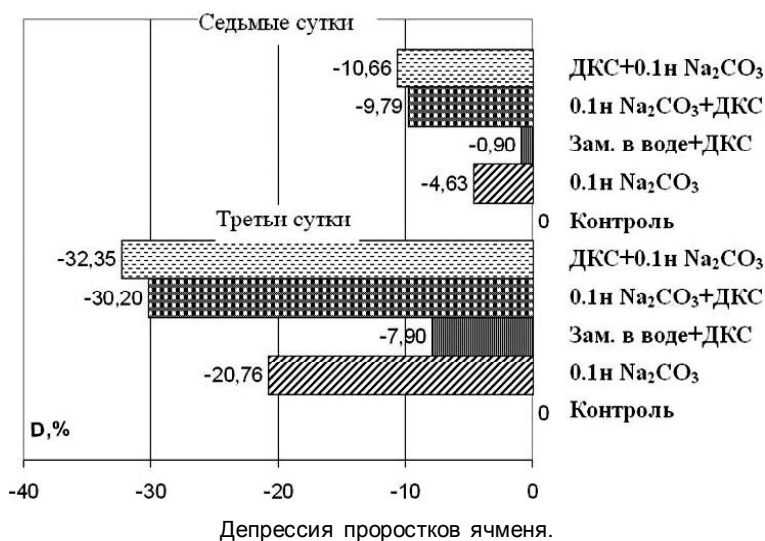
Дальний красный свет с длиной волны 754 ± 10 нм, который получали от электрической лампы накаливания через интерференционный светофильтр с применением осветителя ОИ-19 плотность мощности 0.3 мВт/см². Продолжительность облучения 60 минут. Контроль – семена, замоченные в дистиллированной воде. Эффективность используемых факторов и реакция растений ячменя на их применение оценивалась с помощью среднего суммарного показателя стимуляции депрессии.

Результаты исследований

Суммарный показатель депрессирующего действия изучаемых факторов на прорости ячменя на третьи и седьмые сутки представлен на рисунке.

При прорастании семян, обработанных 0.1 раствором карбоната натрия, наблюдалось достоверное снижение длины корешка на 0.91 см, в контроле 2.76 см. Замедление роста при солевом стрессе является не только проявлением повреждающего действия, но и результатом адапционных ответов, способствующих выживанию растений в стрессовых условиях. Незначительное снижение длины корешка на 0.41 см наблюдалось при обработке ДКС семян, замоченных в дистиллированной воде. Обработка семян ДКС, предварительно замоченных в растворе Na_2CO_3 , достоверно снижало количество проросших семян на 13.75 шт., по сравнению с контролем (77.50 шт.), и длину корешка на 1.44 см, в контроле 2.76 см, что говорит о негативном аддитивном эффекте влияния этих факторов на прорастание семян ячменя. В целом депрессия прорастания ячменя на третьи сутки варьировала от 7.90% при обработке замоченных в дистиллированной воде семян ДКС и до 32.35% в варианте ДКС + 0.1н Na_2CO_3 за счет снижения всех учитываемых показателей.

На седьмые сутки сохранилась тенденция депрессирующего действия на



проростки ячменя, хотя процент депрессии сократился в три раза и более в различных вариантах. Несмотря на снижение влияния карбоната натрия, содержание натрия в растениях было достоверно выше, чем в контроле в вариантах: 0.1н Na_2CO_3 на 103%; 0.1н Na_2CO_3 +ДКС на 89%; ДКС+0.1н Na_2CO_3 на 83%. При обработке замоченных в воде семян ДКС на 23% снижается содержание Na^+ и на 8.6% – K^+ , что говорит о нарушении поляризации мембраны дальним красным светом, в результате чего происходит изменение концентраций K^+/Na^+ в клетках растений ячменя. Наибольший достоверный вынос калия из клеток отмечен при обработке ДКС+0.1н Na_2CO_3 – 0.01584 г, в контроле – 0.02158 г. Все без исключения изучаемые варианты оказали депрессирующее воздействие на семидневные проростки ячменя от 0.9% в варианте замоченные в воде+ДКС до 10.66% – в варианте ДКС+0.1н Na_2CO_3 .

Заключение

Полученные результаты говорят о том, что последовательное применение дальнего красного света с длиной волны $\lambda = 760 \pm 10$ нм и карбоната натрия способствует сильному угнетению прорастания семян ячменя на трети (32.35%)

и седьмые (10.66%) сутки за счет уменьшения длины колеоптиле и накоплению натрия в проростках. При облучении замоченных семян ДКС происходит вынос калия и натрия из клеток растений за счет нарушения поляризации мембран клеток.

ЛИТЕРАТУРА

- Дудин Г.П. Излучение красного диапазона – источник мутагенной изменчивости // Успехи современного естествознания, 2005. № 11. С. 48-49.
- Дудин Г.П., Д.А. Логинов, О.С. Кривошеина. Облучение семян ячменя лазером и дальним красным светом // Земледелие, 1995. № 1. С. 33.
- Емелев С.А. Изменчивость ярового ячменя сорта Дина в M_2 под действием калийных удобрений // Экспериментальный мутагенез в биологии и селекции растений: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Киров: Вятская ГСХА, 2008. С. 12-15.
- Blumwald E. Aharon G.S., Apse M.P. Sodium transport in plant cells // Biochim. Biophys. Acta, 2000. Vol. 1465. P. 140-151.
- Demidchik V., Devenport R.J., Tester M. Nonselective cation channel // Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 2002. Vol. 53. P. 67-107.
- Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Acad. press, 1995. 862 p.
- Zhu J.-K. Plant salt tolerance // Trends Plant Sci., 2001. Vol. 6. P. 66-71.

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ЗЕРНОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ РОДА AVENA В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Ю. Крутикова, Э.А. Смирнова, Е.Ю. Бахтенко

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: bakhtenko@yandex.ru

В настоящее время изучение сортов овса рода *Avena* представляет большой интерес, так как он является ценной зерновой и фуражной культурой и широко используется в смешанных и чистых посевах в условиях холодного климата. В Вологодской области возделываются три сорта рода *Avena*: Аргамак, *Borrus* и Фухс, причем последние два иностранной селекции (Результаты..., 2001). В 2008 г. урожайность овса рода *Avena* на территории области составила 1.8 т/га, что существенно ниже, чем в других странах (Система..., 2002).

Для выведения высокопродуктивных сортов овса важным является проведение отбора и оценки комплекса показателей, коррелирующих с зерновой продуктивностью и характеризующих ее уровень. В связи с этим цель исследования – сравнительное изучение сортов рода *Avena* из разных центров селекции по морфометрическим, фотосинтетическим показателям и структуре урожая.

Объекты и методы

В качестве объектов исследования использовались образцы овса посевного (*Avena sativa* L.) из коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова (Ар-

гамак var. *mutica* – Кировская область, *Margam* var. *mutica* – Великобритания, *OM-1621* var. *mutica* – Чехия, *Borrus* var. *aurea* – Германия, *Webster* var. *Krausei* – США), а также образец овса византийского *Avena byzantina* С. Koch (*Hill* – Австралия).

Исследования проводились в 2008-2010 гг. Растения выращивали на учебно-опытном поле ВГПУ. Площадь учетной делянки составляла 2 м². В фазу цветения определяли следующие показатели: морфометрические (интенсивность ростовых процессов, сырая и сухая массы, площадь листовой поверхности, общая кустистость); фотосинтетические (удельную поверхность листьев – УПЛ, содержание пигментов, хлорофилловый индекс – ХИ); структуру урожая (масса зерна с растения, масса 1000 зерен, уборочный индекс (коэффициент хозяйственного использования – $K_{хоз}$), продуктивная кустистость). Содержание пигментов в растениях определяли спектрофотометрическим методом.

Данные обработаны статистически с использованием программного пакета «MS Excel 2003». В таблицах указаны средние значения и стандартные отклонения.

Биометрические показатели сортов овса

Показатели	Год	Аргмак	<i>Borris</i>	<i>Margam</i>	<i>OM-1621</i>	<i>Webster</i>	<i>Byzantina</i>
Высота растений, см	2009	74.50±6.55	85.50 ± 4.78	72.40±5.93	90.80±4.44	74.50±7.11	74.50±6.55
	2010	75.70±4.30	72.20±3.77	67.20±4.94	85.50±3.57	76.80±4.37	67.60±4.09
Сырая масса г/раст.	2009	41.20±8.86	36.90±3.50	49.70±4.63	82.65±3.70	33.70±2.37	41.20±8.86
	2010	16.47±2.12	16.26±1.03	16.82±0.04	23.34±3.10	15.95±0.47	16.69±0.65
Сухая масса г/раст.	2009	7.60±1.05	8.80 ± 0.21	7.80±0.57	12.90±0.50	6.40±0.08	5.69±0.17
	2010	4.56±0.57	4.31±0.80	5.05±0.01	6.43±0.99	4.90±0.16	4.79±0.47
Площадь листовой поверхности, см ²	2009	271.60±43.66	183.70±48.86	290.20±52.94	567.70±105.58	177.70±70.48	271.60±43.66
	2010	106.42±43.51	79.16±17.02	98.90±38.60	148.13±27.35	75.27±26.58	94.46±31.87
Кустистость общая, шт.	2009	6.80±2.04	4.70±1.42	8.90±1.59	10.20±4.02	8.60±3.34	10.00±2.00
	2010	2.80±0.92	1.90±0.74	2.60±0.70	3.10±0.88	3.10±1.29	4.09±5.42
УПЛ, м ² /кг	2009	3.57	2.09	3.72	4.40	2.78	4.77
	2010	2.33	1.84	1.96	2.30	1.54	1.97

Результаты и обсуждение

Исследуемые образцы значительно отличались по морфометрическим показателям в 2009 и 2010 гг. (табл. 1). Различия по годам связаны с метеорологическими условиями. Высокая температура воздуха и недостаток влаги в 2010 г. привели к снижению всех исследованных показателей. Так, высота растений в среднем уменьшилась в 1.4 раза, сырая масса – в 2.6, сухая масса – в 1.6, общая кустистость – в 2.9 и площадь листовой поверхности – в 2.6 раза.

Для оценки экономичности использования пластических веществ на построение поверхности листа рассчитывали удельную поверхность листьев (УПЛ), которая характеризует отношение площади листьев к их сухой массе (Учебно-полевая..., 1999). В 2009 г. УПЛ у исследуемых сортов в среднем составил 0.16, в 2010 г. – 0.14 см²/мг, что связано с небольшой площадью листьев. Высокие УПЛ у сортов Аргмак и *OM-1621* наблюдаются на фоне наибольших площадей листьев, сорта *Borris*, *Webster* и *Hill* отличались наиболее низкими значениями признака, а с. *Margam* занимал промежуточное положение (табл. 1).

Неблагоприятные погодные условия в 2010 г. сдерживали развитие ассимиляционной поверх-

ности и способствовали быстрому отмиранию нижних листьев.

Фотосинтетическая деятельность является основным фактором, определяющим формирование урожая растений. Ее изучение позволяет выявить и оценить показатели, положительно или отрицательно воздействующие на продуктивность растений (Кошкин и др., 2005).

Прежде всего, определяли содержание фотосинтетических пигментов в листьях растений. В 2010 г. по сравнению с предыдущим годом наблюдается снижение содержания хлорофиллов. В среднем количество хлорофилла *a* уменьшилось в 1.16, а хлорофилла *b* – в 2.03 раза. Возможно, это связано с действием высокой температуры и низкой влажностью воздуха – листья выгорали и теряли часть хлорофилла.

Наибольшим содержанием хлорофиллов (*a+b*) в течение двух лет отличались с.с. *OM-1621* и Аргмак (рис. 1), что согласуется с наибольшими УПЛ у данных сортов (в 2009 г. УПЛ у с. *OM-1621* составлял 4.40 м²/кг, в 2010 г. – 2.30. Сорт Аргмак в 2009 г. имел УПЛ 3.57, а в 2010 г. – 2.33).

В 2010 г. увеличилось содержание каротиноидов (рис. 2), что связано с сухой и жаркой погодой в июле. Известно, что каротиноиды выполняют функцию дополнительных светосбор-

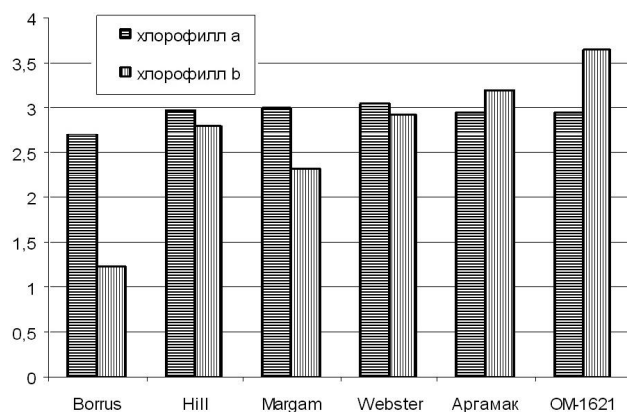


Рис. 1. Содержание хлорофиллов в листьях (мг/г сухой массы) в 2009 г.

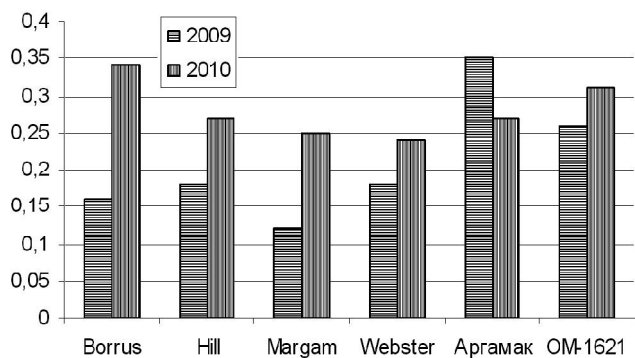


Рис. 2. Содержание каротиноидов в листьях (мг/г сухой массы).

Структура урожая сортов овса

Показатели	Год	Аргамак	Borrus	Margam	OM-1621	Webster	Hill
Масса зерна с растения, г	2009	3.55±0.49	3.91±0.29	1.45±0.42	2.52±0.31	2.74±0.49	3.98±0.24
	2010	2.45±0.21	2.16±0.23	1.92±0.09	1.49±0.02	1.84±0.25	1.11±0.10
Масса 1000 зерен, г	2009	30.26	32.66	25.40	32.03	41.29	32.73
	2010	26.21	26.14	24.26	29.75	30.21	28.42
Уборочный индекс ($K_{\text{уб}}$), %	2009	33.43	44.32	13.36	16.54	27.93	–
	2010	32.15	34.78	28.44	19.50	30.56	22.56
Сухая масса растения, г	2009	10.62±0.59	8.80±0.21	10.85±1.27	15.24±2.39	9.81±0.66	–
	2010	7.62±1.07	6.21±0.28	6.75±0.06	7.64±0.42	6.02±0.72	4.92±0.54
Кустистость продуктивная, шт.	2009	3±1	4±1	5±2	4±1	5±1	5±2
	2010	2±1	2±1	2±1	2±1	2±1	2±1
Кустистость общая, шт.	2009	5±2	6±1	8±3	5±1	6±2	8±2
	2010	4±1	3±1	3±1	4±1	3±1	3±1

щиков и защищают фотосинтетический аппарат от деструкции, особенно при неблагоприятных условиях (Головко, 2004).

Хлорофилльный индекс (ХИ) отражает эффективность работы фотосинтетической единицы и характеризует валовое содержание хлорофилла в растении. Высоким ХИ отличаются сорта *OM-1621*, *Hill*, *Аргамак* и *Webster* (рис. 3).

Известно, что интегральной величиной развития растений является урожайность, которая формируется в результате взаимодействия разных элементов продуктивности (Кошкин и др., 2005). Анализ структуры урожая позволяет выявить различия между сортами (табл. 2). Исследованные сорта овса имеют уборочные индексы 13–44%. Известно, что у современных сортов пшеницы, кукурузы и риса уборочный индекс достигает 55%, у ячменя – от 27 до 41% (Кошкин и др., 2005).

Различия между сортами проявились и в массе 1000 зерен, которая характеризует крупность и выполненность зерна. В соответствии с Международным классификатором (Беркутова, 1991), исследованные сорта овса имеют низкую среднюю массу зерна с растения (с. *Margam*) и среднюю массу 1000 зерен (сорта *Аргамак*, *Borrus*, *OM-1621*, *Hill*). Самое высокое значение этого показателя наблюдается у с. *Webster* (табл. 2).

Наибольшая биологическая продуктивность характерна для с. *OM-1621*, так как растения этого сорта имеют большие сухие массы (табл. 2). Сорта отличались по кустистости. В среднем за два года высокую общую и продуктивную кустистость имели сорта *Margam*, *Hill* и *Webster*. Продуктивная кустистость растений в 2010 г. была одинаковой и более низкой, чем в более благоприятном 2009 г. (табл. 2).

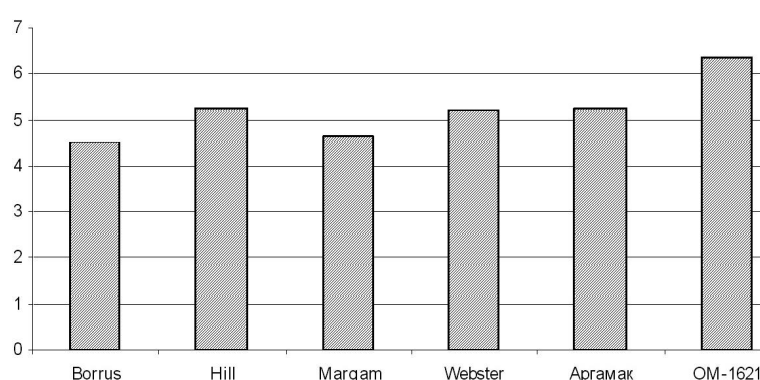


Рис. 3. Хлорофилльный индекс (мг/растение) в 2010 г.

Выводы

Таким образом, можно сделать следующие выводы: исследуемые сорта овса различаются по морфометрическим и фотосинтетическим показателям, структуре урожая, что определяет отличия их биологической и зерновой продуктивности. В условиях Вологодской области сорта *Borrus* и *Аргамак* показали высокую зерновую продуктивность, сорт *OM-1621* – высокую биологическую продуктивность.

ЛИТЕРАТУРА

- Беркутова Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна. М.: Росагропромиздат, 1991. 206 с.
- Головко Т.К. Ячмень на Севере (селекционно-генетические и физиолого-биохимические основы продуктивности). Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 154 с.
- Кошкин Е.И., Гатаулин Г.Г., Дьяков А.Б. и др. Частная физиология полевых культур. М.: Колос, 2005. 344 с.
- Результаты сортоиспытания сельскохозяйственных культур на госсортоучастках Вологодской области за 2000 год. Вологда: Русь, 2001. 53 с.
- Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России / Под ред. В.Ф. Мальцева и М.К. Каюмова. М., 2002. Ч. 2. 576 с.
- Устойчивость зерновых культур к факторам среды / Под ред. В.С. Шевелухи. Минск: Ураджай, 1978. 192 с.
- Учебно-полевая практика по физиологии растений: Пособие. Петрозаводск: КГПУ, 1999. 64 с.

СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ПИГМЕНТОВ В ВЕГЕТАТИВНЫХ И РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНАХ
RUBUS CHAMAEMORUS (ROSACEAE)

Е.А. Лашманова*, О.А. Кузиванова

* Сыктывкарский государственный университет
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Растения взаимодействуют с солнечным излучением с помощью пигментов. Окраска пигментов обусловлена длиной волны света, который они пропускают или отражают. Растения содержат разнообразные пигменты, наиболее распространены хлорофиллы и каротиноиды, играющие центральную роль в фундаментальном процессе – фотосинтезе. Пигменты участвуют в осуществлении ведущих стадий фотосинтеза: поглощении и преобразовании энергии света, являются важнейшими компонентами электрон-транспортной цепи. Зеленые пигменты – хлорофиллы – вещества тетрапирольной природы. Они выступают в качестве первичных доноров при поглощении квантов света. Каротиноиды имеют терпеноидную природу и, помимо функции дополнительных светосборщиков, защищают фотосинтетический аппарат от фотоокисления.

Содержание пигментов видо- и сортоспецифично, зависит от фитоценологических и климатических условий (Головки и др., 2010). По показателям пигментного комплекса можно судить о функциональных свойствах и состоянии растения. Важно также отметить, что пигменты способны оказывать биологическое воздействие на человека (Lila, 2004). Так, например, каротиноиды обладают высокой антиоксидантной активностью. Они защищают мембраны, ДНК и другие клеточные структуры от окислительного повреждения, являются эффективными протекторами зрения, препятствуют развитию рака и сердечно-сосудистых заболеваний.

Цель работы – изучить пигментный комплекс растения *Rubus chamaemorus* L., чтобы оценить содержание и соотношение пигментов в листьях и репродуктивных органах.

Морошка приземистая – многолетнее травянистое длиннокорневищное растение. Ее ареал охватывает северную часть Евразии и Северной Америки. На территории Республики Коми находится центральная часть ареала (Валуйских, Тетерюк, 2010). Морошка произрастает в основном на сфагновых верховых болотах. В подзоне средней тайги рост надземных побегов начинается в первой половине мая, цветение – в середине июня, плодоношение – в середине июля. Плод морошки – костянка. По имеющимся в литературе данным (Лесное хозяйство..., 2000), биологические запасы ягод морошки в таежной зоне Республики Коми составляют около 27,5 тыс. т. Ягоды и листья морошки широко используются в народной медицине (Лечебные..., 2007). Они обладают жаропонижающим, мочегонным, витаминным и общеукрепляющим действием.

Ягоды употребляют в пищу в свежем виде, готовят из них соки, настойки, джемы. Большим плюсом является то, что морошка долго хранится в моченом виде. Несмотря на ресурсное значение, сведения о содержании биологически ценных веществ в растениях морошки, особенно о содержании и составе каротиноидов в научной литературе довольно скудные, а для территории Республики Коми отсутствуют.

Пробы листьев для изучения пигментного комплекса отбирали с растений, обитающих на болоте Усть-Пожег в окрестностях пос. Слудка (Сыктывдинский р-н). Ягоды морошки были собраны в Усть-Куломском р-не в конце августа, до анализа образцы хранили при -76°C .

Пигменты листьев извлекали ацетоном из свежесобранного материала. Концентрацию хлорофиллов и каротиноидов определяли спектрофотометрически на приборе Shimadzu UV-1700 (Япония) при длине волны 662 (хлорофилл *a*), 644 (хлорофилл *b*), 470 нм (каротиноиды).

Для выделения и последующего ВЭЖХ анализа пигментов из ягод и чашелистиков нами была модифицирована методика, разработанная (Рудаков и др., 2004) для определения каротиноидов в соке облепихи. Сначала плоды морошки высушивали лиофильно и отделяли косточки. Пробу заливали ацетоном и сутки выдерживали в темноте, затем растирали и центрифугировали. Надосадочную жидкость переносили в чистую пробирку и высушивали, пропуская через нее газообразный азот. Высушенную пробу снова растворяли в ацетоне и центрифугировали. Экстракт анализировали методом ВЭЖХ при длине волны 440 нм. Каротиноиды идентифицировали, используя стандарты и времена удержания. По такой же схеме работали и с чашелистиками.

Нами установлено, что содержание зеленых пигментов в листьях растений морошки в течение вегетации (с мая по август) изменялось незначительно (табл. 1). Более половины хлорофиллов (весь хл *a* и часть хл *b*) принадлежало светособирающим комплексам (ССК). Соотношение хлорофиллов *a/b* варьировало от 3 до 4. Соотношение хл/каротиноиды составляло в среднем около 4. Обнаруженные нами уровни хлорофиллов и каротиноидов позволяют отнести морошку к группе видов с умеренным содержанием фотосинтетических пигментов в листьях. Значения соотношения хлорофиллов *a/b*, соотношения хл/кар и доли хлорофиллов, принадлежащих ССК, свидетельствуют об умеренном светолюбии данного вида.

Таблица 1

Динамика содержания пигментов в листьях морошки

Дата	Хлорофилл а, мг/г сухой массы	Хлорофилл b, мг/г сухой массы	Хлорофилл a/b	Доля хлорофилла в ССК, %	Хлорофилл каротиноиды
25.05.10	3.02±0.14	0.91±0.07	3.93±0.18	50.9	3.90±0.11
16.06.10	2.27±0.14	0.87±0.07	3.14±0.22	61.0	3.79±0.14
01.07.10	3.07±0.18	0.86±0.06	3.93±0.24	48.1	3.90±0.03
05.08.10	3.16±0.24	0.90±0.07	4.01±0.31	57.1	4.53±0.14

Таблица 2

Содержание каротиноидов
в репродуктивных органах морошки,
мкг/100г сухой массы

Каротиноид	Плоды	Чашелистики
Неоксантин	20.14±1.06	76.85±7.02
Виолаксантин	12.89±2.66	17.07±2.01
Антраксантин	21.11±2.94	7.18±2.55
Лютеин	50.03±15.25	316.28±15.23
Зеаксантин	411.09±45.94	49.89±6.30
β-каротин	2319.51±203.48	58.41±2.37

При анализе хроматограмм пигментов, извлеченных из чашелистиков и плодов морошки, были идентифицированы β-каротин и ксантофиллы: неоксантин, виолаксантин, антраксантин, лютеин и зеаксантин. Основная часть пигментов зрелых плодов была представлена β-каротином и зеаксантином. Содержание других каротиноидов было на один-два порядка ниже. В чашелистиках преобладали лютеин и неоксантин.

Как видно из табл. 2, концентрация каротина в плодах составляла около 2300 мкг/100 г сухой массы, зеаксантина – в пять раз меньше. Концентрация остальных каротиноидов в сумме составляла около 100 мкг/100 г. Содержание суммы каротиноидов и особенно каротина в чашелистиках было существенно ниже, чем в плодах. Среди ксантофиллов основную долю занимал лютеин, концентрация неоксантина и зеаксантина была в четыре-шесть раз меньше.

По имеющимся в литературе данным (Marinova et al., 2007; Zadernowski et al., 2002), среди плодово-ягодных растений повышенным содержанием каротиноидов, преимущественно каротина, отличаются плоды облепихи. Наши результаты показывают, что плоды морошки незначительно уступают облепихе по концентрации каротиноидов. В связи с этим уместно отметить, что рекомендуемое для населения потребление каротиноидов составляет 700-900 мкг/сут. Примерно такое количество каротиноидов содержится в 200 г сырых ягод морошки.

Таким образом, нами установлено, что содержание пигментов в листьях морошки в течение вегетационного периода изменяется незначительно, что свидетельствует о сохранении высокой функциональной активности тканей в период и после плодоношения. Судя по показателям пигментного комплекса, морошка характеризуется умеренным светолюбием.

В плодах и чашелистиках морошки обнаружены каротин и ксантофиллы. Среди каротиноидов в плодах преобладал каротин, в чашелистиках – лютеин. Полученные результаты могут быть использованы для создания региональной базы данных по биологической оценке пищевых ресурсов.

Авторы признательны с.н.с., к.б.н. О.В.Дымовой за ценные советы при проведении экспериментов, проф. Т.К.Головко за помощь в интерпретации результатов и идею работы.

Работа выполнена в рамках проекта «Состояние ресурсов полезных растений европейского северо-востока России: мониторинг и разработка биотехнологических подходов по рациональному использованию и воспроизводству» Программы Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга». Исследования поддержаны грантом УрО РАН (№ 09-Т-4-1002).

ЛИТЕРАТУРА

- Валуйских О.Е., Тетерюк Л.В. Особенности структуры ценопопуляций *Rubus chamaemorus* L. в зонах тайги и тундры европейского северо-востока России // Известия Самарского НЦ РАН, 2010. Т. 12, № 1(3). С. 652-656.
- Головко Т.К., Далькэ И.В., Дымова О.В., Захой И.Г., Табаленкова Г.Н. Пигментный комплекс растений природной флоры европейского Северо-Востока // Известия Коми НЦ УрО РАН, 2010. Вып. 1. С. 39-46.
- Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми / Под ред. Г.М. Козубова, А.И. Таскаева. М.: ДиК, 2000. С. 369-418.
- Лечебные свойства пищевых растений / Под общ. ред. проф. Т.Л. Киселевой. М., 2007. С. 312-314.
- Рудаков О.Б., Перикова Л.И., Болотов В.М., Сташина Г.А. Хроматографическое определение натуральных и искусственных каротиноидов в пищевых продуктах // Вест. ВГУ. Серия Химия. Биология. Фармация, 2004. № 1. С. 78-84.
- Lila A.D. Plant Pigments and Human health // Plant pigments and their manipulation. Ed. K.M. Davis. Blackwell Publishing Ltd., 2004. P. 248-274.
- Marinova D., Ribarova F. HPLC Determination of Carotenoids in Bulgarian Berries // J. of Food Composition and Analysis, 2007. P. 370-374.
- Zadernowski R., Naczek M., Nowak-Polakowska H., Nesterowicz J. Effect of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berry Extracts on the Activity of Lipase and Lipoxigenase // J. of Food Lipids, 2002. Is. 4. P. 249-258.

МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ ВОДЫ В ПОЧКАХ ДРЕВЕСНЫХ И ВЕРХУШКАХ КОРНЕВИЦ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Р.В. Малышев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: malrus@ib.komisc.ru

Адаптация к смене сезонов года и способность переносить низкие отрицательные температуры зимнего периода – необходимое условие выживания многолетних растений на Севере.

Основными причинами гибели растений от холода являются непосредственное действие низких температур на клетки, не связанное с образованием льда в тканях, или же образование льда в межклетниках, либо внутри клеток (Самыгин, 1969). Для успешной перезимовки растению необходимо предотвратить внутриклеточное образование льда, обезвоживание цитоплазмы вследствие вымораживания воды, переход липидов мембран из жидкокристаллического в гелеобразное состояние. При подготовке к зиме в клетках растений происходит целый ряд физиолого-биохимических изменений: усиление выхода воды из клетки вследствие повышения проницаемости плазмалеммы, синтез гетерогенных нуклеаторов, повышение осмотического давления цитоплазмы, накопление криопротекторов, повышение гидратации коллоидов, синтез леа-белков, шаперонов, увеличение содержания фосфолипидов и ненасыщенных жирных кислот, увеличение объема гладкого эндоплазматического ретикулума (Миронов и др., 2001; Трунова, 2007; Slovakova et al. 2011). Однако несмотря на столь значительные структурно-биохимические перестройки в тканях морозоустойчивых растений все же возможно образование льда, главным образом, в межклетниках.

Следует отметить, что растения в зимний период могут испытывать различное по силе воздействие отрицательной температуры. Так, растения, побеги которых находятся над снежным покровом, подвержены воздействию более низких температур по сравнению с растениями, стратегически важные органы и меристемы которых укрыты снегом или зимуют в почве.

Цель настоящей работы – выявить сезонные изменения оводненности и температуры замерзания воды в почках древесных и верхушках корневищ травянистых растений в связи с морозоустойчивостью.

Исследования проводили на не распустившихся вегетативных почках *Betula pendula* Roth. (береза повислая), *Populus nig-*

ra L. (тополь черный), *Syringa vulgaris* L. (сирень обыкновенная) и *Picea obovata* Ledeb. (ель сибирская), а также верхушке корневищ *Achillea millefolium* L. (тысячелистник обыкновенный) и *Mentha arvensis* L. (мята полевая). Почки отбирали в январе и первой декаде мая (до распускания), верхушки корневищ – в декабре и июле.

Температуру замерзания воды в исследуемых объектах определяли с помощью дифференциального сканирующего калориметра DSC-60 «Shimadzu». Образцы помещали в алюминиевый контейнер объемом 5 мм³. Температуру снижали от +5 °С, до –30 °С со скоростью 1 °С/мин.

Температуру кристаллизации воды определяли по температуре начала фазового перехода вода – лед. Для определения содержания воды образцы взвешивали до и после высушивания при 105 °С. Расчеты проводили по уравнению:

$$\frac{W_{сыр} - W_{сух}}{W_{сыр}} \times 100.$$

Установлено, что в январе температура кристаллизации воды в почках березы, тополя и сирени составляла –9.7, –10.3 и –11 °С соответственно (рис. 1а). Это выше температуры воздуха для данного периода. Весной (май) температура замерзания воды в почках березы, тополя и сирени была в среднем на 1-2 °С выше, чем зимой.

Более подробно нами изучена сезонная динамика температуры замерзания воды в почках ели. В течение года величина этого показателя изменялась от –13.5 до –15 °С (рис. 2). Тенденцию к снижению температуры замерзания воды отмечали осенью. Низкие значения данного показателя (–15 °С) сохранялись вплоть до мая.

С августа по октябрь оводненность почек ели снижалась от 60 до 40% и сохранялась на таком уровне вплоть до марта (рис. 2, кривая 2). В течение апреля-мая содержание воды в почках ели вновь повышалось.

Существенное повышение содержания воды в почках в весенний период было отмечено также у других исследованных нами видов (рис. 1б). Так, зимой оводненность почек березы составляла 30%, тополя – 45, сирени – 36%. К весне относи-

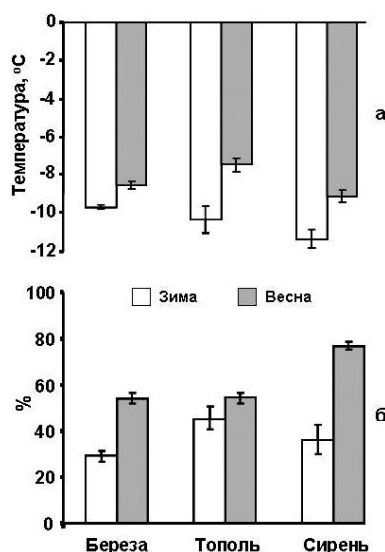


Рис. 1. Температура замерзания воды (а) и содержание воды (б) в почках древесных растений.

тельное содержание воды в почках березы и тополя возрастало до 55%, в почках сирени – до 77.

Снижение оводненности почек в зимний период является вполне закономерным процессом, обеспечивающим увеличение криорезистентности. По имеющимся в литературе данным (Алаудинова и др., 2007), снижение содержания свободной воды в почках ели к зиме сопровождалось увеличением устойчивости почек к промораживанию. Необходимо иметь в виду, что снижение оводненности сопровождается увеличением концентрации углеводов и водорастворимых белков, выполняющих криопротекторную роль (Kaurin et al., 1981; Миронов и др., 2007).

Обобщение полученных данных позволяет сказать, что температура замерзания воды зимой в почках разных видов неодинакова. К весне температура нуклеации льда повышается на 1-2 °С. В зимний период у всех исследованных видов растений почки характеризовались низкой оводненностью (около 40%). К весне и летом величина данного показателя составляла 60-70%.

Верхушки корневищ мяты и тысячелистника не отличались по температуре замерзания воды – -9.5...-9.6 °С (рис. 3а). К лету температура замерзания воды в корневищах повышалась незначительно – до -9.3 °С.

В отличие от почек древесных растений, содержание воды в верхушках корневищ зимой и летом составляло около 90% (рис. 3б). Из-за высокой оводненности тканей понижение температуры до точки кристаллизации воды приводит к повреждению верхушек корневищ. Следует отметить, что в почве на глубине 5-10 см, где находится основная масса корневищ, температура практически не опускается ниже -1...-3 °С.

Итак, выявлены различия между видами древесных растений по температуре замерзания

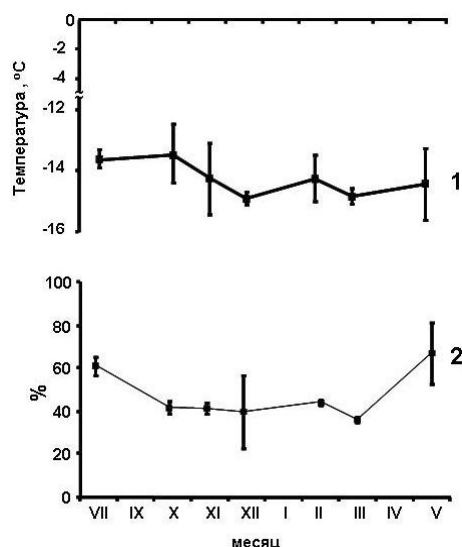


Рис. 2. Сезонная динамика температуры замораживания воды (1) и относительное содержание воды (2) в почках ели сибирской.

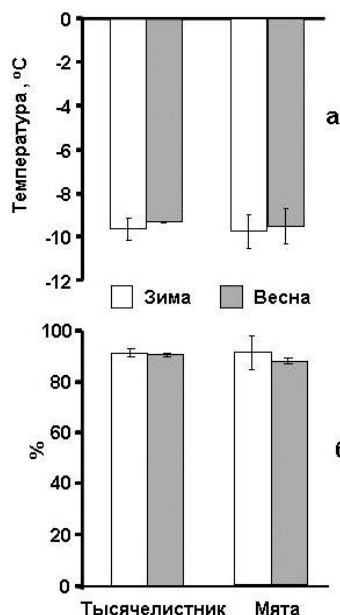


Рис. 3. Температура замораживания воды (а) и относительное содержание воды (б) в верхушках корневищ в разные сезоны года.

воды в почках. Установлено, что температура замораживания воды в почках ели на 5 °С ниже по сравнению с березой. Показана связь сезонных изменений температуры замораживания воды в почках ели с их оводненностью. В отличие от почек древесных растений, температура замораживания воды в сильно оводненных верхушках корневищ не изменялась в течение года и была почти на порядок ниже температуры почвы в зимний период. Полученные данные дополняют представления об адаптации и устойчивости многолетних растений в холодном климате.

ЛИТЕРАТУРА

Алаудинова Е.В., Симкина С.Ю., Миронов П.В. Сезонные изменения содержания воды в меристематических тканях почек *Picea obovata* L. и *Pinus sylvestris* L. и ее распределение в клетках // Хвойные бореальной зоны, 2007. Т. 24. № 4-5. С. 487-491.

Миронов П.В., Алаудинова Е.В., Репях С.М. Низкотемпературная устойчивость живых тканей хвойных. Красноярск, 2001. 221 с.

Миронов П.В., Алаудинова Е.В., Шимова Ю.С., Симкина С.Ю. Белки цитоплазмы меристем почек ели: динамика аминокислотного состава // Химия растительного сырья, 2007. № 4. С. 95-100.

Самыгин Г.А. О причинах гибели растительных клеток от мороза // Физиология приспособления и устойчивость растений при интродукции. Новосибирск: Наука, 1969. С. 71-85.

Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс. М.: Наука, 2007. 54 с.

Kaurin A., Junttila O., Hanson J. Seasonal changes in frost hardiness in cloudberry (*Rubus chamaemorus*) in relation to carbohydrate content with special reference to sucrose // Physiologia Plantarum, 1981. Vol. 52. №. 2. P. 310-314.

Slovakova L., Matusikova I., Salaj J., Hudak J. Effect of low temperatures on the structure of plant cells: Structural, Biochemical, and molecular aspects // Handbook of Plant and Crop Stress / Ed. M. Pessarakli. New York, 2011. P. 536-564.

СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ РОДА ALLIUM L.

Н.В. Матистов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: matistov@ib.komisc.ru

История открытия и изучения витаминов началась в конце XIX в. и тесно связана с именами русских ученых Н.И. Лунина и В.В. Пашутина, впервые обративших внимание на наличие в естественных пищевых продуктах неизвестных до того времени незаменимых факторов питания. Впоследствии группу подобных веществ стали называть витаминами (от лат. *vita* – жизнь). Согласно современной классификации витаминами называют низкомолекулярные биорегуляторы, которые необходимы в небольших количествах для нормальной жизнедеятельности человека и должны поступать с пищей, так как организм не может удовлетворять свою потребность в них за счет биосинтеза (Овчинников, 1987). Одним из наиболее важных для человека водорастворимых витаминов является витамин С, дефицит которого приводит к снижению иммунитета и возникновению различных заболеваний, одно из которых – цинга, было постоянным спутником моряков и путешественников, а также народов, населяющих районы Крайнего Севера. Большинство животных, в отличие от человека, способны синтезировать витамин С в собственном организме в количествах от 3000 до 12000 мг в день в зависимости от массы тела. По предположению Л. Полинга, это может служить причиной отсутствия у животных инфарктов, инсультов и сердечно-сосудистых заболеваний. Аскорбиновая кислота вместе с витаминами А и Е, а также микроэлементом селеном составляет четыре важнейших антиоксиданта в организме человека, поддерживающих здоровье всех клеток. Эти соединения защищают организм от таких видов ак-

тивных форм кислорода, как свободные радикалы, перекиси и др. (Yu, 1994; Голубкина и др., 2010).

Витамины поступают в организм с пищевыми продуктами, в которых находятся в свободном или связанном состоянии, а также в виде провитаминов. Некоторые из них частично синтезируются в организме человека, преимущественно в кишечнике, с участием нормальной кишечной микрофлоры (нормофлоры). В связи с незначительным количественным содержанием в пищевых продуктах витамины относятся к «минорным факторам питания» – микронутриентам (Скальный, 2005).

Витамин С – легко окисляющееся вещество, чувствительное к воздействию света и тепла, в значительной степени теряющееся даже при использовании современных методов приготовления пищи. Особенно богаты аскорбиновой кислотой шиповник, черная смородина, капуста и разные виды лука. В северных регионах, где длинный холодный период и отсутствие солнечного света приводят к нехватке витаминов А, С и Е, восполнить их недостаток можно потреблением овощей, которые лидируют по содержанию витамина С (Проблемы адаптации..., 2009). К таким природным пищевым растениям относятся представители рода *Allium* – лук. Значительное содержание аскорбиновой кислоты в зеленой надземной массе в период отрастания делает лук особенно ценным ранним овощным растением. Зеленое перо различных видов лука в среднем накапливает 50-90 мг% аскорбиновой кислоты (Биохимия овощных..., 1961). Литературные данные по содержанию витами-

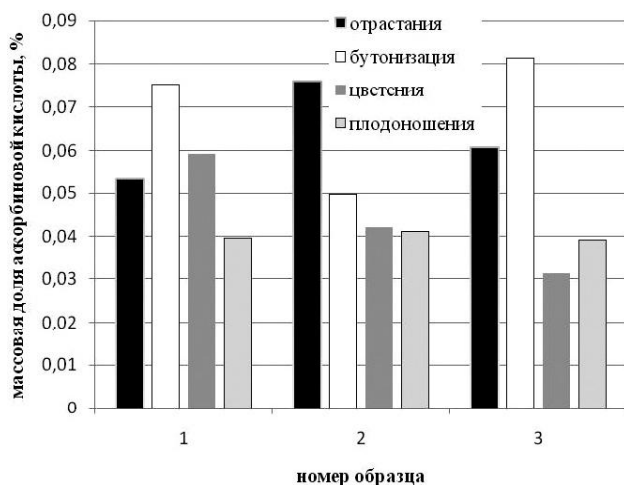


Рис. 1. Динамика изменения содержания аскорбиновой кислоты в листьях лука *A. angulosum* по фазам вегетации.

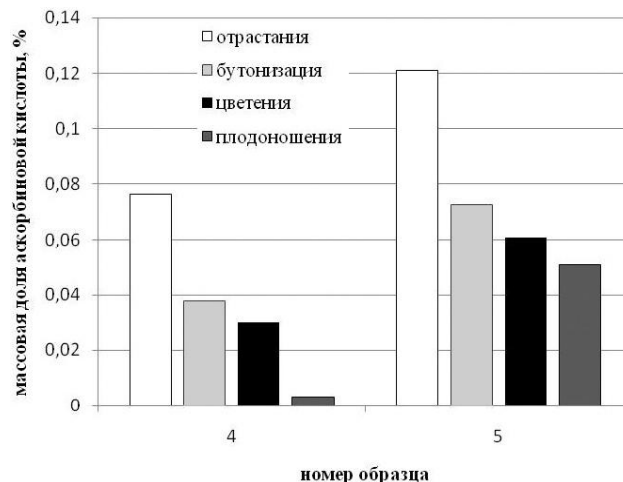


Рис. 2. Динамика изменения содержания аскорбиновой кислоты в листьях лука *A. strictum* по фазам вегетации.

**Массовая доля аскорбиновой кислоты в некоторых представителях рода *Allium* L.
(% на влажное сырье)**

№ образца	Вид	Происхождение	Фаза вегетации	Дата сбора	Массовая доля АК
1	<i>A. angulosum</i>	Местная репродукция (Сыктывкар, 1993)	Отрастание	18.05.2010	0,05322
			Бутонизация	10.06.2010	0,07524
			Цветение	28.06.2010	0,05916
			Плодоношение	22.07.2010	0,03955
2	<i>A. angulosum</i>	Италия, 1997	Отрастание	18.05.2010	0,07603
			Бутонизация	10.06.2010	0,04963
			Цветение	08.07.2010	0,04224
			Плодоношение	21.08.2010	0,04128
3	<i>A. angulosum</i>	ВИЛАР (Москва, 1994)	Отрастание	18.05.2010	0,06082
			Бутонизация	10.06.2010	0,08136
			Цветение	28.06.2010	0,03129
			Плодоношение	22.07.2010	0,03915
4	<i>A. strictum</i>	ГБС (Владивосток, 2002)	Отрастание	31.05.2010	0,07646
			Бутонизация	28.06.2010	0,03800
			Цветение	01.08.2010	0,03040
			Плодоношение	21.08.2010	0,00305
5	<i>A. strictum</i>	БС БГУ (Барнаул, 2009)	Отрастание	18.05.2010	0,12132
			Бутонизация	10.06.2010	0,07273
			Цветение	28.06.2010	0,06082
			Плодоношение	22.07.2010	0,05085
6	<i>A. schoenoprasum</i>	Местная репродукция (Сыктывкар, 1993)	Отрастание	18.05.2010	0,08146
			Бутонизация	10.06.2010	0,05462
			Цветение	28.06.2010	0,03565
			Плодоношение	22.07.2010	0,02567

на С в представителях рода *Allium* крайне разноречивы, что объясняется различными факторами – эколого-географическими, климатическими, условиями происхождения и даже методами определения (Селюткина, 2004).

Цель работы – изучение динамики изменения количественного содержания аскорбиновой кислоты в трех видах лука (*A. angulosum* L., *A. schoenoprasum* L., *A. strictum* Schrad.), интродуцированного в Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН (БС), в различные фазы вегетации.

Сбор растительного сырья проводился в БС в 2010 г. в фазы отрастания, бутонизации, цветения и плодоношения (см. таблицу). Изучались три вида лука-интродуцента, представляющие родовой комплекс Республики Коми. Количественное определение содержания витамина С осуществляли титрованием гомогенатов, полученных из листьев, щелочным раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола (Фармакопей..., 1968).

Как видно на рис. 1-3, максимальное содержание аскорбиновой кислоты обнаружено почти во всех образцах в фазу отрастания, за исключением обр. 1 и 3, для которых максимальное накопление наблюдалось в фазу бутонизации. Наиболее богатыми по содержанию аскорбиновой кислоты были листья лука *A. strictum* (рис. 2, обр. 5), выращенного из семян, полученных из Ботанического сада Барнаульского государственного университета. Массовая доля аскорбиновой кислоты в нем была значительно

выше, чем во всех других образцах в фазу отрастания (рис. 4). Во всех образцах наблюдается тенденция уменьшения содержания аскорбиновой кислоты при переходе растения из фазы отрастания в фазу плодоношения. Как видно на рис. 1, для трех образцов лука *A. angulosum* наблюдается значительное расхождение в динамике накопления в зависимости от места происхождения.

Наиболее ценными пищевыми качествами и органолептическими свойствами обладает лук *A. schoenoprasum*, который не теряет мягкость

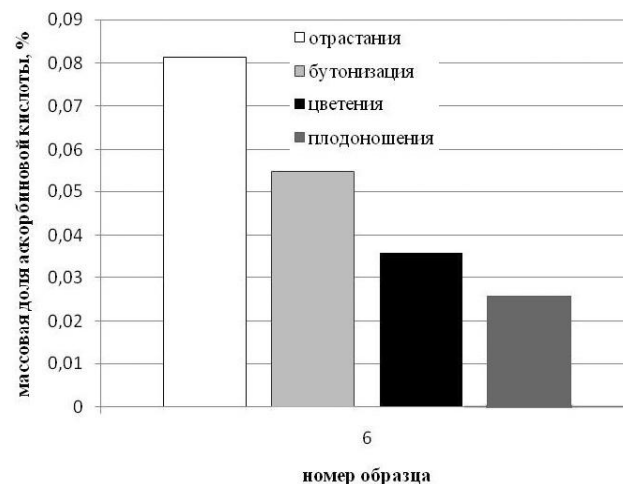


Рис. 3. Динамика изменения содержания аскорбиновой кислоты в листьях лука *A. schoenoprasum* по фазам вегетации.

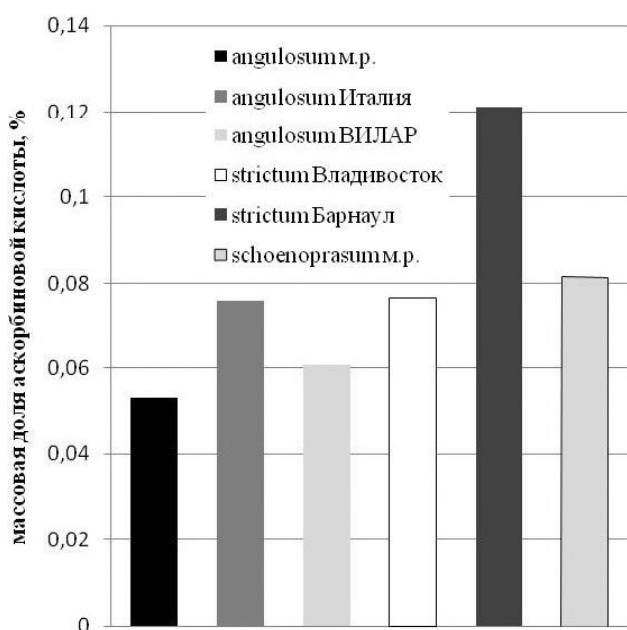


Рис. 4. Сравнительное содержание аскорбиновой кислоты в листьях лука в фазу отрастания.

листа весь вегетационный период. Листья *A. angulosum* и *A. strictum* при переходе в фазу плодоношения становятся жесткими и непригодными в пищу.

Таким образом, полученные нами результаты подтверждают высокую пищевую ценность луков, являющихся источником микронутриентов и аскорбиновой кислоты. Употребление небольших количеств (10-20 г) свежего лука может обеспечить в среднем 15 мг (~22%) аскорбиновой кислоты при рекомендуемом потреб-

лении 70 мг в сутки. Включение в рацион питания свежего пера лука даже в небольших количествах вносит ощутимый вклад в обеспечение организма этим витамином.

Работа выполнена в рамках проекта «Состояние ресурсов полезных растений европейского северо-востока России, мониторинг и разработка биотехнологических подходов по рациональному использованию и воспроизводству» Программы Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».

ЛИТЕРАТУРА

- Биохимия овощных культур / Под ред. А.И. Ермакова, В.В. Арасимович. Л.: Сельхозгиз, 1961. 544 с.
- Биологически активные соединения овощей / Н.А. Голубкина, С.М. Сирота, В.Ф. Пивоваров и др. М., 2010. 200 с.
- Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987. 815 с.
- Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии / А.В. Скальный, И.А. Рудаков, С.В. Нотова и др. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. 117 с.
- Проблемы адаптации человека к экологическим и социальным условиям / Под ред. Е.Р. Бойко. Сыктывкар-СПб.: Политехника-сервис, 2009. 264 с.
- Селютин И.Ю. Биологически активные вещества видов рода *Allium* L. (Alliaceae) // Сибирский бот. вест., 2007. Электронный журнал Т. 2. Вып. 2. С. 79-86.
- Фармакопея СССР. М.: Медицина, 1968. С. 43-44.
- Yu B.P. Cellular defences against damage from reactive oxygen species // *Physiol. Rev.*, 1994. Vol. 74. P. 139-162.

ИНВАЗИВНЫЕ ВИДЫ КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УГРОЗЫ НА ПРИМЕРЕ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО (*HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN)

Е.Д. Мусихина

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

E-mail: vtl_125_mysik@mail.ru

Проблема вторжения многочисленных видов растений и животных становится все более актуальной и привлекает большое внимание общественности. Инвазии чужеродных видов оказывают наиболее сильное воздействие на биоразнообразие и сохранение природы. Изучение биологии и стратегии инвазивных видов является одним из аспектов современной ботаники и экологии (Инвазивные..., 2002).

В России и во многих странах Европы в настоящее время серьезную экологическую опасность представляет стихийное распространение гигантских борщевиков р. *Heracleum*, которые оказывают негативное воздействие на здоровье людей, наносят существенный экономический ущерб. Борщевик, осваивая новое место обитания, практически полностью вытесняет абори-

генную растительность, создавая моносообщества, враждебные местным экосистемам, оказывает негативное воздействие на биоразнообразие экосистем (Практическое..., 2005). Данная группа растений относится к инвазивным рудеральным (сорным) видам, произрастающим обычно по обочинам дорог, на лесных полянах, опушках и заброшенных полях.

Наиболее агрессивным и конкурентоспособным представителем рода гигантских борщевиков является борщевик Сосновского (*H. sosnowskyi* Manden), названный в честь известного исследователя флоры Кавказа Д.И. Сосновского. В настоящее время экспансия этого вида развивается стремительно: борщевик Сосновского распространен в странах Восточной Европы и практически по всей территории европейской

части России. Он был введен в культуру в конце 40-х гг. XX в. как высокоурожайное кормовое (главным образом силосное) растение. Такие качества борщевика Сосновского, как неприхотливость, холодоустойчивость, быстрый рост весной и формирование большой растительной массы, высокое содержание углеводов, протеина, витаминов, микроэлементов, определили интенсивное использование этого растения в кормопроизводстве (Сацыперова, 1984). Однако уже в первые годы внедрения борщевика Сосновского в сельскохозяйственное производство было установлено, что растение обладает токсическими свойствами, которые связаны с содержащимися в нем фуранокумаринами – веществами, обладающими фотодинамической активностью, которые резко повышают чувствительность кожи к ультрафиолетовому излучению и вызывают воспаление, сходное с солнечным ожогом. А также присутствие фуранокумаринов в зеленой массе растений, идущей на силос, негативно сказывалось на здоровье животных, ухудшало качество сельскохозяйственной продукции. Кроме того, оказалось, что он легко дичает и внедряется в местную флору. Вследствие всего этого было предложено отказаться от выращивания борщевика Сосновского в промышленных масштабах. Считается, что прекращение культивации борщевика Сосновского как сельскохозяйственного растения и отсутствие контроля за состоянием существующих посевов привело к тому, что примерно со второй половины 80-х гг. XX в. началось активное распространение *Heracleum sosnowskyi* Manden как инвазионного вида.

Уже никто не отрицает экологической опасности, которую представляет борщевик Сосновского (*H. Sosnowskyi* Maden), поэтому ведутся активные поиски факторов, сдерживающих распространение данного вида, и инновационных методов борьбы с ним. В этой связи интересно изучение влияния экологических факторов на рост и развитие борщевика Сосновского с целью применения их для ограничения экспансии данного вида.

Для выявления особенностей действия экологических факторов на ценопопуляцию борщевика Сосновского нами было изучено пять фитоценозов. Исследования проводились в окрестностях г. Киров. Почва изученного участка подзолистая легко суглинистая на элювии пермских глин, с небольшим содержанием органического вещества. Видовой состав изученных фитоценозов характерен для залежи четвертого-пятого года застарания, встретились такие ви-

ды, как борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*), кипрей узколистный (*Epilobium angustifolium*), люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus*), ползучий (*Elytrigia repens*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), клевер средний (*Trifolium medium*), нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare*), борщевик сибирский (*Heracleum sibiricum*) и др.

Изучение показало, что борщевик Сосновского легко приспосабливается к действию различных экологических факторов, что характерно для любого инвазивного вида.

При хорошей освещенности территории (ПП 1.5) для растения характерно обильное цветение (более 2000 цветков в центральном зонтике) и плодоношение (см. таблицу).

При малой освещенности (ПП 3) репродуктивная способность борщевика угнетена, но, по видимому, эта затененность создает благоприятные условия для прорастания семян, в результате чего наблюдается обильная вегетативная поросль (максимальное количество однолетних растений с наибольшей высотой побега) (см. таблицу).

При застойном режиме увлажнения (ПП 4) наблюдается низкая всхожесть семян, а как следствие – сокращение общего количества растений этого вида (см. таблицу). При недостаточной освещенности наблюдаются морфологические изменения, такие как изменение окраски листьев и стебля, увеличение высоты побега на 1-1.5 м, однако, цветение и плодоношение остаются обильными (в центральном зонтике наблюдается более 2000 цветков).

Двулетние растения борщевика на ПП 2 имели наибольшее количество крупных зеленых листьев (в среднем до 10), что объясняется периодическим внесом органических удобрений в район пробной площадки (см. таблицу). Минимальная численность борщевика Сосновского от-

Средние морфологические показатели по пяти пробным площадкам

Показатель	Средняя величина показателя на площадках				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Двулетние					
Количество особей	19	9	11	7	18
Высота, см	185	158.4	207	244	191
Диаметр у основания, см	4.2	3.4	3.6	5.44	4.9
Диаметр зонтика, см	43.6	47.8	50.4	45.6	56
Количество листьев в побеге	8.8	9.4	6.6	5.8	5.6
Длина второго листа, см	44.2	38	46.2	46.4	49.8
Количество листьев в розетке	2.6	1.2	2.2	2.2	1.8
Количество стеблевых листьев	6.2	8.2	4.4	3.6	3.8
Количество цветков в центральном зонтике	2243.6	1683.2	1649.8	2205	2000.8
Количество соцветий	12.2	11.8	6.2	10.2	12.6
Однолетние					
Количество особей	7	7	26	9	15
Высота, см	106.2	103.8	108.8	73.8	77
Общее количество листьев в розетке	2.8	2.8	3.6	2.2	3
Диаметр стебля	1.5	2.3	2.8	2.4	2

мечена на III 2 при ежегодном вспахивании. Вероятно, это может служить одним из методов воздействия на борщевик.

Полученные материалы позволяют предположить, что на жизненность борщевика влияют такие экологические параметры, как обеспеченность влагой, освещенность, циркуляция воздушных потоков, трофический, температурный и другие факторы.

Следует отметить, что рассчитывать на уменьшение площадей, занятых борщевиком, под воздействием только экологических факторов без активного вмешательства человека бессмысленно, поскольку для роста и развития данного вида на территории умеренной зоны европейской части России существуют самые благоприятные условия, такие как оптимальная темпе-

ратура, влажность и наличие в настоящее время обширных площадей залежных земель. Для борьбы с ним следует разработать комплекс мер интенсивного воздействия для ограничения распространения этого агрессивно инвазивного растения.

ЛИТЕРАТУРА

Инвазивные чужеродные виды // Вторая межправительственная конференция «Биоразнообразие в Европе», шестое совещание Совета Паневропейской стратегии в области биологического и ландшафтного разнообразия. Будапешт, 2002.

Практическое пособие по борьбе с гигантскими борщевиками (на основе европейского опыта борьбы с инвазивными сорняками) / Под ред. Ш. Нильсена, Г.П. Равна, В. Нетвига, И. Вейда. Hoersholm, Denmark, 2005. 44 с.

Сацылерова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Л.: Наука, 1984. 223 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ХЛОРОФИЛЛА ДЛЯ ОПИСАНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ХВОИ РАСТЕНИЙ РОДА *PICEA*

А.Ю. Овсянников

Ботанический сад УрО РАН

E-mail: ovsov1a@mail.ru

Морфологические и анатомические различия однородных видов хвойных растений позволяют предположить наличие физиологических особенностей в процессах фотосинтеза. В частности, влияние климато-эдафических факторов в естественных ареалах произрастания видов могло сформировать различную степень эффективности использования световой энергии. В условиях интродукции эти межвидовые особенности могут проявляться в различной степени в зависимости от новых конкретных условий произрастания и адаптационного потенциала растений.

У хвойных растений активность фотосинтетического аппарата (ФСА) хлоропластов хвои меняется в течение года (Ходасевич, 1982). В зимний период ингибирование фотосинтеза вызывается совместным действием света и температуры. Под влиянием низких температур замедляется активность цикла Кальвина и электронного транспорта в хлоропластах, в то же время поглощение в избытке световой энергии при низкой температуре вызывает фотоингибирование фотосистемы II (ФС II) (Корнеев, 2002).

Одним из способов исследования первичных стадий фотосинтеза является измерение и анализ переменной флуоресценции хлорофилла. Широкое использование этой методики определяется интегральностью флуоресцентных показателей и оперативностью получения данных о состоянии растений. Однако ее универсальность может быть ограничена как режимом и условиями экспериментов, так и спецификой интерпретации результатов различными авторами.

В нашей работе мы постарались выявить особенности сезонных изменений флуоресцентных параметров хлорофилла при различных световых условиях среды как характеристики физиологического состояния местных и интродуцированных видов растений рода *Picea* на среднем Урале.

Объектами исследования стали *Picea pungens* Engl Glauca – ель колючая (интродуцент на Урале) и *P. obovata* Ledeb – ель сибирская (аборигенный вид). Период наблюдений с апреля 2010 г. по март 2011 г. Возраст исследованных деревьев 30-40 лет. Насаждения расположены в глубине лесопарковой зоны на территории Ботанического сада УрО РАН в г. Екатеринбург. Для исследования было отобрано по пять деревьев каждого вида. Образцы хвои второго года собирали с юго-восточной стороны кроны на высоте 1.5-2.0 м путем срезания двухлетних побегов. После сбора охвоенные побеги адаптировали на свету при комнатной температуре (18-22 °C) в течение часа. При помощи флуориметра РАМ-2500 (Walz, Германия) измеряли параметры быстрой флуоресценции хлорофилла *a* неотделенной от побегов хвои. Actinic light (воздействующий свет) ступенчато увеличивали от 0 до 180 мкЕ/(м²с) с шагом в 30 мкЕ/(м²с). Первое измерение флуоресцентных параметров проводили после 10-минутного периода темновой адаптации, а последующие через каждые 5 мин. после изменения уровня освещения. Регистрировали потенциальную фотохимическую эффективность ФС II (Fv/Fm), эффективный квантовый выход (Y(II)) и нефотохимическое тушение флуоресценции (NPQ).

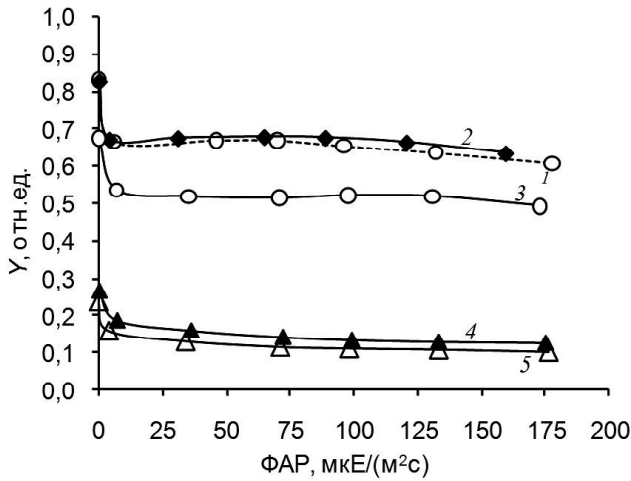


Рис. 1. Зависимость квантового выхода ФС II хвои ели колючей в сезонной динамике. Даты проведения измерений: 1 – 23.06.10, 2 – 23.08.10, 3 – 30.11.10, 4 – 20.01.11, 5 – 20.03.11.

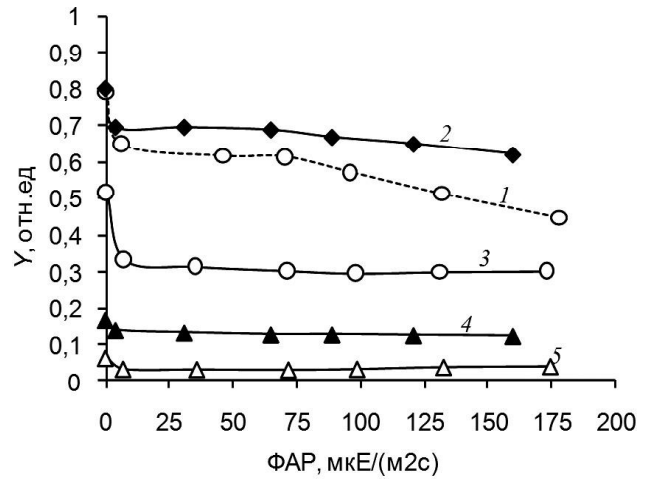


Рис. 2. Зависимость квантового выхода ФС II хвои ели сибирской в сезонной динамике. Даты проведения измерений: 1 – 23.06.10, 2 – 23.08.10, 3 – 30.11.10, 4 – 20.01.11, 5 – 20.03.11.

При анализе полученных результатов выявлено, что значения $Y(II)$ находились на максимальном уровне у ели сибирской с июля по октябрь, а у ели колючей – с июня по ноябрь (рис. 1, 2). Межвидовые различия значений $Y(II)$ в этот период были незначительны и практически не зависели от интенсивности света. Осенью началось снижение значений этого параметра, причем динамика изменений у ели сибирской была плавной и растянутой во времени, с достижением минимального уровня в марте. В отличие от ели сибирской у ели колючей осеннее снижение значений $Y(II)$ произошло быстрее и минимальный уровень достигнут уже в январе.

Вариабельная флуоресценция в летний период у обоих видов достоверно не различалась (рис. 3, 4). Осеннее снижение значений этого

параметра у ели сибирской и колючей началось в октябре и ноябре соответственно. Более интенсивно процесс осеннего снижения значений F_v/F_m происходил у ели сибирской с достижением минимальных значений в марте. У ели колючей минимальные значения максимальной эффективности фотохимического преобразования энергии в ФС II были отмечены в январе и сохранялись до марта. Достигнутые минимальные значения F_v/F_m у елей сибирской и колючей достоверно различались, причем у первой уровень этих значений был более низким.

Световые кривые NPQ в летний период имели двухфазный характер. При включении воздействующего света слабой интенсивности наблюдалось небольшое увеличение значений NPQ (рис. 5, 6). После достижения порогового уровня интенсивности света у ели сибирской в пре-

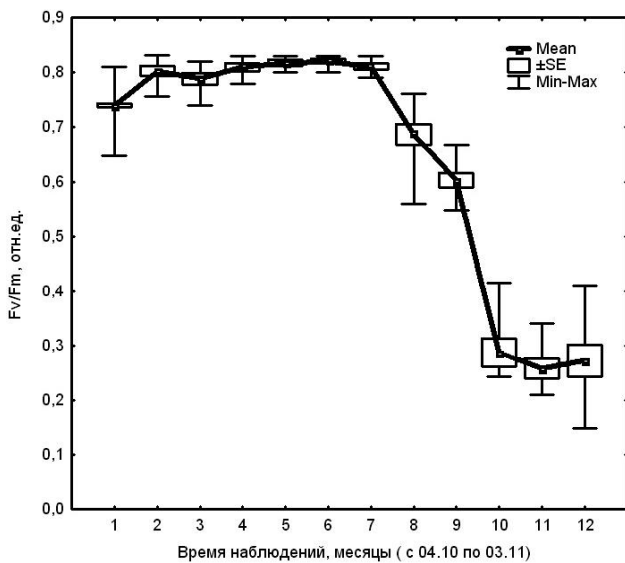


Рис. 3. Изменение величины относительной переменной флуоресценции хлорофилла хвои ели колючей в сезонной динамике.

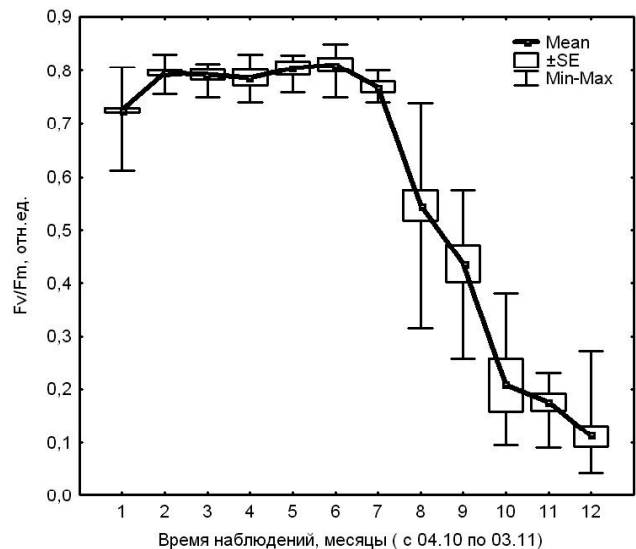


Рис. 4. Изменение величины относительной переменной флуоресценции хлорофилла хвои ели сибирской в сезонной динамике.

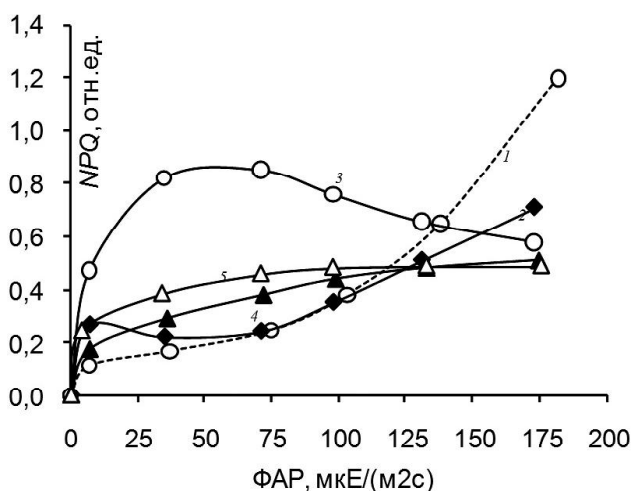


Рис. 5. Световые зависимости нефотохимического тушения хвои ели колючей в сезонной динамике. Даты проведения измерений: 1 – 23.06.10, 2 – 23.08.10, 3 – 30.11.10, 4 – 20.01.11, 5 – 20.03.11.

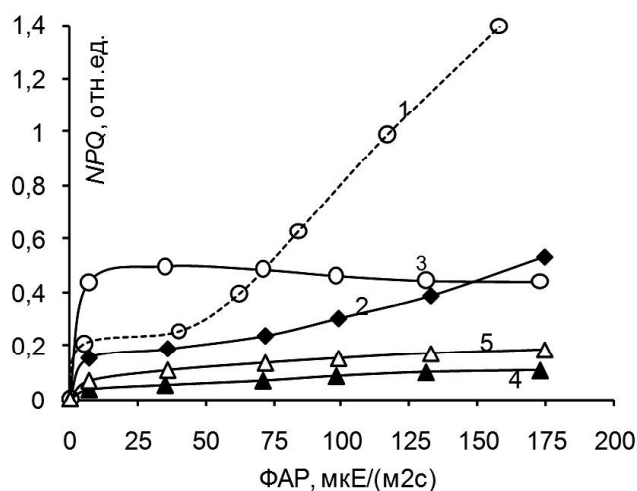


Рис. 6. Световые зависимости нефотохимического тушения хвои ели сибирской в сезонной динамике. Даты проведения измерений: 1 – 23.06.10, 2 – 23.08.10, 3 – 30.11.10, 4 – 20.01.11, 5 – 20.03.11.

делах 40-60 мкЕ/(м²с) и у ели колючей в пределах 80-100 мкЕ/(м²с) происходило резкое увеличение значений этого параметра. В начале осени начались изменения уровня NPQ, которые отразились в резком снижении значений на участке световой кривой с высокой интенсивностью света, и одновременно с этим началось возрастание NPQ на участке с низкой интенсивностью света, причем у ели колючей это увеличение было более значительным, чем у ели сибирской. Однако уже в январе у обоих видов наблюдалось подавление NPQ и на участке с низкой интенсивностью света. В зимний и ранневесенний периоды уровень NPQ значительно подавлялся у ели сибирской и мало зависел от изменения освещения по сравнению с елью колючей, у которой происходило постепенное, небольшое увеличение значений этого параметра по мере перехода к высокой освещенности, и общее подавление значений NPQ было не таким сильным.

Полученные результаты показывают, что активность первичных процессов фотосинтеза у исследованных видов в летний период не имеет ярко выраженных физиологических особенностей и находится на одном уровне функциональности по показателям Fv/Fm и Y(II). Осеннее снижение значений этих параметров предположительно может быть связано с началом перехода растений в состояние физиологического покоя. Различия в начале осенних функциональных изменений фотохимической активности могут определяться наследственно закрепленной ритмикой физиологических процессов у интродуцентов, проявившись в новых условиях произрастания. В то же время одним из возможных факторов, влияющих на активность первичных процессов фотосинтеза, может стать стрессовая нагрузка при антропогенном воздействии в городской среде (Пахарькова, 1999).

В тушении флуоресценции различают два типа – фотохимическое (зависящее от окислительно-восстановительного состояния Q_A) и нефотохимическое (определяемое уровнем тепловой диссипации энергии). При этом считается, что реокисление Q_A вносит вклад только на начальных этапах тушения флуоресценции после начала освещения, в то время как основная часть светового тушения связана с нефотохимическими процессами дезактивации энергии (Корнев, 2002).

В кинетиках изменения NPQ выделяют три основных компонента: быструю qE, связанную с ΔpH рН зависимым ростом тепловой диссипации энергии возбуждения, главным образом, включением виолаксантинового цикла; более медленную qT, обусловленную фосфорилированием и последующим перераспределением ССК II между ФС II и ФС I (переходы между состояниями 1 и 2); и самую медленную qI, отражающую тепловую диссипацию энергии в реакционных центрах ФС II при фотоингибировании. Характерные времена процессов тушения, связанные с компонентами qT и qE, несколько минут, а время релаксации компоненты qI измеряется часами (Антал, 2006).

В литературе также отмечалось, что при низких и средних интенсивностях света (до 150 мкЕ/(м²с)) светоиндуцированное тушение флуоресценции мало связано с образованием ΔpH, поскольку при низкой насыщающей способности света функционирование световой стадии фотосинтеза не позволяет поддерживать его на высоком уровне (Бухов, 1989). Кроме того, процесс обратимого перехода пигментной системы из «состояния 1» в «состояние 2» (Бухов, 1989) и запуск работы виолаксантинового цикла (Маслова, 1996) также требуют определенного порога светового насыщения. Таким образом, при регистрации состояния ФСII в световом диапазоне до 180 мкЕ/(м²с) основную роль в тушении

флуоресценции будет играть фотохимическое тушение, связанное с реокислением Q_A , вследствие активации цикла Кальвина (Бухов, 1989).

Наблюдаемое нами в ноябре у ели колючей и в октябре у ели сибирской перераспределение выхода NPQ, связанное с увеличением доли нефотохимического тушения при низких освещенностях, может свидетельствовать о соответствующем снижении эффективности разделения зарядов и уменьшении доли фотохимического тушения. Предположительно, это может быть связано с изменением мембранной структуры хлоропластов и нарушением функциональной активности цепи переносчиков при переходе растений в состояние физиологического покоя. Уровень значений NPQ в этот период может говорить о большей степени интенсификации этих процессов у ели колючей, нежели чем у ели сибирской. Однако в зимний и ранневесенний период наблюдаемая у ели колючей незначительная фотохимическая активность указывает на частичное сохранение функциональной активности пигментного аппарата. В отличие от ели колючей регистрируемое у ели сибирской более сильное подавление уровня NPQ можно интерпретировать как значительное нарушение фотохимической активности, вплоть до полной деструкции ФСА (Ottander, 1995).

Таким образом, в заключение можно отметить, что использование методики регистрации флуоресценции позволило выявить расхождения в начале, продолжительности и степени интенсификации физиологических процессов, связанных с изменением активности первичных про-

цессов фотосинтеза, предположительно связанных с переходом аборигенных и интродуцированных видов растений рода *Picea* в состояние физиологического покоя. Полученные данные позволяют предположить, что проявление этих физиологических особенностей является генетически детерминированным и сохраняется у растений в условиях интродукции.

ЛИТЕРАТУРА

Антал Т.К., Волгушева А.А., Кукарских Г.П. и др. Исследование изменений параметров флуоресценции хлорофилла в клетках *Chlamydomonas reinhardtii* в условиях серного голодания // Биофизика, 2006. Т. 51. № 2. С. 292-298.

Бухов Н.Г., Рахимбердиева М.Г., Каранетян Н.В. О природе медленных переходных явлений переменной и замедленной флуоресценции листьев // Физиология растений, 1989. Т. 36. № 6. С. 1045-1054.

Корнеев Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла. Киев, 2002. 190 с.

Маслова Т.Г., Попова И.А., Корнюшенко Г.А., Королева О.Я. Развитие представлений о функциях виолаксантинового цикла // Физиология растений, 1996. Т. 43. № 3. С. 437-449.

Пахарькова Н.В. Замедленная флуоресценция хлорофилла хвойных в условиях техногенного загрязнения атмосферы: дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1999. С. 22.

Ходасевич Э.В. Фотосинтетический аппарат хвойных. Минск: Наука и техника, 1982. 199 с.

Ottander C., Campbell D., Xquist G. Seasonal changes in photosystem II organization and pigment composition in *Pinus sylvestris* // Planta. 1995. Vol. 197. P. 176-183.

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ, БИОМЕТРИЧЕСКИЕ И ПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

А.В. Попов

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Республики Коми

E-mail: nipti@bk.ru

Рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных растений обусловлены внешними условиями (температура, свет, осадки) и биологическими особенностями самих растений (Грингоф и др., 1987).

В первичных ареалах многих видов картофеля суточные перепады температуры воздуха и почвы в период вегетации растений являются нормой. В этих условиях длиннодневные по фотопериодической реакции цветения и короткодневные по реакции клубнеобразования виды образуют и семена, и клубни (Маркаров и др., 2001).

По мнению П.П. Вавилова, в средних широтах короткий день ускоряет начало клубнеобразования и сокращает длительность вегетаци-

онного периода. На ранних этапах клубнеобразования масса клубней в условиях короткого дня бывает выше, чем длинного. Но длинный день усиливает формирование ботвы, от мощности которой зависит количество продуктов фотосинтеза, необходимых для роста клубней, поэтому общий урожай клубней при длинном дне, как правило, бывает выше (Вавилов, 1986).

Цель исследований – изучить комплексное влияние метеорологических условий Республики Коми (длина светового дня, температура воздуха, осадки) на период прохождения фенологических фаз, развитие (число основных стеблей, высота растений) и продуктивность (ранняя, 65-й день, и конечная урожайность) сортов картофеля разных групп спелости.

Задачи исследований:

– изучить длину светового дня, колебания максимальных, минимальных и среднесуточных температур, величину выпадения осадков за период вегетации на посадках картофеля;

– изучить количественные показатели сортов по группам спелости в условиях глобального изменения климата на территории Республики Коми.

Опыт проводили по группам спелости в 2008-2010 гг. на полях ФГУП «Северное»: ранние – Глория; среднеранние – Дарик; среднеспелые – Дубрава. В качестве стандарта принят среднеранний сорт Невский (st) селекции Ленинградского НИИСХ, районированный в Республике Коми.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, высококультуренная, содержание гумуса – 4.1%, рН – 6.2, P₂O₅ – 552, K₂O – 163 мг/кг почвы.

Посадка гребневая, схема 70×30 см. Делянка однорядковая по 25 кустов в рядке, площадь 5.3 м² в четырехкратной повторности, размещение делянок рендомизированное. Наблюдения и учеты проводили согласно методике государственного сортоиспытания картофеля (Методика..., 1985).

Метеорологические условия за весь период наблюдений были разнообразны. В начальный период (с третьей декады мая по вторую декаду июня) длина солнечного сияния по всем годам была невысокой, в пределах 67-86.7 ч за декаду, при максимально возможной за тот же период 203-195 ч. В дальнейшем, начиная с третьей декады июня, в 2008 г. наблюдался рост длины светового дня до второй декады июля (115.4 ч/декада) и с постепенным его снижением до конца периода вегетации растений (23.4 ч/декада); в 2009 г. наблюдалась тенденция перепадов солнечного сияния от 110 до 43 ч/декада; в 2010 г. было максимально-стабильным с третьей декады июня по вторую декаду августа – 119-93 ч/декада с последующим снижением до 23.4.

Выпадение осадков с третьей декады мая по первую декаду июня в 2008 г. было ниже нормы – 7-1.1 мм/декада в 2009 и 2010 гг. за тот же период было выше средней многолетней (18 мм/декада) – 31-45 и 22-42 мм/декада, максимальной во второй декаде июня – 52-54 мм/декада в 2008-2009 гг. Период с третьей декады июня по первую декаду августа характеризовался стабильностью выпадения осадков с небольшими отклонениями от нормы (20-24 мм/декада) – 18-33 и 8-37 мм/декада с дальнейшим увеличением до 48-89 и резким снижением к концу вегетации до 6-34 мм/декада. 2010 г. в свою очередь был более засушливым до второй декады августа – 1.3-12 мм/декада, минимальное количество осадков выпало в первой декаде августа – 0.8 мм/декада, максимальное во второй декаде июля – 17.0, к концу вегетации с не-

большим ростом и последующим снижением от 37 до 5 мм/декада.

В начальный период вегетации с третьей декады мая по вторую декаду июня максимальные температуры за три года исследований были в пределах 19-30 °С, в 2010 г. с третьей декады июня по вторую декаду августа были в пределах 31.4-34.4 °С с последующим снижением до 18-21 °С к концу вегетации. 2008 и 2009 гг. характеризовались небольшим снижением максимальных температур в первую декаду июля 25-19 °С с ростом до третьей декады июля 31-29 °С и последующим снижением до 18-21 °С к концу вегетации.

Минимальные температуры в начале вегетации с третьей декады мая по вторую декаду июня за изученный период (2008-2010 гг.) составили от -4.5 до 8 °С, 2008 г. характеризовался более высокими минимальными температурами с третьей декады июня по третью декаду июля – 10.5-8.3 °С и резким снижением к первой декаде августа до 1.5 °С с последующим резким ростом и понижением к концу вегетации 8.8-1.1 °С. В 2009 г. минимальные температуры с третьей декады июня по вторую декаду августа находились в пределах 3.1-6.3 °С, с последующим понижением к третьей декаде августа и повышением к первой декаде сентября – 1.4-6.6 °С. В 2010 г. со второй декады июня по вторую декаду июля температурная разница составила 4.4-6.3 °С с последующим резким возрастанием до первой декады августа – 13 °С и резким снижением ко второй декаде августа – 2.2 °С.

Наиболее ранние и дружные всходы отмечены в 2008 и 2009 гг. 20-21 (с. Невский (st) и 17 (с. Глория)-23 дня (с. Невский (st)). В 2010 г. этот показатель составил по сорту Дубрава – 27 дней, Глория и Дарик – 35-37 дней, по сорту Невский (st) – 32 дня. Наступление фазы бутонизации у сортов в 2008-2009 гг. 21-24 дня (st) – 26 дней – 25-26 дней (st) – 22 дня). В 2010 г. период всходы-бутонизация составил по сорту Дарик 7 дней, Глория – 10, Дубрава и Невский – 17 дней. Цветение наступило в 2008 г. у сортов Глория и Дарик через 12 дней после всходов, по сорту Дубрава – 10 и Невский (st) – 8 дней соответственно. В 2009-2010 гг. по сортам Глория и Дарик цветение наступило через 5 и 6 дней после всходов, по сорту Дубрава – 5-4 дня и Невский (st) – 6 и 3 дня соответственно.

В 2009 г. число основных стеблей по сортам составило: минимальное – по сорту Глория 1.7 шт./куст, максимальное – Дарик 5.1, Невский (st) – 3.6 шт./куст. В 2008 и 2010 гг. этот показатель был равен по сорту Глория 3.1-3.0 шт./куст, Дарик 3.8-3.5, Дубрава – 2.5-2.7, Невский (st) – 3.6-3.8 шт./куст соответственно.

По высоте растений в 2008 г. в сравнении с сортом Невский (st) – 73.5 см, выделился сорт Дарик – 84.8 см, по другим сортам высота растений составила 67 см. Сорта Глория и Дарик в 2009 и 2010 гг. имели высоту 32-33 и 33-39 см

соответственно. По сорту Дубрава этот показатель составил 78 (2009 г.) и 30 см (2010 г.), по сорту Невский (st) – 59 (2009 г.) и 28 см (2010 г.).

По величине конечной урожайности в 2009 и 2010 гг. выделился ранний сорт Глория 27-23 т/га и среднеранний сорт Дарик 25-22, по сорту Невский (st) – 15-20 т/га. В 2008 г. максимальная урожайность наблюдалась по сорту Невский (st) – 24.2 т/га, минимальная по сортам Глория и Дарик – 19.6-19.7 т/га.

Таким образом, в 2008 г. исследования показали, что пониженные минимальные температуры воздуха от -3.1 до 0.6 °C в сочетании с пониженным выпадением осадков 1.1-7.0 мм/декада (ср. многолетняя – 18 мм/декада) не способствовали задержанию прорастания картофеля. В то же время сочетание повышенных минимальных температур 5-8 °C, выпадение осадков (20-30 мм/декада) с небольшим отклонением от средней многолетней (20-26 мм/декада) и удлинение периода солнечного сияния (73-115 ч/декада) привели к растяжению фенологических фаз (всходы-цветение) (54-55 дней) и росту ботвы (67-85 см). При этом образование клубней наступило в более поздние сроки, что привело к снижению урожайности ранних сортов (19.6-19.7 т/га) в следствии физиологической гибели ботвы.

Повышенное выпадение осадков (30-52 мм/декада) при средней многолетней (19-24 мм/декада) в 2009 г. в сочетании с повышенными положительными минимальными температурами воздуха 3.1-7.9 °C не способствовали задержанию прорастания картофеля. В то же время переувлажненные почвы в сочетании с повышенными максимальными температурами 20-30 °C незначительно задержали период прохождения фаз всходы – бутонизация. Рост длины светового дня (47-73 ч/декада), увеличение выпадения осадков 8.2-48 мм/декада при средней многолетней 23-24 мм/декада в сочетании с перепадами максимальных и минимальных температур воздуха 26-4.7 °C положительно сказались на прохождении фазы бутонизация-цветение 5-

6 дней (2008 г. – 8-12 дней). Наблюдалось отрицательное влияние на количество основных стеблей и высоту растений по сортам картофеля ранней и среднеранней группы спелости: Глория – 1.7 шт./куст – 31.9 см; Дарик 5.1 шт./куст – 33.1 см и положительное влияние на сорта среднеспелой групп и стандарт (среднеранний): Дубрава – 3.1 шт./куст – 78.2 см; Невский (st) – 3.6 шт./куст – 59.2 см. Повышение минимальных температур – 6.6 °C, достаточное количество осадков, увеличение светового дня до 69 ч/декада повлияли на прекращение роста ботвы и усиление оттока ассимилянтов в клубни, что привело к увеличению общего урожая на ранних сортах Глория, Дарик до 27-25 т/га и продлило развитие среднеспелого сорта Дубрава и стандартного сорта Невский, что вызвало снижение урожайности – 17-15 т/га соответственно.

В 2010 г. повышенное выпадение осадков 22-54 мм/декада (средняя многолетняя 18-19 мм/декада) в начальный период вегетации, низкие минимальные температуры $-1.6...-2.3$ °C привели к значительному задержанию всходов картофеля (27-37 дней). Высокая солнечная активность 119-132 ч/декада, резкие перепады максимальных и минимальных температур воздуха 31-32 – 4.5-6.3 °C в сочетании с переменным, незначительным выпадением осадков 1.3-17 мм/декада (средняя многолетняя 20-25 мм/декада) привели к резкому сокращению прохождения фаз всходы-бутонизация-цветение (7-17; 3-6 дней), повлияли на высоту растений 28-39 см, увеличили общую урожайность 20-23 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

- Грингоф И.Г., Попова В.В., Страшный В.Н. Агрометеорология. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. С. 15.
 Маркаров А.М., Головки Т.К., Табаленкова Г.Н. Морфофизиология клубнеобразующих растений. СПб.: Наука, 2001. С. 51.
 Растениеводство / Под ред. П.П. Вавилова М.: Агропроиздат, 1986. С. 270.
 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985.

ПОЛИСАХАРИД-СПЕЦИФИЧНЫЕ ПЕРОКСИДАЗЫ КАРТОФЕЛЯ В ЗАЩИТНЫХ РЕАКЦИЯХ ПРОТИВ ВОЗБУДИТЕЛЯ ФИТОФТОРОЗА

А.В. Сорокань, Г.Ф. Бурханова, Е.А. Черепанова, И.В. Максимов

Институт биохимии и генетики Уфимского НЦ РАН

E-mail: fourtyanns@googlegmail.com; phyto@anrb.ru

Возбудитель фитофтороза – один из злостных заболеваний картофеля, зачастую приводящий к значительным потерям урожая. При этом иммунных к фитофторозу сортов этой культуры по сей день не существует. В этих условиях наиболее эффективным методом борьбы с этой болезнью является применение химических средств защиты. Однако такие средства характеризуются высокой степенью опасности для окружаю-

щей среды, что вынуждает защитников растений искать альтернативные пути повышения устойчивости картофеля к оомицету *Phytophthora infestans*, среди которых перспективна стимуляция иммунитета природными сигнальными молекулами (Yamaguchi et al., 2000; Горшкова, 2007).

Ранее показано, что некоторые изопероксидазы растений способны связываться с компо-

нентами клеточных стенок патогенных грибов – хитином (Максимов и др., 2005), однако данных о связывании этого фермента у картофеля как с хитином, так и другими полисахаридами, а также о его роли в иммунитете растений, до сих пор не получено. Так как в регуляции устойчивости к различным патогенам принимают участие стрессовые гормоны – салициловая (СК) и жасмоновая (ЖК) кислоты (Bari, Jones, 2009), то была поставлена цель исследования роли этих соединений в регуляции защитных механизмов картофеля, связанных с активностью полисахарид-специфичных пероксидаз.

В работе использованы пробирочные растения картофеля сорта Ранняя Роза, которые выращивали на среде Мурасиге-Скуга, содержащей СК в концентрации 50 мкМ и ЖК в концентрации 0.1 мкМ, а также их комбинации в приведенной концентрации. 30-суточные растения подвергали инокуляции суспензией зооспор *Ph. infestans*. В качестве контроля использовали не инокулированные растения картофеля.

Цитохимическое определение локализации пероксидаз проводили путем витального окрашивания листьев картофеля реагентом, содержащим 0.1 М ФБ, 0.01% 2,2-диаминобензидин и 0.02% перекись водорода. После формирования стойкой окраски листья фиксировали в 96%-ном этаноле. Зоны локализации пероксидазы на поверхности листьев в зоне инфициро-

вания оомицета *Ph. infestans* анализировали с помощью светового микроскопа (Carl Zeiss, Германия).

Растительный экстракт получали путем растирания в 0.25 М фосфатном буфере pH 6.2 (ФБ) в соотношении 1:5. После экстракции в течение 30 мин. при 4 °С центрифугировали, в супернатанте микрометодом определяли активность пероксидаз, для чего в лунки плоскодонных планшет для иммуноанализа (Nunc, США) добавляли по 0.075 мл образца, разбавленного в ФБ в 30 раз, 0.025 мл 0.5 мг/мл раствора офе-нилендиамин и 0.025 мл 0.016% H₂O₂. Развитие окраски останавливали через 2 мин., добавляя 0.05 мл 4 N H₂SO₄. Интенсивность хромофорного ответа определяли при 490 нм на спектрофотометре для иммуноферментного анализа Benchmark Microplate Reader (BioRad, США).

Хроматографию свободно-растворимой фракции белков проводили с использованием в качестве субстратов хитина (ЗАО «Сонат», Россия), препарата клеточных стенок *P. infestans* (Феофилова, 1983) и пектата кальция на хроматографе высокого давления Biologic Duo Flow (BioRad, США) с помощью 1 М NaCl в ФБ в качестве элюэнта. После хроматографии белки подвергали изоэлектрофокусированию (ИЭФ) с использованием 7%-ного полиакриламидного геля (ПААГ) и 2.5% амфолитов (BioRad) в диапазоне pI белков от 3.0 до 10.0. ПААГ проявляли на пероксидазную активность в растворе 0.01% 3,3-диаминобензидина и 0.016% H₂O₂ в 0.1 М ФБ.

Тотальную РНК выделяли с помощью тризола согласно протоколу фирмы-поставщика (Molecular Research Center, Inc). Синтез кДНК проводили с использованием праймеров и фермента M-MLV обратной транскриптазы по протоколу фирмы-поставщика (Fermentas, США). Одноцепочечную кДНК использовали в реакции амплификации с праймерами: F(5'-TTTCGACAA CAAGTACTACTTCGA') и R(5'-CGGATCTCTCCCGCGCTGC-3'). Электрофорез полученных ампликонов проводили на 1.5%-ном агарозном геле на приборе S-2 N (Helicon, Россия). Гели после окрашивания в 0.5%-ном растворе бромид этидия фотодокументировали на системе Gel Camera System, данные обрабатывали с помощью программы LabWorks 4.6 (UVP, Inc., США).

На первом этапе исследований был проведен анализ наличия у картофеля хитин-специфичных изоформ пероксидаз. Выявлено, что с хитином связывались анионные изоформы пероксидазы картофеля с pI ~3.5, ~3.7 и катионные с ~8.8 и ~9.1 (рис. 1). Однако известно, что клеточная стенка возбудителя фитофтороза более чем на 60% состоит из глюкозана и в ней хитин отсутствует.

На основе препарата клеточных стенок *Ph. infestans* обнаружена сорбция изоформы с pI ~9.3. В то же время с пектатом кальция связывалась минорная изоформа с pI ~8.2. Таким образом, нами обнаружены изоформы пероксидазы картофеля, способные связываться с хитином, пектатами и

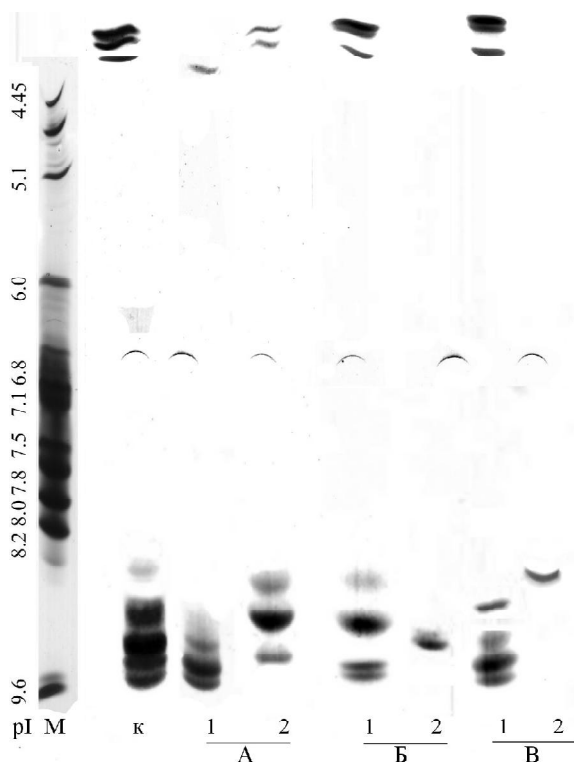


Рис. 1. Изоэлектрофокальные пероксидазы картофеля, сорбирующиеся на различные полисахариды. М – маркер; К – грубый экстракт. Субстраты: А – хитин, Б – препарат клеточных стенок *P. infestans*, В – пектин. 1 – не связавшиеся изоформы; 2 – изоформы, элюированные 1 М NaCl.

клеточными стенками возбудителя фитофтороза.

Затем был проведен анализ экспрессионной активности гена пероксидазы в тканях картофеля (рис. 2А) и изменений в изоферментном составе анионных изопероксидаз (рис. 2Б). Транскрипционная активность гена пероксидазы в растениях, растущих на среде МС без СК и ЖК, при инфицировании значительно возросла только в первые часы и уже к 24 ч снижалась (рис. 2Б). ЖК как в отдельности, так и в сочетании с СК стимулировала экспрессию пероксидазы как в неинфицированных, так и в инфицированных растениях. Причем обращает на себя внимание способность патогена снижать экспрессию гена пероксидазы в условиях ее индуцирования сигнальными молекулами.

ИЭФ пероксидаз показало, что инфицирование приводит к активации изопероксидаз с $rI \sim 3.5-3.7$ (рис. 2Б) и $rI \sim 9.3$ (рис. 3А). СК практически не затрагивала активность изопероксидаз картофеля. В то же время ЖК индуцировала активность патоген-индуцируемых изопероксидаз, в том числе способных взаимодействовать с компонентами клеточной стенки *Ph. infestans* (рис. 3А). Так же, как и в варианте с экспрессией гена пероксидазы, смесь СК и ЖК способствовала максимальной активации катионных изоформ.

Проведенный нами цитохимический анализ локализации пероксидаз в инфицированных тканях растений выявил высокую активность фермента на инфекционных гифах *Ph. infestans* (рис. 3Б).

Таким образом, ЖК активизировала в растениях те же процессы, что и заражение патогеном, чего не наблюдалось при обработке только СК, что может свидетельствовать о ведущей роли ЖК в регуляции защитных механизмов против возбудителя фитофтороза, в том числе запускающих работу полисахарид-специфичных пероксидаз. Важно отметить, что в наших экспериментах не происходило подавление ЖК-индуцированных реакций салициловой кислотой, как это было показано на растениях *Arabidopsis thaliana* (Spoel et al., 2003). Напротив, наиболее высокая экспрессионная активность пероксидазы наблюдалась в вариантах опыта с применением смеси сигнальных молекул, что говорит об универсальности защитных реакций, связанных с активацией полисахарид-специфичных пероксидаз.

Работа выполнялась при финансовой поддержке госконтракта Министерства образования и науки Российской Федерации П-339 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

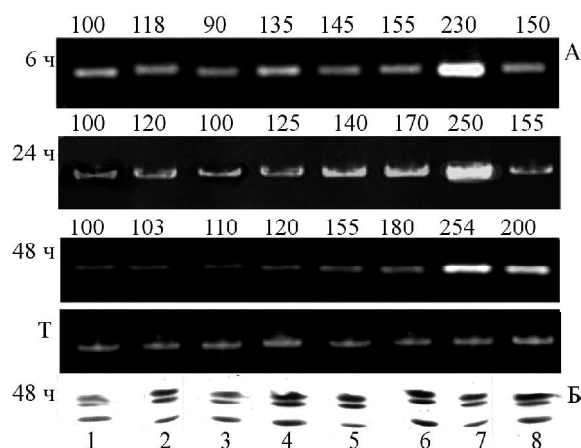


Рис. 2. Экспрессионная активность гена анионной пероксидазы (с указанием % содержания РНК относительно контроля) и активность анионных изопероксидаз картофеля под воздействием СК, ЖК и их смеси в норме и при инфицировании возбудителем фитофтороза. Э – относительная экспрессионная активность, Т – тубулин, ИЭФ – изоэлектрофорграмма; 1 – контроль; 2 – контроль + *P. infestans*; 3 – СК; 4 – СК + *P. infestans*; 5 – ЖК; 6 – ЖК + *P. infestans*; 7 – СК/ЖК; 8 – СК/ЖК + *P. infestans*.

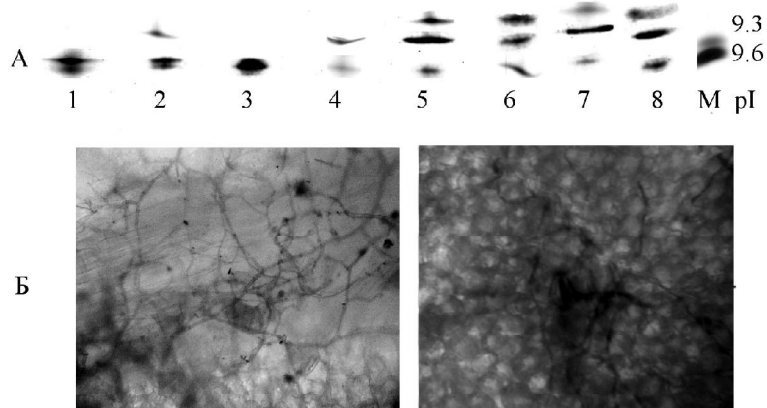


Рис. 3. Влияние сигнальных молекул на активность катионных изоформ пероксидаз растений картофеля (А) при инфицировании *Ph. infestans*. Обозначения те же, что и на рис 2; Б – цитохимическое определение пероксидазной активности на поверхности инфекционных гиф *P. infestans* (увеличение 1×500). У – устьице с пучком гиф; Г – гифы *P. infestans*.

ЛИТЕРАТУРА

- Горшкова Т.А. Растительная клеточная стенка как динамичная система. М.: Наука, 2007. 429 с.
- Максимов И.В., Черепанова Е.А., Сурина О.Б. Влияние хитоолигосахаридов на состав изоферментов пероксидазы в совместной культуре каллусов пшеницы с возбудителем твердой головки // Физиология растений, 2010. Т. 57. С. 131-138.
- Феофилова Е.П. Клеточная стенка грибов. М.: Наука, 1983. 448 с.
- Bari R., Jones D.G. Role of plant hormones in plant defence responses // Plant Mol. Biol. 2009. Vol. 69. P. 473-488.
- Spoel S.H., Koornneef A., Claessens S. et al., NPR1 modulates cross-talk between salicylate- and jasmonate-dependent defense pathways through a novel function in the cytosol // The Plant Cell., 2003. Vol. 15. P. 760-770
- Yamaguchi T., Ito Y., Shibuya N. Oligosaccharide elicitors and their receptors for plant defence responses // Tr. Glycisci. Glykotech., 2000. Vol. 12. P. 113-120.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕАКЦИИ СИМПЛАСТНЫХ И АПОПЛАСТНЫХ РАСТЕНИЙ НА ВВЕДЕНИЕ НИТРАТА КАЛИЯ В АПОПЛАСТ

Л.А. Хамидуллина, С.Н. Баташева

Казанский институт биохимии и биофизики Казанского НЦ РАН

E-mail: larxas@list.ru

Известно, что высокое содержание азота в тканях растения подавляет экспорт ассимилятов из листьев, но до настоящего времени полностью не выяснено, как это происходит. Специальные исследования, проведенные в модельных условиях (Баташева и др., 2007), показали большое различие в кинетике поступления меченого ^{14}C -углерода в сахарозу при принудительном введении в побег вместо воды раствора нитрата. Подобных исследований с симпластными растениями не было. Можно ожидать различие реакции на нитраты растений этих разных групп вследствие того, что ассимиляты в симпластном растении минуя этап прохождения через апопласт (Voitsekhovskaja et al., 2000) и, вероятно, регуляция транспорта ассимилятов происходит иначе, чем у растений с апопластным типом загрузки. В связи с этим цель работы – сравнение действия раствора KNO_3 (0.5%) на фотосинтез и транспорт ассимилятов в растениях с различными типами загрузки флоэмы: лен-долгунец (*Linum usitatissimum* L.) и иван-чай (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub). Растения иван-чая брали с опушки соснового леса на биостанции Казанского университета. Условия выращивания льна и методика введения растворов в срезы побегов обоих типов растений были аналогичными описанным в работе (Баташева и др., 2007). В одной серии опытов через 3 мин. экспонированные в $^{14}\text{CO}_2$ листья контрольных и опытных растений срезали и фиксировали 80%-ным кипящим этанолом. В другой серии опытов листья после экспонирования в $^{14}\text{CO}_2$ оставляли на свету в течение 3 ч. Затем растения разделяли на части: донорный участок, верхушка побега, стебель и листья выше листа-донора ^{14}C , стебель и листья ниже листа донора. Полученный растительный материал также фиксировали кипящим 80%-ным этанолом. Все зафиксированные части растения растирали и оценивали в них содержание ^{14}C . Спирто-водорастворимую фракцию проб листьев-доноров ^{14}C анализировали на состав меченых продуктов фотосинтеза с помощью двумерной бумажной хроматографии

и радиоавтографии на рентгеновских пленках. Все опыты проводили в пятикратной биологической повторности. На таблицах и графиках представлены средние значения со стандартной ошибкой. В работе обсуждаются данные, различающиеся с достоверностью не менее 0.95.

Сравнение проводилось по следующим параметрам: поглощение меченого $^{14}\text{CO}_2$, транспорт ^{14}C -ассимилятов и распределение ^{14}C среди низко-молекулярных продуктов фотосинтеза. Введение в апопласт растения раствора нитрата вызвало ингибирование фиксации $^{14}\text{CO}_2$ в листьях исследуемых растений по сравнению с контролем (введение воды), радиоактивность листа-донора у льна через 3 мин. после ассимиляции $^{14}\text{CO}_2$ была 9.440 ± 1.496 млн. имп./мин. в контроле и 4.759 ± 0.935 – при обработке KNO_3 (0.5%), у иван-чая аналогичные показатели составили 6.400 ± 0.754 и 2.153 ± 0.380 млн. имп./мин. Резкое изменение поглощения углекислого газа может быть вызвано влиянием NO на закрытие устьиц (Paris et al., 2007). Показано, что NO может образовываться из нитрат-аниона при участии фермента нитратредуктазы (Zotini et al., 2007).

Анализ распределения меченых продуктов фотосинтеза по органам растения через 3 ч после ассимиляции $^{14}\text{CO}_2$ показал, что интенсивность экспорта ассимилятов из листьев иван-чая (обоих вариантов) ниже, чем у льна-долгунца (рис. 1а). В контрольных растениях иван-чая она составляла 8.1%, а в нитратных – 4.5. В тех же условиях у льна экспортировалось более 40% образовавшихся в них ^{14}C -ассимилятов. Низкая интенсивность оттока ассимилятов из листьев иван-чая по сравнению с таковым у льна-долгунца (рис. 1), по-видимому, связана с различием путей, по которым осуществляется ближний транспорт. У льна сахара накапливается в апопласте (Chikov et al., 2001) и закачивается во флоэму против градиента концентрации с помощью энергозависимых переносчиков. Для симпластных растений действующей считается модель полимеризационной ло-

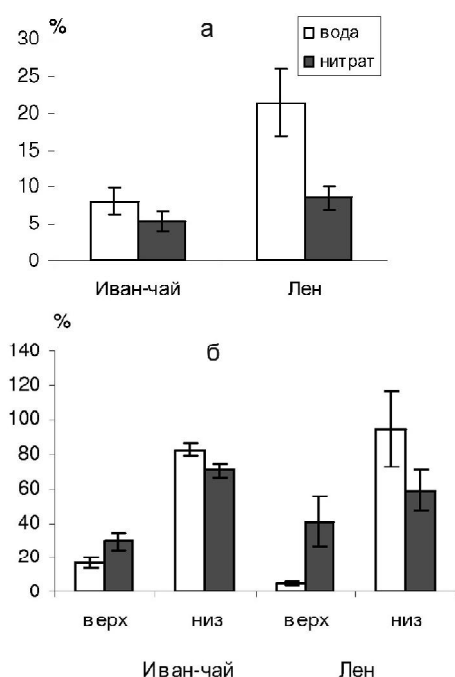


Рис. 1. Влияние введения в апопласт побега льна и иван-чая раствора нитрата калия (50мМ) на экспорт ^{14}C -ассимилятов из листа-донора (% радиоактивности всего побега) и их распределение выше и ниже донора ^{14}C (% от экспортированного ^{14}C).

вухи (Turgeon, 1991), основанной на движении сахаров по системе расширяющихся плазмодесм и одновременной их полимеризации до олигосахаридов. Как и у льна-долгунца, нитраты у кипрея стимулировали перенос меченых ассимилятов в верхнюю часть побега (рис. 16). Анализ распределения ^{14}C среди меченых продуктов низкомолекулярной фракции показал, что в коротких экспозициях, отражающих интенсивность синтеза сахарозы, наблюдается уменьшение ее радиоактивности в нитратных вариантах.

Далее у опытных растений в результате торможения оттока сахарозы из листа-донора происходит интенсивное накопление метки в сахарозе. Таким образом, характер постфотосинтетического изменения радиоактивности сахарозы у обоих типов растений оказался сходным. Поскольку у симпластных растений значительную часть экспортируемых сахаров составляют олигосахариды, динамика изменения содержания ^{14}C в этой группе соединений сходна с изменением радиоактивности сахарозы (рис. 26).

Анализируя данные, отражающие содержание олигосахаридов и сахарозы в иван-чае (рис. 2а, б), видно, что в нитратных вариантах содержание ^{14}C в сахарозе и олигосахаридов с течением

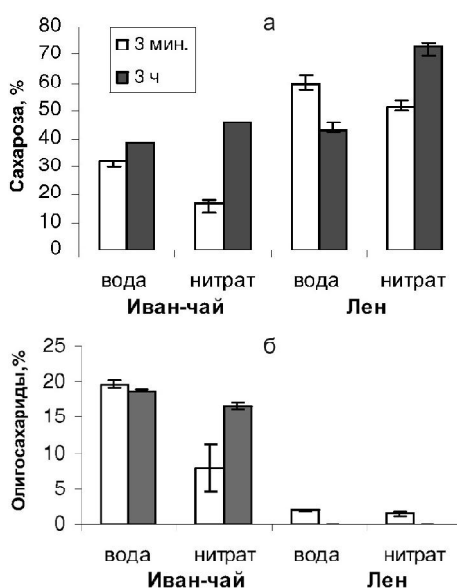


Рис. 2. Влияние введения в апопласт побега раствора нитрата калия (50 мМ) на содержание ^{14}C : а) в сахарозе через 3 мин. и 3 ч после ассимиляции $^{14}\text{CO}_2$ (% от радиоактивности спирто-водорастворимой фракции), б) в олигосахаридов через 3 мин. и 3 ч после ассимиляции $^{14}\text{CO}_2$ (% от радиоактивности спирто-водорастворимой фракции).

времени накапливается. В контрольных вариантах этот показатель меняется в пределах ошибки. Через три часа после начала введения в апопласт нитрата наиболее очевидные изменения ультраструктуры выявляются в митохондрионе и вакуолярной системе клеток проводящей системы. Электронная плотность матрикса митохондрии увеличивалась, а межмембранные пространства крист набухали, что свидетельствовало о повышении осмотического давления в цитозоле клеток проводящей системы. Параллельно в вакуолях клеток пучка наблюдалось накопление фибриллярных включений (стрелки). Последние представляли собой полимерное вещество, образующее на срезе гомогенную сетку равномерно заполняющую полость всей органеллы (рис. 3г). Природа этих включений не известна.

Торможение оттока ассимилятов согласуется с ультраструктурными изменениями, выявленными в организации клеток терминальных пучков кипрея. Итак, в результате нашей работы было обнаружено, что нитратный ион снижает интенсивность фотосинтеза, тормозит отток ассимилятов независимо от способа транспорта сахаров из мезофильных клеток во флоэму листа. Это позволяет предполагать, что механизм действия нитратного иона на транспорт ассимилятов у обоих этих растений имеет много общего и, вероятно, опосредуется NO-сигнальной системой.

ЛИТЕРАТУРА

- Баташева С.Н., Абдрахимов Ф.А., Бакирова Г.Г., Чиков В.И. Влияние нитратов, вводимых с транспирационным током воды, на транспорт ассимилятов // Физиология растений, 2007. Т. 54. С. 424-431.
- Chikov V.I., Avvakumova N.Y., Bakirova G.G. et al. Apoplastic transport of ^{14}C -photosynthates measured under drought and nitrogen supply // Biologia plantarum, 2001. Vol. 44. P. 517-521.
- Paris R., Lamattina L., Casalanguy C.A. Nitric Oxide promotes the wound-healing response of potato leaflets // Plant Physiol. Biochem., 2007. Vol. 45. P. 80-86.
- Turgeon R. Symplastic phloem loading and the sink-source transition in leaves: A model // Recent advances in phloem transport and assimilate compartmentation / Eds J.L. Bonnemain et al. Nant: Quest Edit., 1991. P. 18-22.
- Voitsekhovskaja O.V., Pakhomova M.V., Syutkina A.V. et al. Compartmentation of assimilate fluxes in leaves. II. Apoplastic sugar levels in plant in different companion cell types // Plant Biol., 2000. Vol. 2. P. 107-112.
- Zottini M., Costa A., DeMichele R. et al. Salicylic acid activates nitric oxide synthesis in Arabidopsis // J. Exp. Bot., 2007. Vol. 58. P. 1397-1405.

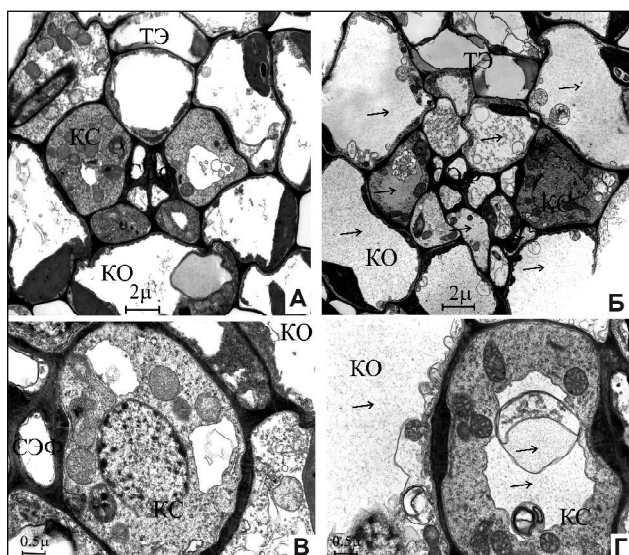


Рис. 3. Изменение ультраструктуры клеток проводящей системы листовых пластинок иван-чая при введении нитрата калия в транспирационный ток. А, В – 3 ч H_2O . Б, Г – 3 ч 0.5% KNO_3 . КО – клетки обкладки, КФП – клетки флоэмной паренхимы, КС – клетки спутники, ТЭ – трахеальные элементы, СЭФ – ситовидный элемент флоэмы.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА *ANTHYLLIS VULNERARIA* L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

Д.М. Шадрин, Я.И. Пылина
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: Shdima@ib.komisc.ru

Язвенник ранозаживляющий (*A. vulneraria* L.) является ценным кормовым растением (Растительные..., 1987) семейства бобовых (Fabaceae Lindl.) и используется в традиционной медицине при нарушении обмена веществ, лечении воспалений, угревой сыпи и ускорения заживления ран, а так же как компонент фиточая при интоксикации организма (Godevac et al., 2008). Установлено, что спиртовой экстракт *A. vulneraria* препятствует процессу размножения вируса герпеса 1 и вируса полиомиелита 2 в условиях *in vitro* (Godevac et al., 2008). Имеются сведения об использовании *A. vulneraria* в косметологии для увеличения роста волос (Растительные..., 1987). Недавними исследованиями показано, что *A. vulneraria* содержит тритерпеновые гликозиды производные олеаноловой кислоты, которые, по всей видимости, обуславливают его целебные свойства (Nartowska et al., 2001). Однако сведения о количественном содержании тритерпеновых гликозидов в растениях *A. vulneraria*, произрастающих на европейском северо-востоке России, отсутствуют. Также отсутствуют сведения о его аминокислотном и микроэлементном составе.

Целью работы являлся химический анализ растений *A. vulneraria*, произрастающих на европейском северо-востоке России, на содержание тритерпеновых гликозидов, аминокислот и микроэлементов.

На территории флоры европейского северо-востока России *A. vulneraria* произрастает в бассейнах рек Северной Двины, Кулоя, Онеги (Флора..., 1976). В Республике Коми *A. vulneraria* встречается по обочинам дорог и на железнодорожных насыпях, возможно, является заносным. Нами были обнаружены несколько его ценопопуляций (ЦП). ЦП1 – в Ухтинском р-не Республики Коми на 2-м км от поворота на 260 м км с федеральной трассы Сыктывкар–Ухта на пос. Боровской. ЦП2 – в Ухтинском р-не Республики Коми вдоль федеральной трассы Сыктывкар–Ухта, на 280 км, вблизи моста через р. Ухта. ЦП3 – в окрестности г. Великий Устюг Вологодской области вдоль берега р. Сухона. ЦП4 – в окрестности г. Вельск Архангельской области вдоль федерального шоссе Москва–Архангельск.

Поскольку известно, что методы определения сапонинов основаны на физико-химических свойствах их агликонов, как наиболее реакционноспособных и фармакологически активных структурных фрагментов, то в качестве стандартного образца при количественном определении тритерпеновых сапонинов язвенника ра-

нозаживляющего нами была использована олеаноловая кислота, являющаяся их агликоном. В основу количественного определения тритерпеновых сапонинов в образцах *A. vulneraria* в пересчете на олеаноловую кислоту положен метод прямой спектрофотометрии. Данный метод позволяет количественно определить всю сумму тритерпеновых гликозидов производных олеаноловой кислоты, независимо от числа и структуры углеводных остатков в составе их молекул. Ранее этот метод был опробован на примере определения сапонинов в корневищах аралии маньчжурской (Писарев и др., 2009).

В связи с возможностью использования *A. vulneraria* в качестве сырья для получения тритерпеновых гликозидов нами было изучено содержание этих соединений в различных частях растений, собранных в придорожной ценопопуляции в Ухтинском р-не Республики Коми. На анализ отбирались листья, стебли, корни на различных фазах развития: бутонизации, цветения, плодоношения и конца вегетации.

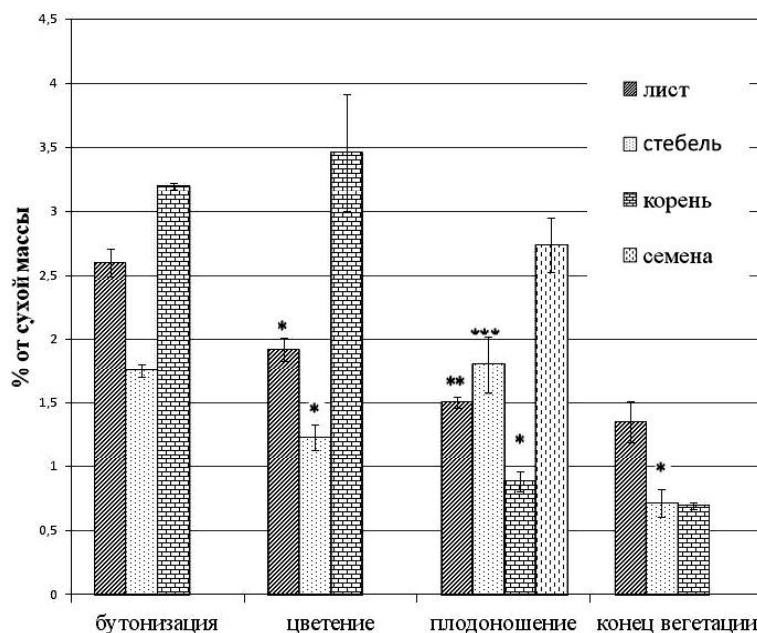
Анализ растений *A. vulneraria*, отобранных в фазу бутонизации и цветения, показал, что наибольшее содержание суммы тритерпеновых гликозидов (СТГ) в пересчете на олеаноловую кислоту содержится в корнях и составляет 3.20 и 3.46%, соответственно по фазам (см. рисунок). Однако массовая доля корней в массе целого растения очень мала. Основную массу растения составляют листья и стебли, в которых содержание СТГ составило соответственно 2.60 и 1.75% в фазу бутонизации и 1.92 и 1.23% в фазу цветения (см. рисунок). В фазу плодоношения содержание СТГ в листьях и корнях по сравнению с предыдущими фазами уменьшилось и составило 1.50 и 0.88% соответственно, при этом в корнях уменьшилось в несколько раз, а в стеблях, наоборот, возросло и составило 1.80%. В семенах язвенника ранозаживляющего содержание СТГ составило 2.74%. В фазу отмирания во всех частях растения наблюдали пониженное содержание СТГ в сравнении с предыдущими фазами (см. рисунок).

Качественный анализ белка растений *A. vulneraria* выявил наличие протеиногенных аминокислот, девять из которых являются незаменимыми: треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, гистидин, лизин, аргенин (табл. 1). Суммарное содержание аминокислот составило 10.94 г в 100 г сухого вещества. Показано, что содержание исследуемых аминокислот в растениях этого вида сопоставимо с их содержанием в таких известных кормовых растениях, как клевер, люцерна и костреч безост-

ный, а по содержанию аланина и лизина превосходит их.

Количественный химический анализ растений *A. vulneraria*, собранных в ценопопуляции (ЦП1), показал, что надземная часть растений особенно богата магнием, железом и марганцем (табл. 2). Содержание меди и цинка в растениях этого вида находится на удовлетворительном уровне по сравнению с другими известными кормовыми и лекарственными растениями, как с точки зрения жизнедеятельности самих растений, а так же как источника микроэлементов (Постников, 1995; Головки и др., 1996; Андрусенко и др., 2010). Содержание алюминия и тяжелых металлов не превышает максимально допустимый уровень, установленный для кормовых и лекарственных растений, за исключением хрома, содержание которого несколько превышает максимально допустимый уровень (Тютюнников, 1996). *A. vulneraria* является хорошо сбалансированным растением по содержанию макро- и микроэлементов.

Таким образом, в растениях *Anthyllis vulneraria* определено количественное содержание три-терпеновых гликозидов, производных олеаноловой кислоты, причем установлено, что в надземной части наибольшее их количество содержится в листьях в фазу бутонизации и в семенах (соответственно 2.6 и 2.7 %). По содержанию протеиногенных аминокислот язвенник ранозаживляющий не уступает таким известным кормовым растениям, как клевер, люцерна и кострец безостный, а по содержанию аланина и лизина превосходит их. Растения из природных популяций богаты макро- и микроэлементами: магнием, железом и марганцем. Содержание алюминия и тяжелых металлов не превышает ПДК. Вид может быть рекомендован для интродукции в Республику Коми в качестве кормового и лекарственного растения – источника ценных биологически активных веществ и микроэлементов, является нетребу-



Содержание суммы тритерпеновых гликозидов по органам и фазам развития растений *Anthyllis vulneraria* L. * разница с предыдущей фазой по содержанию ТГ достоверна при $P < 0.001$; ** разница с предыдущей фазой по содержанию ТГ достоверна при $P < 0.002$; *** разница с предыдущей фазой по содержанию ТГ достоверна при $P < 0.05$.

Таблица 1

Аминокислотный состав надземной части растений *Anthyllis vulneraria* L. (содержание азота в сухом веществе 2.1%)

№	Аминокислоты	Г/100 г сухого вещества	В % от сырого протеина	Азот ак г/100 с.п.	В % от общего азота
1	Аспарагиновая кислота	1.953	14.881	0.205	9.785
2	Треонин	0.573	4.366	0.068	3.217
3	Серин	0.625	4.763	0.083	3.944
4	Глутаминовая кислота	1.119	8.529	0.107	5.074
5	Пролин	0.693	5.283	0.085	4.035
6	Глицин	0.571	4.350	0.106	5.070
7	Аланин	0.677	5.157	0.106	5.060
8	Валин	0.662	5.044	0.079	3.752
9	Метионин	0.006	0.049	0.001	0.029
10	Изолейцин	0.482	3.673	0.051	2.452
11	Лейцин	0.819	6.241	0.087	4.166
12	Тирозин	0.534	4.066	0.041	1.967
13	Фенилаланин	0.520	3.963	0.044	2.103
14	Гистидин	0.271	2.061	0.073	3.491
15	Лизин	0.899	6.851	0.172	8.208
16	Аргинин	0.531	4.048	0.170	8.117
	Сумма	10.936	83.325	1.480	70.470

тельным к почвенно-климатическим условиям и может быть введен в культуру как один из компонентов пастбищных травосмесей на бедных песчаных почвах.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в надземной части растений *Anthyllis vulneraria* L.

Химические элементы	Cu	Pb	Ni	Cr	Zn	Mn	Fe	Al	Mg
Содержание, мг/кг	4.8±1.0	1.5±0.4	2.2±0.8	3.9±1.0	16±3	70±21	210±60	170±40	2830±1005

Примечание: ±Δ – границы интервала абсолютной погрешности при $P = 0.95$.

ЛИТЕРАТУРА

Андрусенко С.Ф., Ходько А.В. Изучение химического состава и разработка комплексной переработки унаби (*Ziziphus jujuba*) // Биотехнология растительного сырья, качество и безопасность продуктов питания: Матер. докл. Всерос науч.-практ. конф. Иркутск, 2010. С. 29-33.

Головки Т.К., Гармаш Е.В., Куренкова С.В. Рапонтик сафлоровидный в культуре на европейском Северо-Востоке (эколого-физиологические исследования). Сыктывкар, 1996. 140 с.

Писарев Д.И., Мартынова Н.А., Нетребенко Н.Н. и др. Сапонины и их определение в корневищах аралии маньчжурской в условиях Белгородской области // Химия растительного сырья, 2009. № 4. С. 197-198.

Постников Б.А. Маралий корень и основы введения его в культуру. Новосибирск, 1995. 276 с.

Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hydrangeaceae–Haloragaceae. СПб.: Наука, 1987. С. 145-148.

Тютюнников А.И., Цугкиев Б.Г. Химический состав нетрадиционных кормовых и лекарственных растений. М.: Россельхозакадемия, 1995. 135 с.

Флора северо-востока европейской части СССР / Под ред. А.И. Толмачева. Л.: Наука, 1976. Т. 3: Семейства Nymphaeaceae–Hyppuridaceae. 293 с.

Godevac D., Zdunic G., Savikin K. et al. Antioxidant activity of nine Fabaceae species growing in Serbia and Montenegro // Fitoterapia, 2008. Vol. 79. P. 185-187.

Nartowska J., Wawer I., Strzelecka H. Triterpenoid sapogenin from *Anthyllis vulneraria* L. Acta Pol. Pharm., 2001. Vol. 58. № 4. P. 289-291.

ИЗУЧЕНИЕ ФИТОСИМБИОЗА МЕТИЛОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ ПРИ СОЛЕВОМ ШОКЕ ПШЕНИЦЫ

Д.Ю. Шаравин, Н.П. Ковалевская*, Л.А. Чудинова

Пермский государственный университет

* Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН

Изучение микробно-растительного взаимодействия на современном этапе связано с решением таких задач, как повышение эффективности фотосинтеза и устойчивости растений к засолению, засухе и вирусам. Наиболее отрицательное действие на растения оказывает хлоридный тип засоления. Концентрация солей в почве 0.1-0.2% уже отрицательно сказывается на росте многих растений.

Ассоциативные бактерии распространены повсеместно во всех природных зонах, встречаются среди представителей самых разных физиологических групп прокариот (хемотрофов, фототрофов, аэробов, анаэробов). Эндофитные микроорганизмы повышают жизнеспособность растения-хозяина, усиливают его фотосинтез и продуктивность, ускоряют прорастание семян и рост, повышают устойчивость к стрессам. Известно, что аэробные метилотрофные бактерии, использующие метан (метанотрофы) или его окисленные и замещенные производные (метилобактерии), часто встречаются в филлосфере и ризосфере растений. В последние годы появились экспериментальные доказательства, что метанол, выделяемый листьями, служит источником углерода для аэробных метилотрофных бактерий, обильно населяющих листовую поверхность. Метилотрофы, как фитосимбионты активно продуцируют фитогормоны – цитокинины и ауксины. Кроме того, было установлено, что метилобактерии родов *Methyloarcula* и *Methylophaga* не только хорошо растут при высоких концентрациях соли в среде (6-9% NaCl), но также синтезируют два основных осмопротектора – глутамат и эктоин. Колонизация незрелых зародышей растений облигатными метилобакте-

риями может быть использована для индукции морфогенеза и увеличения эффективности генетической трансформации различных сортов пшеницы, которые являются проблемными объектами в биотехнологии растений, поскольку эффективные системы регенерации однодольных не разработаны (Троценко и др., 2010).

Целью настоящего исследования явилось изучение фитосимбиоза пшеницы с метано- и метилотрофными бактериями при солевом стрессе.

Для получения накопительных культур метано- и метилотрофных бактерий были использованы образцы почв, отобранных 2008-2010 гг. в зонах естественного (Троицкий заказник Челябинской области) и техногенного засоления (Верхнекамское месторождение калийных солей, г. Соликамск Пермского края). Накопительные культуры галотолерантных бактерий получали при культивировании почвенных вытяжек на среде Гальченко с добавлением 5-10% NaCl (Гальченко, 2001). В качестве источника углерода добавляли либо 1-10% метанола, либо культивирование проводили в эксикаторах при 20% -ной концентрации метана. Через 10 дней 1.5 мл культуры концентрировали центрифугированием, клеточный осадок ресуспендировали в 1 мл солевого раствора (0.5, 1.0% NaCl). Микробный инокулят переносили в стерильные пенициллиновые пузырьки. Проращивание семян пшеницы проводили на чашках Петри под настольной лампой 3 сут. Проростки длиной 2 см помещали в микробный инокулят и выдерживали в нем в течение 3 ч, 3 и 6 сут.

Выделение фотосинтетических пигментов осуществляли 96% -ным раствором этилового спирта из срезанной верхней части побега дли-

Таблица 1

ной 2 см в течение суток при 7 °С в холодильнике. Содержание пигментов в спиртовой вытяжке определяли на спектрофотометре UV mini-1240 Shimadzu (Япония) при длине волны 280-800 нм. Для выделения ДНК использовали модифицированный метод Миллера (Miller et al, 1999). Дополнительную очистку ДНК проводили набором KR-011 фирмы «OMNIX» (Санкт-Петербург). Фрагменты генов *rhoB*, *mxhF*, *nifH*, *rhoA* были амплифицированы с помощью термодиклера MyCycler (BioRad, США) с использованием системы праймеров и температурно-временного профиля ПЦР, описанных ранее (Mollet et al., 1997; Слободова и др., 2006; McDonald et al., 1997). Анализ продуктов полимеразной цепной реакции (ПЦР) проводили в 1%-ном агарозном геле, окрашенном бромистым этидием.

В табл. 1 представлены результаты экспериментов по влиянию повышенных концентраций соли на развитие проростков пшеницы. Согласно полученным данным, в первые часы при солевом стрессе в листовой части растений происходит интенсивный синтез хлорофиллов и каротиноидов. При дальнейшем развитии проростков через 3-6 сут. синтез фотосинтезирующих пигментов замедляется. Культивирование проростков с микробными инокулятами при 0.5% NaCl через 3 ч повышает интенсивность синтеза хлорофиллов и каротиноидов в 2.85 и 1.51 раза для микробного инокулята № 12 и в 1.6 и 1.62 раза для микробного инокулята № 20 соответственно. При 1% NaCl в среде отмечено также увеличение концентрации фотосинтетических пигментов в обработанных растениях (см. табл. 1). Через 6 сут. превышение концентрации пигментов отмечено для инокулята № 20 при 0.5% NaCl, а для инокулята № 12 при 1% NaCl в среде. По-видимому, динамика изменения содержания фотосинтетических пигментов при солевом стрессе связана не только с гетерогенностью микробных инокулятов, но и со скоростью синтеза осмопротекторов разными видами бактерий.

Для выявления факторов, влияющих на концентрацию хлорофиллов и каротиноидов в листьях пшеницы, была исследована взаимосвязь временной динамики содержания фотосинтетических пигментов и биоразнообразия симбиотических мик-

Влияние повышения концентрации соли на пигментный состав листьев пшеницы

Длительность стресса	Инокулят					
	№ 12 0.5% NaCl	№ 20 0.5% NaCl	Контроль 0.5% NaCl	№ 12 1% NaCl	№ 20 1% NaCl	Контроль 1% NaCl
Хлорофиллы, %						
3 часа	0.393 285	0.234 160	0.138	0.153 124	0.183 149	0.123
3 суток	0.906 130	0.819 118	0.696	0.321 70	0.234 51	0.456
6 суток	0.549 88	0.750 121	0.621	0.663 122	0.363 67	0.543
Каротиноиды, %						
3 часа	0.675 151	0.717 160	0.447	0.492 225	0.321 147	0.219
3 суток	3.447 157	4.239 194	2.190	1.350 81	0.720 43	1.671
6 суток	2.101 95	3.597 162	2.223	2.403 126	1.311 69	1.902

роорганизмов при 0.5% NaCl в среде. Динамика содержания фотосинтетических пигментов в листьях проростков пшеницы при воздействии восьми микробных инокулятов метилотрофных бактерий при 0.5% NaCl в среде представлена в табл. 2. Кроме инокулята № 20 во всех экспериментах отмечено превышение концентрации хлорофиллов и каротиноидов над контрольными образцами. Через 6 сут. максимальное увеличение интенсивности синтеза хлорофиллов в 3.36 раза отмечено для инокулята № 13, а синтеза каротиноидов – в 3.04 раза для культуры № 10.

При электрофоретическом анализе ПЦР продуктов всех образцов проростков было отмечено, что в ДНК из листовой части пшеницы присутствуют бактериальные гены *rhoB* (РНК-полимераза) и *nifH* (нитрогеназа). Ген *nifH* контролирует процесс азотфиксации у бактерий. Окисление метанола у метилотрофных бактерий катализирует метанолдегидрогеназа (ген *mxhF*). ПЦР-продукт этого гена был получен только из

Таблица 2

Влияние метилотрофных микроорганизмов на пигментный состав листьев пшеницы при 0.5% NaCl

Длительность стресса	Инокулят								
	2	6	8	10	12	13	16	20	Конт- роль
Хлорофиллы									
3 суток	2.466	2.102	1.606	2.326	2.358	2.176	1.028	0.745	1.876
6 суток	1.566	1.310	0.655	1.325	0.806	1.924	1.019	0.565	0.572
%									
3 суток	131	112	86	130	126	116	55	34	
6 суток	273	229	115	232	141	336	178	99	
Каротиноиды									
3 суток	6.984	7.880	6.334	8.966	8.818	8.686	1.224	4.564	5.750
6 суток	5.780	4.939	2.379	6.684	3.147	4.928	3.944	1.561	2.195
%									
3 суток	121	137	110	156	154	151	23	79	
6 суток	263	225	108	304	143	225	180	71	

ДНК листьев пшеницы, проростки которой были обработаны инокулятом № 6.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что обработка проростков пшеницы инокулятом галотолерантных метиловых бактерий способствует повышению солеустойчивости растений. Наличие метилотрофных бактерий в проростках пшеницы свидетельствует об активном влиянии этой группы микроорганизмов на интенсивность процесса фотосинтеза растений в условиях засоления почв.

ЛИТЕРАТУРА

Гальченко В.Ф. Метанотрофные бактерии // М.: ГЕОС, 2001. 500 с.

Слободова Н.В., Колганова Т.В., Булыгина Е.С. и др. Сравнительная характеристика метанотрофных

накопительных культур с помощью серологических и молекулярных методов // Микробиология, 2006. Т. 75. № 3. С. 397-403.

Троценко Ю.А., Доронина Н.В., Торгонская М.Л. Аэробные метиловых бактерии // Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2010. 325 с.

McDonald I.R., Murrell J.C. The methanol dehydrogenase structural gene *mxaF* and its use as a functional gene probe for methanotrophs and methylotrophs // Appl. Environ. Microbiol., 1997. Vol. 63. P. 3218-3224.

Miller D.N., Bryant J.E., Madsen E.L., Ghiorse W.C. Evaluation and optimization of DNA extraction and purification procedures for soil and sediment samples // Appl. Environ. Microbiol., 1999. Vol. 65. P. 4715-4724.

Mollet C., Drancourt M., Raoult, D. rpoB sequence analysis as a novel basis for bacterial identification // Mol. Microbiol., 1997. Vol. 26. P. 1005-1011.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ФОТОТРОФНЫХ НЕСЕРНЫХ ПУРПУРНЫХ БАКТЕРИЙ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОДЫ ОТ ПОЛИВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ

О.А. Шелепаев, Н.П. Ковалевская*

Пермский государственный университет

* Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН

Поиск технически грамотных и экономически рентабельных решений в технологии очистки воды от ионов поливалентных металлов в последние годы становится все более актуальным. На территории Пермского края в результате стоков породных отвалов и самоизлива кислых вод из закрытых угольных шахт происходит загрязнение экстремально высокими концентрациями ионов тяжелых металлов 20 рек шести районов. В реках с высоким содержанием поливалентных металлов за счет биогеохимической деятельности микроорганизмов при изменениях редокс-потенциала среды происходит переход ионов металлов из растворов в осадки донных отложений. Придонные иловые отложения имеют большое значение для формирования микробных ассоциаций. Нарушение физико-химических характеристик воды ведет к выпадению отдельных видов и смене сообщества в целом. Появляется угроза попадания тяжелых металлов через водозаборы в систему водоснабжения населенных пунктов. Последнее время ведутся обширные исследования по использованию живых организмов в процессах ремедиации (Santelli et al., 2010). В прошлом году несколько видов Mn-устойчивых бактерий были использованы для очистки шахтных вод в США. Для бактерий *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* был отмечен рост культур при концентрации 1 мМ Mn^{2+} (550 ПДК). Популяции аноксигенных фототрофных пурпурных несерных бактерий способны развиваться в верхних слоях иловых отложений, на поверхности камней и водных растений, в верхних слоях водной толщи. Ранее нами было по-

казано, что эти бактерии способны расти и сорбировать ионы Cu^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} при повышенных концентрациях тяжелых металлов в среде (Антонова, 2006; Галямина и др., 2007).

Цель исследования – изучение адсорбции и десорбции поливалентных металлов фототрофными несерными пурпурными бактериями.

Для получения накопительных культур несерных пурпурных бактерий были использованы илы и вода рек Пермского края, отобранные в ходе полевых работ в 2008 г. на территории Кизеловского угольного бассейна. Образцы илов и воды: № 1 – р. С. Вильва (пос. Яйва), pH 6.85; № 2 – р. С. Вильва (с. Всеволодо-Вильва), pH 6.56; № 3 – р. Б. Гремячка (г. Гремячинск), pH 4.39; № 4 – р. Кизел (г. Кизел), pH 3.47. Гидрохимический анализ проводили по стандартным методикам (Руководство, 1980). Накопительные культуры фототрофных азотфиксирующих бактерий выращивались на среде Пффенига (Кузнецов, Дубинина, 1989), содержащей: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0.5; NaCl – 0.4; $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ – 0.05; $Na_2S_2O_3$ – 0.1; дрожжевой экстракт – 0.2; сукцинат Na – 0.1; K_2HPO_4 – 1.25; KH_2PO_4 – 0.5; витамины – 1.0; микроэлементы – 1.0 г/л дист. воды. Культивирование накопительных культур проводили на свету при 22 °С. Концентрации металлов в среде варьировали: Fe^{2+} 3 мг/л (10 ПДК), Mn^{2+} 1-10 мг/л (10-100 ПДК). Эксперименты по сорбции проводили на свету и в темноте при комнатной температуре 22-24 °С. Десорбцию ионов металлов из бактериальных клеток инициировали понижением температуры до 7 °С. Концентрации ионов металлов в среде определяли фотометрически с использованием ме-

таллоиндикаторов для образования окрашенных комплексов: Fe^{2+} +орто-фенантролин, Mn^{2+} +эриохром черный (Лурье, 1979).

Многолетний гидрохимический анализ качества воды в реках на территории Кизеловского угольного бассейна показал, что экологическая ситуация в этом районе продолжает ухудшаться. Концентрация тяжелых металлов в реках Северная Вильва, Яйва, Кизел, Большая Гремячка, Косьва, Вильва в районах водозаборных пунктов превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) в сотни раз. Наибольшие концентрации ионов Fe^{2+} и Mn^{2+} были зафиксированы в реках Северная Вильва, Кизел, Вильва. На рис. 1 и 2 показана сезонная динамика изменений концентрации ионов Fe^{2+} и Mn^{2+} в этих реках в 2009-2010 гг. Как видно из диаграмм, максимальной концентрации тяжелые металлы в воде достигают зимой, а летом их концентрация заметно понижается. Такие сезонные изменения связаны с гибелью многих видов микроорганизмов, вызванной снижением температуры и концентрации кислорода в речной воде.

Изучение влияния повышенных концентраций ионов Fe^{2+} и Mn^{2+} (10 ПДК) на жизнеспособность фототрофных несерных пурпурных бактерий проводили на свету и в темноте (табл. 1, 2). Было отмечено, что ионы Mn^{2+} в темноте в большинстве случаев угнетают жизнедеятельность бактерий. Влияние ионов Fe^{2+} на накопительные культуры бактерий было различным, вероятно, определялось соотношением различных физиологических групп микроорганизмов в сообществе.

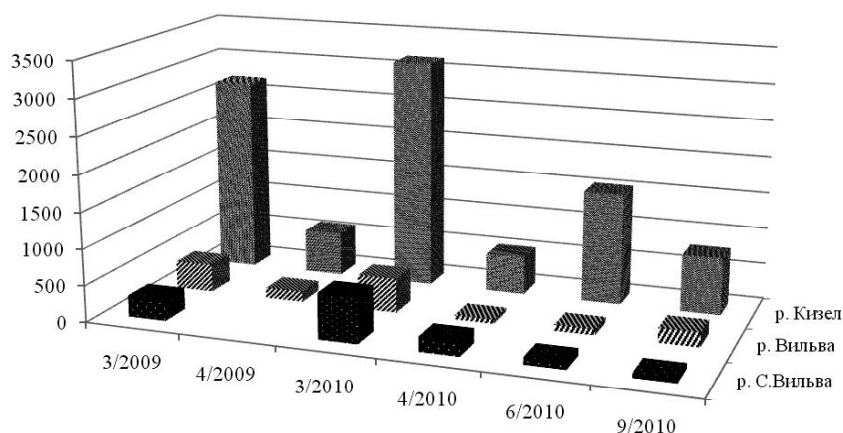


Рис. 1. Сезонная динамика изменений концентрации ионов Fe^{2+} (мг/дм^3) в реках Кизеловского угольного бассейна в 2009-2010 гг.

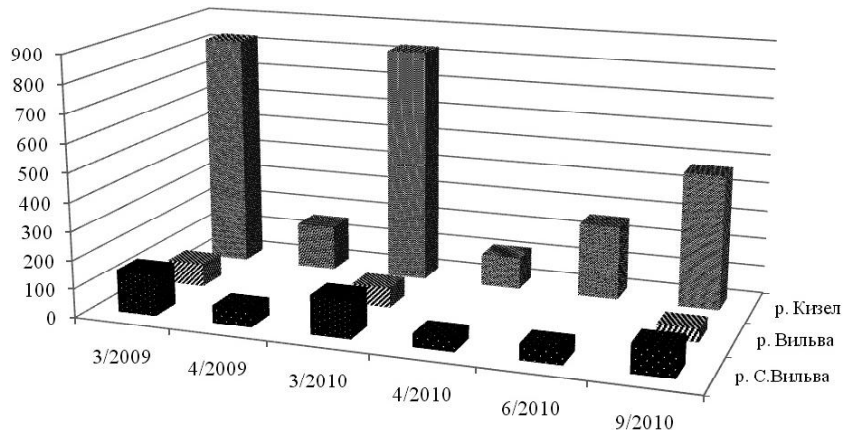


Рис. 2. Сезонная динамика изменений концентрации ионов Mn^{2+} (мг/дм^3) в реках Кизеловского угольного бассейна в 2009-2010 гг.

Определение степени сорбции для каждой культуры проводилось в трех повторностях. Самая большая степень сорбция Fe^{2+} за первые сутки была отмечена для культуры № 3 и составила 85.62% на свету и 84.93% в темноте соответственно. На вторые сутки окисление Fe^{2+} интенсивнее происходило в экспериментах с культурой № 2, а в темноте – с культурой № 3. Таким образом, уже за первые сутки клетки

Таблица 1

Влияние ионов Fe^{2+} на оптическую плотность (670 нм) бактериальных культур

Время	Накопительные культуры							
	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4	
	Свет	Темнота	Свет	Темнота	Свет	Темнота	Свет	Темнота
1 сутки	0.122	0.125	0.170	0.152	0.138	0.120	0.090	0.086
2 сутки	0.140	0.125	0.170	0.188	0.130	0.095	0.090	0.090

Таблица 2

Влияние ионов Mn^{2+} на оптическую плотность (670 нм) бактериальных культур

Время	Накопительные культуры							
	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4	
	Свет	Темнота	Свет	Темнота	Свет	Темнота	Свет	Темнота
1 сутки	0.144	0.140	0.140	0.150	0.095	0.090	0.050	0.055
2 сутки	0.154	0.127	0.110	0.080	0.080	0.060	0.057	0.055

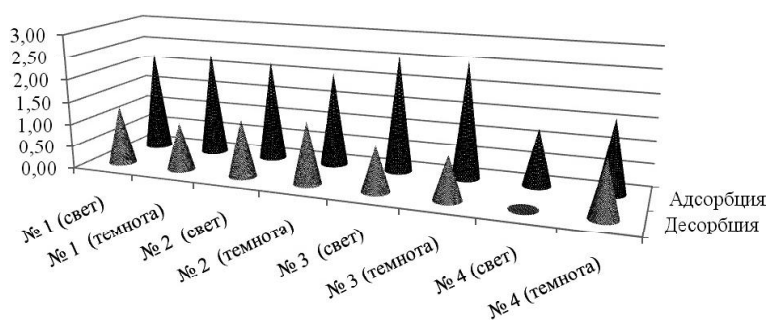


Рис. 3. Адсорбция и десорбция Fe²⁺ бактериальными культурами за первые сутки, мг/л.

сорбируют в осадок до 70-80% ионов Fe²⁺, содержащегося в растворе. На вторые сутки клетки переводят в осадок до 80% ионов Mn²⁺. Наибольшая степень десорбции металлов из осадка за первые сутки была выявлена для культур № 1 и № 2. Как видно из полученных результатов, степень сорбции и десорбции не зависит от того, выращивались ли клетки на свету или в темноте, различия между выборками статистически незначимы (для сорбции за первые сутки $p = 0.715$).

Таким образом, в результате проведенных исследований было показано, что накопительные культуры несерных пурпурных бактериями из экстремальных экосистем с повышенными концентрациями ионов Fe²⁺ и Mn²⁺ принимают активное участие в процессах осаждения поливалентных металлов в водоемах. Максимальное поглощение металлов происходит при температуре выше 20 °C в течение двух суток,

при понижении температуры до 7 °C до 45% от собранного количества металлов выходит в раствор. При присутствии в среде одновременно двух металлов Fe²⁺ и Mn²⁺ в несколько раз повышается эффективность сорбции ионов Mn²⁺. Полученные данные говорят о перспективности использования фототрофных несерных пурпурных бактерий в биотехнологических схемах очистки питьевой воды от ионов марганца и железа.

ЛИТЕРАТУРА

- Антонова О.Ю. Биосорбция тяжелых металлов фототрофными микроорганизмами // Биология – наука XXI века: Матер. X Междунар. конф. молодых ученых. Пущино, 2006. С. 356.
- Галямкина В.В., Мольков Д.В., Антонова О.Ю., Ковалевская Н.П. Влияние тяжелых металлов на активность процессов азотфиксации и денитрификации несерной пурпурной бактерии *Rhodospseudomonas palustris* // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. XIV Всерос. молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 2007. С. 49-53.
- Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989. 288 с.
- Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1979. 480 с.
- Руководство по анализу шахтных вод / Под ред. Л.Б. Старцевой. Пермь: ПВВКУ, 1980. 283 с.
- Santelli C.M., Pfister D., Lazarus D. et al. Promotion of Mn(II) oxidation and remediation of coal mine drainage in passive treatment systems by diverse fungal and bacterial communities // Appl. Environ. Microbiol., 2010. P. 4871-4875.

ДЫХАНИЕ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ СОРТА «ИРГИНА» ПРИ ДЕЭТИОЛЯЦИИ

М.А. Шелякин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: shelyakin@ib.komisc.ru

Митохондриальное дыхание – один из важнейших физиологических процессов, происходящих в растениях. Дыхание обеспечивает растительные клетки энергией (АТФ), восстановительными эквивалентами и метаболитами, необходимыми для роста и поддержания их целостности. Митохондрии вносят существенный вклад в устойчивость растительных клеток к неблагоприятному воздействию факторов среды. Во многом этому способствует уникальность растительных митохондрий, наличие у них альтернативных дегидрогеназ и двух путей транспорта электронов.

Долгое время влияние света на дыхание изучалось в рамках парадигмы о возможном его подавлении при фотосинтезе (Заленский, 1957; Заленский, 1977). В последнее время появились новые данные, свидетельствующие в пользу идеи о возможной роли дыхания в поддержании и защите фотосинтетического аппарата растений

(Noguchi, 2005; Noguchi, Yoshida, 2008). Хорошей моделью для экспериментального изучения связи дыхания и фотосинтеза являются зеленеющие проростки.

Цель данной работы – выявить закономерности изменения дыхания и дыхательных путей в процессе деэтиоляции проростков пшеницы.

Для этого было необходимо изучить динамику поглощения O₂ проростками и определить активность цитохромного и альтернативного путей в этиолированных и зеленеющих проростках. Параллельно отбирали образцы для характеристики содержания растворимых углеводов. Опыты проводили на проростках яровой пшеницы сорта «Иргина». Семена проращивали в темноте при температуре 25 °C и относительной влажности воздуха 65-75%. На пятые сутки сосуды с проростками переносили на стеллажи с искусственным круглосуточным освещением

люминесцентными лампами «Philips» (Голландия). Уровень ФАР под лампами составлял 200 мкмоль/(м²с).

Измерения дыхания проводили на этиолированных проростках, затем через 6, 24 и 48 ч экспозиции на свету. Для измерения дыхания использовали высечки из средней части первого листа проростков. Дыхание измеряли манометрически по поглощению кислорода и выражали в мкл O₂/г сухой массы в час (Семихатова, Чулановская, 1965). Активность дыхательных путей определяли с помощью метода специфических ингибиторов. Для ингибирования альтернативного пути дыхания (АП) использовали салицилгидроксамовую кислоту (SHAM) в концентрации 25 мМ, pH = 6.5. Для подавления альтернативного и цитохромного дыхательных путей высечки инкубировали в смеси ингибиторов: SHAM + NaN₃; концентрация SHAM составляла 25 мМ, pH = 6.5, концентрация NaN₃ – 5 мМ, pH = 4.5. Концентрации ингибиторов были подобраны в предварительных экспериментах. Контрольные образцы обрабатывали водой без ингибиторов. Было проведено два независимых опыта по зеленению проростков пшеницы. Все определения дыхания проводили в четырех биологических повторностях.

Содержание растворимых углеводов было определено с помощью нормально-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии по разработанной в лаборатории методике.

На рисунках приведены средние величины со стандартной ошибкой. Достоверность различий проверяли по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Как видно на рис. 1, дыхание проростков во время зеленения усиливалось. Спустя 48 ч экспонирования проростков на свету дыхание первого листа возрастало в среднем на 35-40%.

В литературе имеются отдельные сведения об активации дыхания проростков под влиянием света (Ribas-Carbo et al., 2000; Florez-Sarasa et al., 2009, Noguchi, 2005). Авторы связывают это с процессом формирования фотосинтетического аппарата. Дыхание может быть источником АТФ и других продуктов (восстановительные эквиваленты, углеродные скелеты) для формирования хлоропластов и роста клеток.

Основную часть растворимых углеводов в проростках пшеницы составляли моносахариды (глюкоза и фруктоза), количество ди- и олигосахаридов незначительно (рис. 2). По мере зеленения содержание моносахаридов снижалось. Через 48 ч на свету проростки содержали вдвое меньше углеводов, чем в начале про-

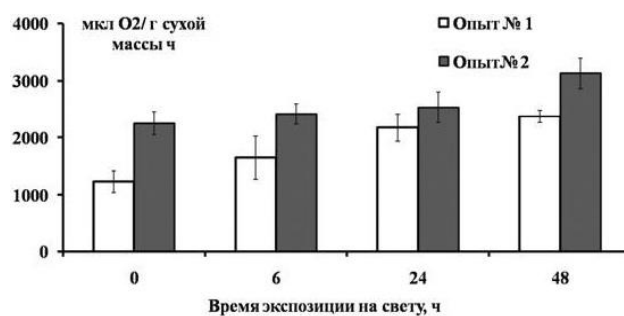


Рис. 1. Скорость поглощения O₂ проростками пшеницы в процессе деэтиоляции.

цесса деэтиоляции. Следовательно, можно говорить о том, что уменьшение пула углеводов в проростках при деэтиоляции происходило на фоне усиления дыхательной способности. Эти данные согласуются с результатами других исследователей (Noguchi, 2005).

При инкубировании этиолированных образцов в присутствии SHAM значимых изменений скорости поглощения O₂ не выявили (рис. 3). Это позволяет говорить об отсутствии активности альтернативной оксидазы в этиолированных проростках. У зеленеющих проростков SHAM подавлял дыхание. Степень ингибирования дыхания возрастала с увеличением продолжительности выдерживания проростков на свету. Так, через 48 ч зеленения интенсивность дыхания в присутствии SHAM снижалась в среднем на 30%. Основываясь на этих результатах, можно заключить, что при зеленении происходит вовлечение альтернативного пути дыхания. Другими словами, возрастает вклад в дыхание альтернативной оксидазы (АОХ).

В присутствии ингибитора альтернативной оксидазы и цитохромоксидазы наблюдали сильное подавление дыхания (рис. 4). Доля остаточного дыхания высечек из первого листа экспонированных на свету в течение 48 ч проростков не превышала 15% от дыхания высечек, обработанных водой. У этиолированных проростков вклад остаточного дыхания достигал 25%.

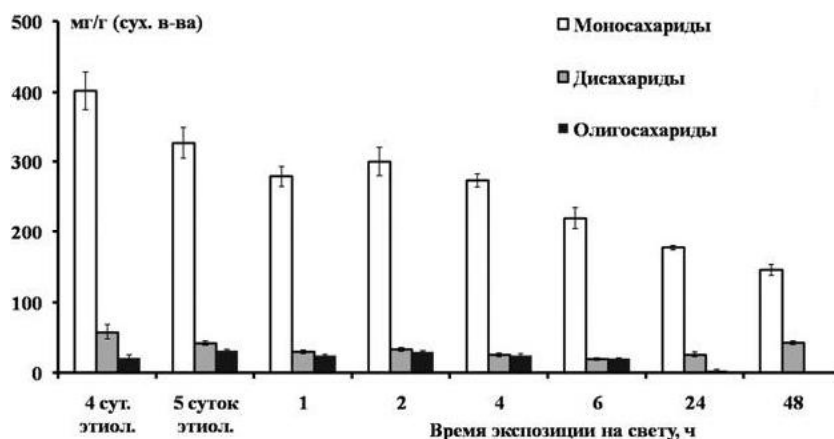


Рис. 2. Содержание растворимых углеводов в проростках пшеницы при зеленении.

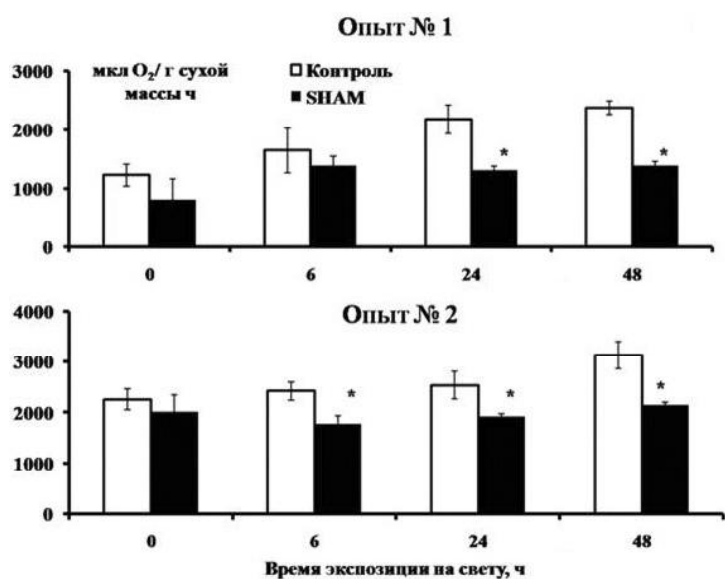


Рис. 3 Поглощение O₂ проростками пшеницы в присутствии SHAM.

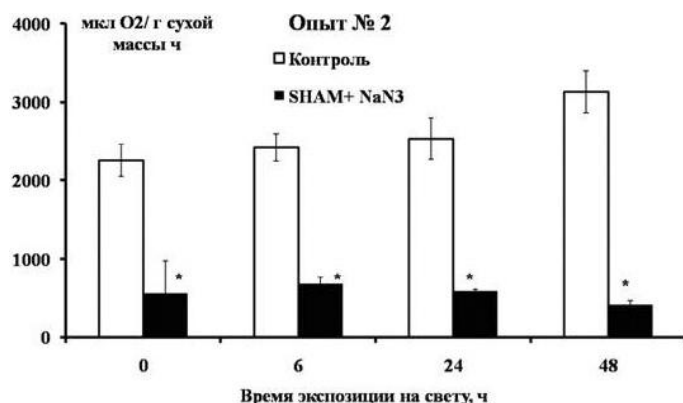


Рис. 4. Поглощение O₂ проростками пшеницы в присутствии смеси ингибиторов (SHAM+NaNO₃).

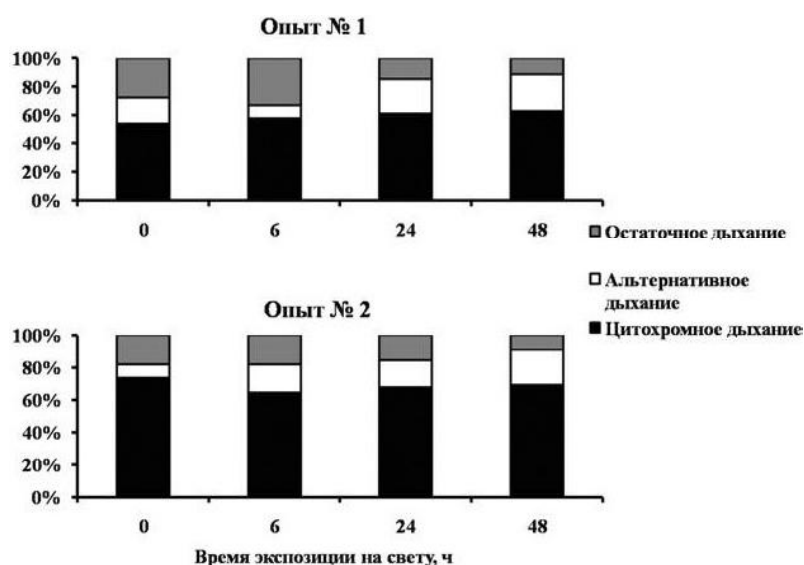


Рис. 5. Изменение соотношения дыхательных путей в процессе деэтиоляции проростков пшеницы.

Анализ данных, полученных с использованием метода специфических ингибиторов, позволил выявить изменение соотношения дыхательных путей и оценить долю альтернативного пути в процессе зеленения проростков. Как следует из рис. 5, основная часть дыхания проростков (более 60 %) связана с работой цитохромного пути транспорта электронов. В процессе зеленения дыхание возрастало в основном за счет вовлечения АОХ. Интенсивность поглощения O₂ с участием АОХ возрастала в среднем на 40%, а вклад альтернативного пути в дыхание через 1-2 суток зеленения составил 20-25%.

В литературе (Noguchi, Yoshida, 2008; Noguchi; 2005, Ribas-Carbo et al., 2000; Florez-Sarasa et al., 2009) обсуждается идея о том, что вовлечение АП на фоне повышения дыхания в процессе деэтиоляции может быть связано с защитой переносчиков ЭТЦ митохондрий от перевосстановления. Сброс электронов на кислород через АОХ с образованием воды снижает опасность образования активных форм кислорода (АФК). На более поздних стадиях деэтиоляции, когда фотосинтетический аппарат проростков сформирован, доля АП остается высокой, возможно, из-за того, что восстановительные эквиваленты из хлоропластов поступают в митохондрии и окисляются с участием внешних дегидрогеназ и АОХ.

Таким образом, нами установлено, что в процессе зеленения дыхание проростков пшеницы возрастало. Увеличение интенсивности дыхания происходило в основном за счет вовлечения альтернативного пути. Наши данные согласуются с представлениями о функциональном взаимодействии митохондрий и хлоропластов клетки. Одна из возможных функций альтернативного дыхания – защита ЭТЦ митохондрий и хлоропластов от перевосстановления.

ЛИТЕРАТУРА

Заленский О.В. О взаимоотношениях между фотосинтезом и дыханием // Бот. журн., 1987. Т. 42. № 11. С. 1674-1690.

Заленский О.В. Эколого-физиологические аспекты фотосинтеза (Тимирязевские чтения; Т. 37). Л., 1977. 56 с.

Семихатова О.А. Чулановская М.В. Манометрические методы изучения дыхания и фотосинтеза растений. М.: Наука, 1965. 168 с.

Florez-Sarasa I., Ostaszewska M., Galle A. et al. Changes of alternative oxidase activity, capacity and protein content in leaves of Cucumis sativus wild-type and MSC16 mutant grown under

different light intensities // *Physiol. Plant*, 2009. Vol. 137. P. 419-426.

Ribas-Carbo M., Robinson, S.A., Gonzalez-Meler M.A. et al. Effects of light on respiration and oxygen isotope fractionation in soybean cotyledons // *Plant, Cell and Environment*, 2000. Vol. 23. P. 983-989 .

Noguchi K., Yoshida K. Interaction between photosynthesis and respiration in illuminated leaves // *Mitochondrion*, 2008. Vol. 8. P. 87-99.

Noguchi K. Effects of Light Intensity and Carbohydrate Status on Leaf and Root Respiration // *Advances in Photosynthesis and Respiration*, 2005. Vol. 18. 250 p.

РЕЗОЛЮЦИЯ
XVIII Всероссийской Молодежной научной конференции
«Актуальные проблемы биологии и экологии»
(Сыктывкар, 4-8 апреля 2011 г.)

XVIII Всероссийская молодежная научная конференция «Актуальные проблемы биологии и экологии» проходила с 4 по 8 апреля 2011 г. в стенах Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Организовывал конференцию Совет молодых ученых при поддержке администрации Института биологии и Президиума Уральского отделения РАН. Научная программа включала рассмотрение следующих основных направлений конференции: 1. Изучение, охрана и рациональное использование животного мира; 2. Изучение, охрана и рациональное использование растительного мира; 3. Структурно-функциональная организация и антропогенная трансформация экосистем; 4. Морфолого-физиологические и молекулярно-генетические аспекты влияния экологических факторов на организмы. 5. Физиология, биохимия и биотехнология растений. Основная цель конференции – общение молодых исследователей друг с другом, поиск новых идей и возможность представить и обсудить в кругу квалифицированных специалистов результаты своих научных исследований.

В работе конференции приняли участие 140 человек, из них 52 – из других городов России (Апатиты, Архангельск, пос. Борок, Вологда, Вуктыл, Екатеринбург, Ижевск, Казань, Киров, Москва, Новосибирск, Пермь, Санкт-Петербург, Уфа, Ярославль), представляющие более 28 организаций, среди которых научные и природоохранные учреждения, высшие учебные заведения. Среди участников – один доктор наук, более 40 кандидатов наук разных специальностей, 42 аспиранта и 26 студентов.

На церемонии открытия конференции со словами приветствия к участникам и гостям обратился председатель оргкомитета и.о. директора Института биологии д.б.н. С.В. Дегтева и председатель Совета молодых ученых Института биологии к.б.н. О.Е. Валуйских.

На пленарном заседании прозвучало четыре доклада, которые сделали сотрудники Института биологии: д.б.н., проф. В.Г. Зайнуллин «Биология низкоинтенсивных воздействий», к.б.н., доцент В.В. Елсаков «Растительный покров пастбищных угодий северного оленя в условиях климатических и антропогенных влияний последних десятилетий», к.б.н., доцент Е.М. Лаптева «Биологическая активность почв: методы оценки и проблемы интерпретации результатов» (в соавторстве с к.б.н. Виноградовой Ю.А.), к.б.н. М.А. Батурина «Малые реки среднетаежной зоны: комплексная характеристика» (в соавторстве с к.б.н. О.Н. Кононовой, к.б.н., доцентом Б.Ю. Тетерюком, Л.Г. Хохловой).

Всего на конференции было сделано 127 докладов. Значительная часть представленных сообщений отражала результаты исследований студентов и аспирантов по проблемам изучения, охраны и рационального использования животного мира. Серьезное внимание было уделено анализу последствий антропогенного воздействия на структурно-функциональную организацию экосистем и проблем индикации загрязнений и восстановления нарушенных территорий. Обсуждены проблемы генетики, радиобиологии и радиоэкологии, итоги исследований в области физиологии растительных и животных организмов, биохимии растений, биотехнологии. Доклады молодых ученых, прозвучавшие в рамках секционных заседаний, свидетельствуют о высоком теоретическом и практическом уровнях, комплексном подходе к решению многих проблем, а также дают возможность ознакомиться с последними достижениями в различных областях биологии и экологии. Оргкомитет и оценочная комиссия конференции отметили высокий научный уровень большинства докладов, практическую направленность работ многих начинающих исследователей, а также повышение уровня исследований тех докладчиков, которые неоднократно представляли свои материалы на конференции. Лучшим докладчикам были вручены почетные грамоты, благодарственные письма и памятные подарки.

В рамках конференции к.б.н. И.Ф. Чадиным (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН) была проведена обзорная лекция «Результаты научных исследований: правовая охрана и внедрение», которая вызвала большой интерес у слушателей.

На закрытии XVIII Всероссийской молодежной научной конференции были заслушаны отчеты председателей секций о работе и объявлены лучшие научные доклады, авторы которых получили ценные призы, и озвучены результаты конкурса фотографий. И.о. директора Института биологии

д.б.н. С.В. Дегтева подвела итог работы конференции, отметив, что общение в рамках такого мероприятия способствует плодотворной работе научной молодежи, расширяет кругозор молодых исследователей, способствует установлению новых возможностей для сотрудничества молодых специалистов из разных регионов России.

В период работы конференции были организованы экскурсии в Музей археологии (Институт языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН), Музей геологии им. А.А. Чернова (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН), этнографический отдел Национального музея Республики Коми. Кроме того, был проведен конкурс фотографий на тему «Объект исследований или я изучаю ЭТО». В конкурсе принимали участие как молодые ученые из г. Сыктывкар, так и гости из других городов России. Лучшие фотоработы размещены на страничке СМУ Института биологии (<http://ib.komisc.ru/add/smu/>).

Программа работы конференции выполнена в полном объеме. Участники конференции отметили как высокий уровень организации и проведения конференции, актуальность обсуждаемых аспектов и значимость полученных сведений для научной работы, так и насыщенную, интересную культурную программу. Совет молодых ученых благодарит администрацию Института биологии Коми НЦ и Президиум Уральского отделения РАН за помощь и поддержку при проведении конференции.

По итогам работы конференции принята **резолюция**:

1. Институту биологии Коми НЦ УрО РАН издать материалы докладов, представленных на конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии» тиражом 180 экз.
2. Совету молодых ученых разместить электронную версию Материалов докладов XVIII Всероссийской молодежной научной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии» на сайте Института биологии.
3. Продолжить чтение в рамках молодежной конференции лекций, посвященных обзору различных вопросов современной науки.
4. Совету молодых ученых Института биологии Коми НЦ УрО РАН провести XIX Всероссийскую молодежную научную конференцию «Актуальные проблемы биологии и экологии», посвященную памяти А.И. Таскаева, в апреле 2012 г.

Сопредседатель организационного комитета
XVIII Всероссийской молодежной научной конференции,
председатель Совета молодых ученых
к.б.н. **О.Е. Валуйских**

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Секция 1. Изучение, охрана и рациональное использование растительного мира	
<i>Березина М.О.</i> Литоральные фитоценозы зеленых макроводорослей в условиях загрязнения Белого моря.....	4
<i>Бушуева М.Б., Бурова Н.В.</i> Флористические особенности ельников юго-востока Архангельской области	6
<i>Валуйских О.Е., Rogozina O.A.</i> О распределении корневой системы <i>Rubus chamaemorus</i> L.	8
<i>Дубровский Ю.А.</i> Лиственничные леса и редколесья Северного и Приполярного Урала	10
<i>Дулин М.В.</i> Печеночники озера Большая Лагорга (Республика Коми)	13
<i>Жук М.А.</i> Распространение диких родичей культурных растений на территории Архангельской области	15
<i>Журавлева И.А., Бобров Ю.А.</i> Заметки об онтоморфогенезе <i>Solanum dulcamara</i> L. (Solanaceae)	19
<i>Зянкина Е.Н.</i> Распространение <i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden. в Воткинском районе Удмуртской Республики	22
<i>Иванова Н.В.</i> Особенности распространения лобарии легочной в Костромском Заволжье	24
<i>Караваева Н.В.</i> Сохранение особей <i>Althaea officinalis</i> L. в ботаническом саду Удмуртского университета	26
<i>Кириллов Д.В., Паламарчук М.А.</i> Агарикоидные базидиомицеты города Сыктывкар и его окрестностей	28
<i>Кириллова И.А.</i> <i>Dactylorhiza cruenta</i> (O. F. Muell) Soo (Orchidaceae) в Республике Коми	30
<i>Косолапов Д.А.</i> Разнообразие трутовых грибов национального парка «Югыд ва» (Республика Коми)	33
<i>Манов А.В.</i> Состояние древостоев и подроста старовозрастных ельников притундровой зоны Печорского бассейна	35
<i>Мингалева Н.А.</i> Структура, размещение и жизненное состояние зеленых насаждений города Сыктывкар	38
<i>Новаковская И.В.</i> Коллекция живых культур водорослей Института биологии Коми НЦ УрО РАН	41
<i>Новаковский А.Б.</i> База данных метеорологических наблюдений суточного разрешения и способы ее использования для анализа растительности	42
<i>Паламарчук М.А.</i> Агарикоидные базидиомицеты бассейна реки Кожим (Приполярный Урал)	45
<i>Паринова Т.А.</i> Продуктивность и кормовая ценность лугов островной поймы низовой реки Северная Двина	47
<i>Плюснин С.Н., Загидуллина Э.Р.</i> Субстратные и ландшафтные различия эпилитно-эпигейных лишенобиот Южного Урала (на примере Республики Башкортостан)	49
<i>Рубцова В.Е., Парицкова Т.В.</i> Изучение дикорастущих популяций двукисточника тростникового в Республике Коми	52
<i>Стерлягова И.Н.</i> Структура фитопланктона горно-долинного и ледникового озер Приполярного Урала	54
<i>Титов Е.А.</i> Эколого-ценотические группы сосудистых растений болота Мэдла-Пэв-Нюр	57
<i>Филиппов Д.А.</i> Разнообразие верховых болот Вологодской области	59
<i>Филиппов Д.А., Дулин М.В.</i> Печеночники окрестностей деревни Марковская (Усть-Кубинский район, Вологодская область).....	61
<i>Червякова Н.А.</i> Изучение сохранности, роста и продуктивности климатипов ели в Республике Коми.....	63
<i>Черепанова О.Е., Петрова И.В.</i> Градиенты среды и генетическая дифференциация популяций <i>Pinus sylvestris</i> L. в Западной Сибири	66
<i>Шаньгина Н.П.</i> Естественное возобновление и морфометрические характеристики елового подроста под пологом ельников черничных	68
<i>Эчишвили Э.Э., Фомина М.Г.</i> Интродукция <i>Hedysarum alpinum</i> L. в среднетаежной подзоне Республики Коми	71
Секция 2. Изучение, охрана и рациональное использование животного мира	
<i>Безбородов А.С.</i> Встречаемость баренцевоморских вселенцев в траловых уловах в Белом море в период 2000-2010 гг.	73
<i>Белых В.В.</i> Сезонные изменения микобиоты у <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) из реки Човью	75
<i>Булгакова М.В.</i> Паразитофауна гольяна <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) из реки Большая Визинга (бассейн реки Выгчегда).....	77
<i>Вихрев И.В.</i> Историческая динамика границ ареала жемчужницы европейской <i>Margaritifera margaritifera</i> (L.) на северо-западе России	79
<i>Гаврилина Л.Е., Ситар А.А.</i> Встречаемость опухолей и их локализация у <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) в реке Шайтановка (бассейн верхнего течения реки Печора).....	81

Гарюшкина М.Ю. Успешность размножения сизой чайки (<i>Larus canus</i>) на юге Западной Сибири	83
Герлинг А.Ю. Состояние популяций <i>Rana temporaria</i> Linnaeus из водоемов с различной антропогенной нагрузкой	85
Данилова Е.В. Миграция гусеобразных в низовьях реки Сысола (Республика Коми)	87
Евтушенко З.В. Зоопланктон озера «Золотицкое» в районе горно-обогатительного комбината месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова	89
Зиновьева А.Н. Энтомофауна болотного заказника «Симвинский»	90
Ивичева К.Н., Филоненко И.В. Многолетние изменения в бентосных сообществах Белого озера Вологодской области	93
Комарова А.С., Борисов М.Я., Тропин Н.Ю. Особенности питания хариуса европейского <i>Thymallus thymallus</i> (L.) некоторых рек вологодской области	96
Кононова О.Н. Зоопланктон озера Большой Харбей (Большеземельская тундра)	98
Королев А.Н., Порошин Е.А. Основные итоги изучения миграционной активности копытных (Artiodactyla, Mammalia) в рамках проекта ПРООН/ГЭФ 00059042 «Укрепление системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в целях сохранения биоразнообразия первичных лесов в районе верховьев реки Печора»	100
Костромина О.А. Фауна моногеней гольяна обыкновенного (<i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) из реки Човью	102
Кудрин А.А. Структура населения почвенных нематод лесных и луговых биотопов поймы реки Печора	104
Кулакова О.И. Особенности экологии перламутровки благородной (<i>Issoria eugenia</i>) (Lepidoptera, Nymphalidae) на европейском Северо-Востоке России	106
Липатов В.Ю., Мурылев А.В., Петухов А.В. Сравнительная характеристика температурного режима зимнего клуба пчел среднерусской и карпатской рас	108
Любас А.А., Беспалая Ю.В. Видовой состав и разнообразие субфоссильных моллюсков в аллювиальных отложениях на поверхности травертинового каскада древнего термального источника урочища Пымвапор (Большеземельская тундра)	110
Лютиков А.А. Опыт промышленного воспроизводства нельмы (<i>Stenodus leucichthys nelma</i> Pall.) в Ленинградской области	111
Мурылев А.В., Липатов В.Ю., Петухов А.В. Изменение точки кристаллизации тканей тела медоносных пчел в течение года	114
Накул Г.Л. Пространственная и социальная структура колоний чаек и крачек в Малоземельской тундре	117
Платонова М.А. Охрана насекомых на территории национального парка «Русский Север»	119
Потапов Г.С. Широкая изменчивость фауны и населения шмелей (<i>Hymenoptera, Apidae, Bombus</i>) Архангельской области	121
Рафиков Р.Р. Морфологическая изменчивость ерша <i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.) водоема-охладителя Печорской ГРЭС	123
Рыжко О.В., Колесникова А.А. Микростациональное распределение насекомых в среднетаежных лесах Койгородского района Республики Коми	125
Рябова Е.А. Промысловые запасы ценных сиговых видов рыб и их освоение в Республике Коми	127
Селиванова Н.П. Орнитофауна верхнего течения реки Лемва (Приполярный Урал)	129
Соколова С.Е. Фауна и население моллюсков Кожозерской группы озер	131
Тропин Н.Ю. Изменчивость фенотипической окраски окуня в водоемах Вологодской области	133
Улютичева А.Е. Морфофункциональная индикация состояния популяций ельца некоторых рек Вологодской области	135
Цепелева М.Л. Сезонная динамика зообентоса реки Погиблица	138
Шалыгин М.В., Скворцова Е.Г. Влияние температуры на активность протеиназ химуса, слизистой оболочки кишечника и энтеральной микробиоты у плотвы и судака	140
Шашков М.П. Население дождевых червей широколиственных лесов Калужской области	142
Шелепаев О.А. Влияние факторов среды на видовой состав ихтиофауны некоторых прудов бассейна реки Кама	145
Шилов Н.И. Характеристика зообентоса водоемов Ботанического сада Сыктывкарского государственного университета	148
Шмань Е.Н., Таскаева А.А. Коллемболы (Collembola) сосновых лесов заказника «Белый»	150
Шубина Н.С. Урожайность ягодных кормов тетеревиных птиц в бассейне среднего течения реки Печора в 2010 году	151

Секция 3. Структурно-функциональная организация и антропогенная трансформация экосистем

Анчугова Е.М. Влияние различных приемов рекультивации на распределение углеводов в почве	153
Боднарь И.С. Экопатологии у детского населения Республики Коми	155
Виноградова Ю.А. Численность и биомасса микроорганизмов аллювиальных почв долины реки Илыч (Печоро-Илычский заповедник, Республика Коми)	158
Дымов А.А., Ракина Д.А. Изменение качественного и количественного состава древесного опада в процессе вторичных сукцессий растительности после рубок главного пользования	160
Жангуров Е.В., Дымов А.А. Морфологическое строение и физико-химическая характеристика почв горной тундры Приполярного Урала (хребты Малды-Нырды, Росомаха)	161
Захаров А.Ю. О закономерностях роста сосны по диаметру при рубках ухода	164

<i>Злобин С.С., Березин Г.И., Жмак М.С., Слостникова Е.М., Фокина А.И.</i>	
Опыт применения методов химического анализа в поиске микроорганизмов – детоксикаторов поллютантов	166
<i>Иноземцева М.О.</i> Морфологическая и физиологическая изменчивость берез в условиях техногенного загрязнения	168
<i>Каверин Д.А., Мажитова Г.Г., Пастухов А.В.</i> Современное состояние мерзлотных почв европейского северо-востока России	170
<i>Качинский В.Л., Костюк Д.Н.</i> Техногенная трансформация почв и почвенного покрова территории Коровинского газоконденсатного месторождения (Малоземельская тундра)	172
<i>Конакова Т.Н., Колесникова А.А.</i> Видовой состав и структура населения герпетобионтов Carabidae, Staphylinidae) в хвойных среднетаежных лесах Республики Коми	175
<i>Кузванов И.М.</i> Определение метилзамещенных фенолов в объектах окружающей среды методом ГХ-ДЭЗ/МС	177
<i>Кузнецов М.А.</i> Продукция и запасы органического углерода в ценозе заболоченного ельника средней тайги	179
<i>Кузьмина Е.С.</i> Сравнительный анализ экологической структуры сосняков брусничных в Северной Норвегии и Республике Коми	180
<i>Кутявин И.Н.</i> Естественное возобновление коренных сосняков в предгорьях Урала бассейна верхней Печоры	183
<i>Кызжурова Е.В.</i> Трансформация соединений алюминия в экспериментальной системе органическое вещество-почва	185
<i>Лиханова И.А.</i> Оптимизация восстановления посттехногенных лесных экосистем в подзоне крайнесеверной тайги	187
<i>Мигловец М.Н.</i> Эмиссия метана в системе «фитоценоз-атмосфера» болотной экосистемы	190
<i>Михайлов О.А.</i> Использование метода микровихревых пульсаций для оценки потоков диоксида углерода в болотной экосистеме	192
<i>Навродская Е.Б.</i> Изменение химических и биологических показателей состояния почв лесных и болотных экосистем средней тайги Западной Сибири под воздействием техногенных углеводородов и легкорастворимых солей	194
<i>Осипов А.Ф.</i> Динамика температуры почвы в спелом сосняке чернично-сфагновом в 2008-2010 гг.	196
<i>Романис Т.В.</i> Характеристика почв в катенном ряду термального урочища Пымвашор (Полярное Предуралье)	199
<i>Семущина М.П.</i> Характеристика сорбционных свойств верхового торфа по отношению к несимметричному диметилгидразину	200
<i>Скютте Н.Г.</i> Применение термосъемки для визуализации тепловых аномалий	203
<i>Сорокина О.И.</i> Антропогенная трансформация микроэлементного состава древесных растений города Улан-Батор	204
<i>Тимушев А.О., Мингалеева Н.А., Пестов С.В.</i> Пространственно-временные изменения повреждения листьев тополя в зеленых насаждениях города Сыктывкар	208
<i>Холопов Ю.В.</i> Морфологическое строение торфянисто-подзолисто-глеватых почв (на пылеватых суглинках) европейского Северо-Востока	210
<i>Хрущева С.В.</i> Характеристика городских почв Новодвинска и их свойства	212
Секция 4. Морфолого-физиологические и молекулярно-генетические аспекты влияния экологических факторов на организмы	
<i>Вахрушева О.М.</i> Методологии оценки риска радиационного воздействия на окружающую среду	215
<i>Велегжанинов И.О., Мезенцева В.Н., Москалев А.А.</i> Радиоадаптивный ответ спленоцитов мышей линии SHK, развивавшихся в условиях воздействия хронического низкоинтенсивного облучения	217
<i>Дружинин С.В., Киселев Г.П.</i> Накопление растениями космогенного изотопа бериллия-7 за вегетационный период	220
<i>Мезенцева В.Н., Велегжанинов И.О., Москалев А.А.</i> Влияние сверхэкспрессии генов стресс-ответа (<i>tnk</i> , <i>Brc2</i> , <i>Cyp4e2</i> , <i>spn-B</i> , <i>Hus1</i>) на уровень повреждения ДНК и частоту апоптоза в нейробластах <i>Drosophila melanogaster</i>	222
<i>Плюснина Е.Н., Москалев А.А.</i> Влияние сверхэкспрессии гена D-GADD45 на продолжительность жизни и стрессоустойчивость особей <i>Drosophila melanogaster</i>	224
<i>Пыстина А.В.</i> Влияние серпистена на поведенческие реакции белых беспородных мышей	227
<i>Романова Е.В., Москалев А.А.</i> Изменение продолжительности жизни после облучения у особей линий <i>Drosophila melanogaster</i> с мутациями в генах <i>Hsp</i> и <i>Hsf</i>	230
<i>Старобор Н.Н.</i> Характеристика процессов размножения полевок-экономок из биоценозов с различной радиоактивностью	233
<i>Стрекаловская А.В.</i> Поведенческие реакции мышей при действии стрессовых факторов и серпистена	235
<i>Юшкова Е.А., Рочева Л.К., Старцева О.А.</i> Реакция нейробластов личинок дрозофилы на совместное действие низкоинтенсивного облучения и гиперцицина в разных концентрациях	237
<i>Юшкова Е.А., Старцева О.А.</i> Оценка последствий радиационно-индуцированной активности мобильных генетических элементов по частоте повреждений ДНК в клетках нервных ганглиев <i>Drosophila melanogaster</i>	240

Секция 5. Физиология, биохимия и биотехнология растений и микроорганизмов

<i>Башкинова О.В., Романычева А.А., Верюжская Н.Н.</i> Структурно-функциональные изменения микробного сообщества почв южной промышленной зоны города Ярославль под влиянием техногенеза	242
<i>Герлинг Н.В.</i> Рост и структура ассимиляционного аппарата можжевельника обыкновенного в условиях разной освещенности хвойных лесов	244
<i>Гляд Ю.И., Шадрин Д.М., Пылина Я.И.</i> Возможность использования молекулярно-филогенетического метода в изучении распределения экдистероидов (на примере семейства <i>Caryophyllaceae</i> Juss.)	247
<i>Жилин Н.А.</i> Действие карбоната натрия и дальнего красного света на прорастание семян ячменя сорта БИОС 1	249
<i>Крутикова Е.Ю., Смирнова Э.А., Бахтенко Е.Ю.</i> Фотосинтетическая деятельность и зерновая продуктивность сортов рода <i>Avena</i> в условиях Вологодской области	251
<i>Лащманова Е.А., Кузванова О.А.</i> Содержание и состав пигментов в вегетативных и репродуктивных органах <i>Rubus chamaemorus</i> (Rosaceae)	254
<i>Мальшев Р.В.</i> Морозоустойчивость и температура замерзания воды в почках древесных и верхушках корневищ травянистых растений	256
<i>Матистов Н.В.</i> Содержание аскорбиновой кислоты в некоторых представителях рода <i>Allium</i> L.	258
<i>Мусихина Е.Д.</i> Инвазивные виды как источник экологической угрозы на примере борщевика Сосновского (<i>Heraclium sosnowskyi</i> Manden)	260
<i>Овсянников А.Ю.</i> Использование флуоресцентных параметров хлорофилла для описания физиологического состояния фотосинтетического аппарата хвои растений рода <i>Picea</i>	262
<i>Попов А.В.</i> Влияние метеорологических факторов на фенологические, биометрические и продуктивные показатели сортов картофеля различных групп спелости в условиях Республики Коми	265
<i>Сорокань А.В., Бурханова Г.Ф., Черепанова Е.А., Максимов И.В.</i> Полисахарид-специфичные пероксидазы картофеля в защитных реакциях против возбудителя фитофтороза	267
<i>Хамидуллина Л.А., Баташева С.Н.</i> Сравнительный анализ реакции симпластных и апопластных растений на введение нитрата калия в апопласт	270
<i>Шадрин Д.М., Пылина Я.И.</i> Биологически активные вещества <i>Anthyllis vulneraria</i> L., произрастающего на европейском северо-востоке России	272
<i>Шаравин Д.Ю., Ковалевская Н.П., Чудинова Л.А.</i> Изучение фитосимбиоза метилотрофных бактерий при солевом шоке пшеницы	274
<i>Шелепаев О.А., Ковалевская Н.П.</i> Биотехнологический потенциал фототрофных несерных пурпурных бактерий при очистке воды от поливалентных металлов	276
<i>Шелякин М.А.</i> Дыхание проростков пшеницы сорта «Иргина» при деэтиоляции	278
Резолюция	282

Научное издание

**XVIII Всероссийская молодежная научная конференция
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ»**

*Рекомендовано к изданию ученым советом
Института биологии Коми НЦ УрО РАН*

Редактор Л.А. Федорова
Оригинал-макет Е.А. Волкова
Художник О.П. Велегжанинов

Лицензия № 0047 от 10.01.99.

Компьютерный набор. Подписано в печать 12.12.2011. Формат 60×84¹/₈. Печать офсетная.
Бум. офсетная. Усл. печ. л. 36.0. Уч.-изд. л. 35.5. Тираж 180. Заказ № 54.

Редакционно-издательский отдел Коми научного центра УрО РАН.
167982, ГСП, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48.