

Российская академия наук
Уральское отделение
Коми научный центр
Институт биологии

XVII Всероссийская молодежная научная конференция

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Материалы докладов

5-9 апреля 2010 г.

Сыктывкар, Республика Коми, Россия

Сыктывкар 2010

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ: Материалы докладов XVII Всероссийской молодежной научной конференции (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 5-9 апреля 2010 г.). – Сыктывкар, 2010. – 268 с. (Коми научный центр УрО РАН).

Представлены материалы докладов XVII 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 А.И. Таскаев (отв. редактор),
к.б.н. Д.А. Косолапов (зам. отв. редактора), к.б.н. О.Е. Валуйских (отв. секретарь)

При поддержке Президиума Уральского отделения РАН

ISBN 978-5-89606-431-2

© Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2010
© Коми научный центр УрО РАН, 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

Незаметно прошел год. Вновь наступил апрель, а значит, настала пора XVII Всероссийской молодежной научной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии», которая прошла с 5 по 9 апреля 2010 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 146 чел., из них 54 – из других городов России, среди которых два доктора наук, более 60 кандидатов наук разных специальностей, 42 аспиранта и 33 студента.

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 (насекомые), изучение бентоса и паразитофауны, криптогамные организмы, флора и растительность, эколого-популяционные и морфологические исследования высших растений, исследования почв. Существенное внимание уделено вопросам, связанным с последствиями загрязнения окружающей среды поллютантами различной природы, изменением структурно-функциональной организации экосистем при антропогенном воздействии. Рассмотрены биотехнологические исследования, молекулярно-генетические и физиолого-биохимические механизмы устойчивости и продуктивности.

Представленные в сборнике доклады 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 материалов выпущен по итогам работы конференции, в него вошли доклады сделанные участниками. При издании книги проведено техническое редактирование присланных 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, а также Профком Института биологии за помощь и поддержку при проведении конференции. Оргкомитет выражает признательность всем участникам конференции за интересные доклады, активное участие и положительную оценку его работы.

Оргкомитет

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ЛЕСА ПРЕДГОРНЫХ И ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (БАССЕЙН РЕКИ ИЛЫЧ)

Ю.А. Дубровский

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: dubrovsky@ib.komisc.ru

Интенсивное лесопользование в таежной зоне привело к существенной трансформации лесных экосистем. Массивы мало нарушенных и девственных лесов в Европейской части России сегодня крайне немногочисленны и занимают подчиненные площади в составе лесного фонда. В Республике Коми девственная темнохвойная тайга сохранилась преимущественно в предгорьях и на западном макросклоне Уральских гор в пределах двух особо охраняемых природных территорий федерального значения – Печоро-Илычского биосферного заповедника и национального парка «Югыд ва». Растительный покров этих резерватов, занимающих в общей сложности площадь порядка 3 млн. га, изучен еще далеко не достаточно. Исследователи, работавшие на территории заповедника в разное время (Говорухин, 1929; Корчагин, 1940; Ланина, 1963; Горчаковский, 1966; Взаимосвязи компонентов..., 1980; Непомилуева, 1992; Флора и растительность..., 1997; Сукцессионный..., 2006) в основном делали акцент на изучении коренных старовозрастных темнохвойных лесов, развивающихся в режиме спонтанной динамики. Естественное развитие климаксовых лесных сообществ нарушается такими катастрофическими природными факторами, как пожары и ветровалы, в результате которых формируются массивы производных березовых и осиновых лесов. Вторичные мелколиственные леса, которые в настоящее время занимают в резервате заметные площади, остались малоизученными. Также недостаточны сведения о лесных сообществах горной ландшафтной зоны, особенно о разнообразии редколесий подгольцового пояса. Следовательно, углубленное исследование отдельных лесных формаций и типов растительности необходимо продолжать.

В рамках данной работы изучение лесного покрова проведено в бассейне р. Илыч (верхнее и среднее течение), водосбор которой охватывает предгорные и горные ландшафты. Растительный покров имеет сложную организацию, что обусловлено его подзональным членением и наличием вертикальной поясности. Все это наряду

с естественными и катастрофическими динамическими сменами лесных фитоценозов позволяет рассматривать бассейн р. Илыч как хороший модельный участок для изучения естественной структуры и динамики лесного покрова таежного биома. Целью работы было выявление видового и ценотического разнообразия растительного мира лесов верхнего и среднего течения р. Илыч (в границах Печоро-Илычского биосферного заповедника), изучение их динамики.

Исследования были начаты нами в 2004 г. Материал собран совместно с С.В. Дегтевой в ходе пяти полевых сезонов (2004-2009 гг.) и включает в себя 468 геоботанических описаний, выполненных по методикам, которые являются общепринятыми в геоботанике и лесной типологии (Полевая геоботаника, 1964; Нешатаев, 1987; Ипатов, 1998).

При описании растительного покрова степень доминирования вида оценивали непосредственно на всей пробной площади с использованием шкалы господства Ипатова (1998). В процессе анализа материала для каждого синтаксона определяли ценотическую роль видов травяно-кустарничкового яруса методом расчета коэффициента участия (КУ) Ипатова (1998), который учитывает данные о встречаемости и обилии видов. В целях оценки биоразнообразия определяли α -разнообразие (Оценка и сохранение..., 2000). Для определения сходства флористического состава выделенных лесных формаций использован коэффициент Стюггена-Радулеску (Шмидт, 1984). Классификация лесной растительности выполнена в рамках эколого-фитоценотического подхода (Александрова, 1969; Сукачев, 1975; Рысин, Савельева, 2003).

Анализ массива геоботанических описаний показал, что в исследованных лесных сообществах встречается 292 вида сосудистых растений, принадлежащих к 163 родам и 60 семействам. К ведущим семействам относятся *Asteraceae* (33 вида), *Рoaceae* (32), *Сupерacеae* (24), *Ranunculaceae* и *Rosaceae* (по 15 видов) и др. Преобладающие по числу видов семейства объединяют 171 вид, или 58.6% от общего числа так-

сонов. Данный спектр в целом совпадает с перечнями ведущих семейств как для всей зоны тайги (Флора..., 1987), так и для отдельных лесных формаций Республики Коми (Дегтева 1998; Флора..., 2007). Из особенностей стоит отметить уменьшение по сравнению с флорой всей зоны тайги значимости семейства Brassicaceae, что объясняется малым участием адвентивных видов в лесных экосистемах региона. Второй особенностью десятки ведущих семейств является повышение ранга сем. Salicaceae. Более значительную роль, чем во флоре региона, в лесных сообществах резервата играют также семейства Orchidaceae и Apiaceae. Более трети семейств являются одновидовыми, что отражает общую закономерность, обусловленную относительной молодостью флоры территории европейского Севера России.

С фитогеографической точки зрения флору изученных лесных сообществ можно охарактеризовать как бореальную (204 вида, или 69.9%). В долготном спектре наибольшую долю (39%) составляют виды (114), относящиеся к евразийской группе. Наряду с видами, имеющими обширные ареалы, во флоре исследованных сообществ отмечены эндемичные растения, встречающиеся только в пределах Уральской горной страны – *Lagotis uralensis* и *Anemonastrum biarmense*.

По жизненной форме абсолютное большинство растений, характерных для лесов заповедника (236 видов, или 80.8%), относится к травам. Анализ отношения видов, произрастающих в лесах, к фактору общего богатства почв показывает, что наибольшее их число (130, 44.8%) является олигомезотрофами. По отношению к фактору увлажнения значительную долю (148, 50.7%) в списке составляют мезофиты (*Diplazium sibiricum*, *Pyrola minor*, *Vaccinium myrtillus* и др.), предпочитающие нормально увлажненные хорошо дренированные почвы.

При анализе ценоотической приуроченности видов было выявлено, что среди выделенных групп видов наибольшим разнообразием отличаются долинные эколого-ценоотические группы, растения которых предпочитают благоприятные с точки зрения факторов увлажнения и богатства почвы экотопы долин крупных и малых водотоков (39.7% – 110 видов). В составе изученных лесных сообществ присутствуют представители 17 эколого-ценоотических групп, что говорит о широкой области экологического пространства, занимаемой сообществами данного типа растительности. Леса в пределах бассейна среднего и верхнего течения р. Илыч являются местообитаниями 23 видов сосудистых растений, внесенных в список охраняемых видов Республики Коми (2008).

При формационных исследованиях (табл. 1) показано, что наибольшее богатство характерно для ценофлоры еловых лесов. Отрицательное значение коэффициента Стюггена-Радулеску (–0.13), полученное при сравнении флористических списков ельников и березняков предгорных ландшафтов северной части заповедника, свидетельствует об их сходстве. Данный факт объясняется вторичным характером лиственных насаждений, которые в пределах исследованного района формируются в результате катастрофических воздействий на месте темнохвойных лесов. В таких случаях состав травяно-кустарничкового яруса остается в целом неизменным, меняется лишь роль отдельных видов. Наибольшее различие флористических списков (величина коэффициента Стюггена-Радулеску +0.32) обнаруживается при сравнении горных березовых редколесий и осинников. Основу флористических комплексов этих формаций составляют представители разных географических и эколого-ценоотических групп. В осинниках заметную роль играют виды неморальных и неморально-бореальных фракций. Тогда как в сообществах субформации горных березовых ред-

Таблица 1
Таксономический анализ видового состава сосудистых растений различных лесных формаций

Группа формаций, формация	Число			Родовой коэффициент	Число		Доля ведущих семейств (% от общего числа видов)
	видов	родов	семейств		ведущих семейств	крупных родов	
Темнохвойные леса	229	140	54	1.64	16	7	71.7
Ельники	223	139	54	1.6	16	7	72.3
Гихтарники	106	75	38	1.41	4	–	34
Кедровники	51	38	26	1.21	1	–	15.2
Светлохвойные леса							
Лиственничники	59	47	28	1.19	2	1	18.9
Сосняки	46	33	21	1.39	2	1	34.8
Лиственные леса	239	143	53	1.68	17	5	52.9
Березняки	180	116	47	1.57	14	5	69.8
Горные берёзовые редколесья и криволесья	137	89	40	1.54	8	2	54
Осинники	112	85	38	1.32	6	1	50

колесий значительная часть списка сосудистых растений представлена видами северных фракций. Общей чертой списков наиболее значимых с ценотических позиций видов изученных формаций (табл. 2) является преобладание таежно-лесных видов, формирующих консервативное ценотическое ядро, сохраняющее свои основные характеристики в различных лесных формациях заповедника.

При классификации лесной растительности верхнего и среднего течения р. Илыч нами был разработан продромус (Дубровский, 2009), в котором учтены результаты исследований, проводившихся на данной территории ранее. Всего выделено 79 синтаксонов в ранге ассоциации, из которых 35 являются новыми для Печоро-Илычского заповедника. Показано, что наиболее разнообразными с ценотической точки зрения на исследованной территории являются еловые и березовые леса (25 и 17 ассоциаций соответственно). Их высокое типологическое разнообразие обусловлено широкой экологической амплитудой видов-эдификаторов. Березовые редколесья и криволесья характерны для подгольцового пояса Северного Урала, однако там занимают разнообразные типы местообитаний, чем и объясняется их заметное ценотическое разнообразие – 13 ассоциаций. Пихтарники (10 ассоциаций) и осинники (семь ассоциаций) в силу особенностей экологической валентности видов-эдификаторов формируются в более узком спектре местообитаний, тяготеют к экотопам с несколько более богатыми, нормально увлажненными почвами, приуроченным к

склонам увалов и речных долин. Остальные лесные формации занимают в заповеднике незначительные площади и не отличаются заметным типологическим разнообразием (сосняки – три ассоциации, лиственничники и кедровые леса – по две ассоциации).

В условиях заповедного фонда лесная растительность развивается в режиме спонтанной динамики. Наиболее распространенными на территории резервата являются старовозрастные еловые леса, которые длительное время не подвергаются сильному влиянию антропогенного фактора (Коренные..., 2005). В процессе существования таежных ненарушенных экосистем имеют место смены растительности, вызванные как изменением экологических условий (формирование лесной растительности на аллювиальных наносах, естественное заболачивание), так и катастрофическими факторами (пожары, ветровалы). Результаты классификации лесов северной части Печоро-Илычского заповедника позволили выделить серии ассоциаций, объединяющие синтаксоны разных формаций, которые различаются только составом видов-эдификаторов. Эти серии послужили дополнительным материалом для построения схем гипотетических смен в растительном покрове.

Первичные сукцессии со сменой типов растительности распространены в долинах рек. В условиях заповедного режима на пойменных лугах без регулярного использования (сенокосение, выпас) поселяются кустарники (в первую очередь представители рода *Salix*), либо лиственные деревья (береза и осина), кроны

Таблица 2
Значения коэффициентов участия наиболее ценотически значимых видов основных лесных формаций

Вид	Ельники	Пихтарники	Березняки	Осинники	Березовые редколесья
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0.421	0.423	0.383	0.482	0.449
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	0.228	0.355	0.197	0.402	0.023
<i>Trientalis europaea</i>	0.140	0.194	0.154	0.174	0.158
<i>Linnaea borealis</i>	0.199	0.137	0.129	0.106	–
<i>Oxalis acetosella</i>	0.166	0.147	0.092	0.128	–
<i>Equisetum sylvaticum</i>	0.159	0.046	0.052	0.031	0.025
<i>Dryopteris expansa</i>	0.043	0.430	0.021	0.019	0.01
<i>Maianthemum bifolium</i>	0.057	0.191	0.066	0.141	–
<i>Phegopteris connectilis</i>	0.002	0.108	0.001	–	0.001
<i>Rubus arcticus</i>	0.072	0.014	0.107	0.026	0.009
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	0.133	0.005	0.198	0.203	–
<i>Rubus saxatilis</i>	0.038	0.024	0.092	0.170	–
<i>Melampyrum pratense</i>	0.026	0.024	0.042	0.104	0.009
<i>Avenella flexuosa</i>	0.058	0.106	0.114	0.007	0.368
<i>Solidago virgaurea</i>	0.028	0.038	0.054	0.064	0.245
<i>Bistorta major</i>	0.001	0.035	–	–	0.229
<i>Calamagrostis purpurea</i>	0.076	0.159	0.057	0.057	0.198
<i>Veratrum lobelianum</i>	0.008	0.037	0.002	–	0.134

Примечание. Серым цветом выделены показатели КУ видов, значимых во всех формациях, жирным выделены ячейки с показателями КУ видов, играющих значительную роль в отдельных формациях.

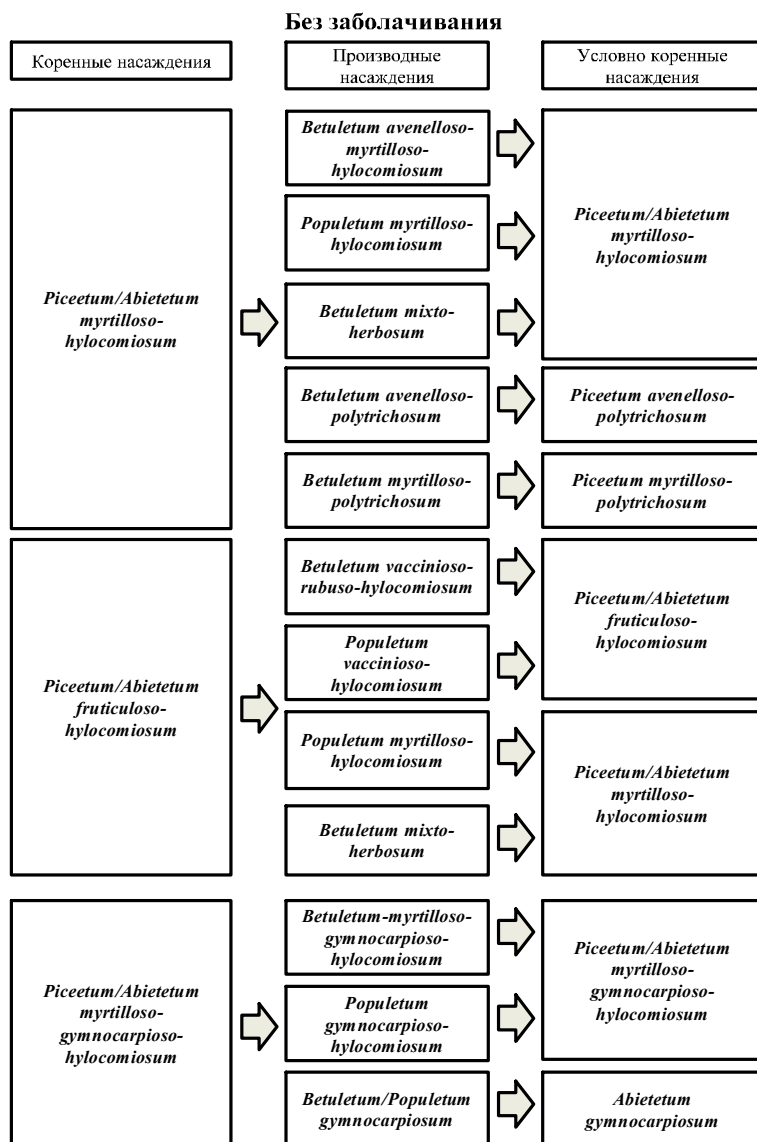
которых постепенно смыкаются. Формируются долинны березняки и осинники первичного происхождения, которые относятся к травяной группе типов леса. В некоторых случаях может происходить процесс заболачивания.

На водораздельных пространствах, где облик растительного покрова определяют леса зеленомошной группы типов, в результате пожаров и ветровалов происходят вторичные (демутационные) сукцессии. Коренные темнохвойные сообщества сменяются во времени лесами, сложенными березой и осинкой (см. рисунок). При этом коренное сообщество может восстанавливаться, а может трансформироваться в другой фитоценоз. Разнообразие производных сообществ выше, чем коренных. Для плоских и пониженных участков водораздельных пространств характерны посткатастрофические смены, происходящие с заболачиванием почв.

Помимо пирогенных и ветровальных сукцессий в лесах резервата происходят естественные смены фитоценозов под влиянием постепенных изменений экологических условий – процессы заболачивания в результате усиления застойного увлажнения. Переувлажненные сфагновые ельники постепенно трансформируются в березняки. Конечным этапом таких сукцессионных процессов является облесенное елью и березой сфагновое болото. В некоторых случаях смена пород может не происходить. Влажные хвощевые ельники на заболоченных водораздельных участках северной тайги сменяются сфагновыми еловыми сообществами. Мощный ковер из сфагновых мхов препятствует успешному возобновлению древесной растительности, и в результате формируется сфагновое болото.

Для детального моделирования закономерностей процессов восстановления коренных лесов на территории северной части резервата наиболее удобным объектом являются сообщества ельников и березняков зеленомошной группы типов леса, которая занимает в заповеднике значительные площади.

Анализ серии описаний производных березняков разных класса возраста, березово-еловых и еловых лесов зеленомошной группы типов, занимающих аналогичные экотопы, показал, что в процессе демутационной сукцессии на гарях таксационные характеристики древостоев изменяются следующим образом. На ранних стадиях восстановительных смен формируется сомкнутый древостой из *Betula pubescens* (II-III клас-



Некоторые схемы вторичных (демутационных) сукцессий в северной части Печоро-Илычского заповедника (без заболачивания)

сы возраста). При увеличении возраста насаждений происходит усложнение структуры древесного яруса, береза и осина в результате изменения светового режима под пологом леса замедляют темпы возобновления уже в сообществах III класса возраста. В насаждениях VI-VII классов возраста идет активное формирование нижнего яруса из хвойных пород (в березняках VIII класса возраста ель и пихта явно доминируют в составе нижних пологов древостоя), которые в спелых насаждениях начинают выходить в первый полог древостоя. Начиная с X-XI класса возраста происходит распад исходного лиственного насаждения и его замена сначала лиственно-хвойным (XII-XIV классы возраста), а затем и хвойным древостоем. Число стволов березы в процессе демутационной сукцессии снижается с 36-76 тыс. шт./га до 64-232 шт./га (табл. 3). Наиболее активная дифференциация насаждений березы (период наибольшего сокра-

Таблица 3
Таксационные параметры березовых насаждений
зеленомошной группы типов

Древостой	Класс возраста насаждения	Амплитуда высоты стволов, м	Амплитуда диаметра стволов, см	Общая сомкнутость крон
Молодые	I	0.5-3	2-4	0.7-0.9
	II-III	6-12	6-15	0.4-0.8
Средневозрастные	IV	8-12	8-24	0.4-0.7
	V	12-16	10-24	0.4-0.8
Приспевающие	VI	14-18	16-26	0.4-0.8
Спелые	VII-VIII	18-22	24-44	0.4-0.8
Перестойные	XIII-XIV	22-24	24-70	0.5-0.7

Примечание. Римскими цифрами указаны классы возраста древостоев.

щения числа стволов) происходит в молодых древостоях. В результате описанных процессов формируются еловые древостой с типичной для темнохвойной тайги разновозрастной структурой.

Смена эдификаторов лесных сообществ приводит к трансформации нижних ярусов фитоценозов, смене доминантов травяно-кустарничкового яруса. Исследования изменения ценотической роли представителей травяно-кустарничкового яруса позволили выявить виды, получающие преимущества в условиях улучшения светового режима на гарях и под пологом производных лиственных лесов (*Rubus arcticus*, *Chaetmaenerion angustifolium*, *Avenella flexuosa* и др., всего 19 видов), растения, восстанавливающие свое значение по ходу сукцессии (*Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Equisetum sylvaticum* и др., всего 20 видов), а также виды, относительно толерантные к пирогенным воздействиям (*Vaccinium myrtillus*, *Linnaea borealis*, *Trientalis europaea* и др., всего 41 вид). Анализ изменений состава и структуры мохово-лишайникового яруса выявил, что уже в насаждениях 9-10-летнего возраста напочвенный покров сформирован в достаточной степени.

В качестве заключения необходимо отметить, что в результате наших исследований были получены данные о разнообразии лесных сообществ значительной части Печоро-Илычского заповедника на видовом и ценотическом уровнях. Составленный продромус учитывает наработки предшественников и может являться основой для продромуса растительного покрова всего резервата. Схемы смен лесной растительности, происходящих в условиях заповедного режима, по всей видимости являются модельными.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова В.Д. Классификация растительности: Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л.: Наука, 1969. 275 с.

Взаимосвязи компонентов лесных и болотных экосистем средней тайги Приуралья. Л.: Наука, 1980. 254 с.

Говорухин В.С. Растительность бассейна реки Илыча (Северный Урал) // Тр. Общества по изучению Урала, Сибири и Дальнего Востока. М., 1929. Т. 1. С. 1-106.

Горчаковский П.Л. Флора и растительность высокогорий Урала / Тр. Ин-та биологии УФ АН СССР. 1966. Вып. 48. 270 с.

Дегтева С.В. Флористический состав среднетаежных осинников Республики Коми. Сыктывкар, 1998. 28 с. (Науч. докл. / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 404).

Дубровский Ю.А. Лесная растительность бассейна р. Илыч в верхнем и среднем течении (в границах Печоро-Илычского заповедника):

Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2009. 19 с.

Ипатов В.С. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. СПб., 1998. 93 с.

Коренные еловые леса предгорного ландшафтного района Печоро-Илычского заповедника / К.С. Бобкова, Э.П. Галенко, С.В. Загирова и др. / Труды Печоро-Илычского заповедника. Сыктывкар, 2005. Вып. 14. С. 19-25.

Корчагин А.А. Растительность северной половины Печоро-Илычского заповедника // Труды Печоро-Илычского заповедника. М., 1940. Вып. 2. 416 с.

Ланина Л.Б. Сибирский кедр в Печоро-Илычском заповеднике // Труды Печоро-Илычского заповедника. М., 1963. Вып. 10. С. 88-219.

Непомилуева Н.И. Темнохвойные леса предгорной ландшафтной зоны в бассейне среднего течения Илыча // Флора и растительность южной части бассейна реки Печора. Сыктывкар, 1992. С. 5-20. (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 126).

Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л., 1987. 192 с.

Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России / О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова, Л.Г. Ханина и др. М.: Науч. мир, 2000. 196 с.

Полевая геоботаника. М.-Л., 1964. Т. III. 530 с.

Рысин Л.П., Савельева Л.И. Еловые леса России. М.: Наука, 2002. 355 с.

Сукачев В.Н., Зонн С.В., Мотовилов Г.П. Методические указания к изучению типов леса. М., 1957. 115 с.

Сукцессионный статус старовозрастных темнохвойных лесов европейской России / О.В. Смирнова, М.В. Бобровский, Л.Г. Ханина и др. // Усп. совр. биологии, 2006. № 1. С. 26-48.

Флора и растительность Печоро-Илычского биосферного заповедника / С.В. Дегтева, Г.В. Железнова, Н.И. Непомилуева и др. Екатеринбург, 1997. 385 с.

Флора Северо-Востока европейской части СССР как ботанико-географическая система / В.А. Мартыненко, Г.В. Железнова, М.В. Гецен и др. Сыктывкар, 1987. 24 с. (Науч. докл. / Коми филиал АН СССР, вып. 166).

Флора сосудистых растений и мхов, биота лишайников и афиллофороидных грибов еловых лесов Республики Коми / С.В. Дегтева, Г.В. Железнова, Д.А. Косолапов и др. Сыктывкар, 2007. 44 с. (Науч. докл. / Коми НЦ УрО РАН, вып. 495).

Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Л., 1984. 288 с.

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ГРУППЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ ПЕЧОРЫ

А.Б. Новаковский

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: novakovsky@ib.komisc.ru

В современной науке о растительности широко практикуется использование представлений об эколого-ценотических группах (ЭЦГ) видов. Под ЭЦГ понимают группу сопряженных видов, встречающихся в одинаковых растительных сообществах и имеющих сходную экологическую приуроченность (Восточноевропейские леса, 2004). Подобные устойчивые сочетания видов, хорошо индицирующие условия среды, применяют при исследованиях динамических процессов и классификации растительности, а также при флористическом анализе. К настоящему времени достаточно детально разработаны системы ЭЦГ для отдельных регионов России (Ниценко, 1969; Зозулин, 1973; Восточноевропейские леса, 2004). Однако с учетом того, что ценотическая роль одного и того же вида в разных частях ареала в той или иной степени меняется (Ниценко, 1969), выявление ЭЦГ в растительном покрове различных регионов остается сегодня актуальной задачей. Отсюда цель работы – разработать систему эколого-ценотических групп сосудистых растений для территории бассейна верхнего и среднего течения р. Печоры.

Для этого необходимо было решить следующие задачи:

1. На основании экологических шкал Г. Элленберга ранжировать виды сосудистых растений, встречающихся в равнинных, предгорных и горных ландшафтных зонах модельного региона по отношению к отдельным экологическим факторам, определить индивидуальные характеристики для видов, не имеющих таковых в этих шкалах.

2. Выделить с использованием комплекса математических методов и разработанного модуля эколого-ценотические группы видов, провести их верификацию путем экспертной оценки и применения различных методов статистического анализа.

3. Провести сравнение предложенной системы ЭЦГ с системами, созданными для других регионов.

4. Проанализировать соотношение выделенных ЭЦГ в различных типах и формациях растительности с учетом специфики ландшафтных зон.

Исходным материалом для анализа служила база данных, включающая в себя массив из 1302 геоботанических описаний, созданная с использованием программного комплекса TURBOVEG (Hennekens, Schaminee, 2001). Всего в базе данных зарегистрирован 491 вид сосудистых растений. Натурные исследования для сбора гео-

ботанического материала проведены специалистами Института биологии Коми НЦ УрО РАН в период с 1987 по 2007 г. в равнинных, предгорных и горных ландшафтах верхнего и среднего течения р. Печора и ее притоков: Унья, Ильч, Велью, Малый Паток, Щугор, Большая Сыня.

Экологические потребности видов сосудистых растений по отношению к четырем ведущим экологическим факторам среды (увлажнению, богатству почв азотом, кислотности и освещенности) определяли с использованием шкал Г. Элленберга (Ellenberg, 1974). Для определения экологических параметров видов, не представленных ранее в шкалах, использовали следующую методику. Для каждого геоботанического описания определили его статус по формуле взвешенного среднего:

$$ST_k = \frac{\sum_{i=1}^N Sp_i * B_{ik}}{\sum_{i=1}^N B_{ik}},$$

где ST_k – статус k -го описания, Sp_i – значение соответствующего экологического параметра i -го вида, B_{ik} – балл обилия i -го вида в k -м описании, N – число видов в описании.

Характеристику вида по отношению к рассматриваемому фактору вычисляли как взвешенное среднее статусов описаний, в которых он был зарегистрирован (Экологическая оценка..., 2005).

Для выявления устойчивых групп видов мы использовали метод расчета межвидовых сопряженностей с использованием коэффициента Бравэ. Коэффициент сопряженности рассчитывали для всех пар видов, зарегистрированных более чем в 20 геоботанических описаниях (постоянство выше 1.5 %). Таким образом, в анализ были вовлечены 245 видов сосудистых растений. В дальнейшем для визуального отображения полученной матрицы и выделения плед сопряженных видов использовали теорию графов. Для автоматизации расчета коэффициентов сопряженности, построения графов и применения к ним разнообразных алгоритмов обработки был разработан авторский модуль «GRAPHS» (Новаковский, 2006).

Ценотическую приуроченность каждого вида к разным типам растительности оценили, применив коэффициент индикаторных значений *IndVal* (Dufkne, Legendre, 1997), реализованный в программе *PC-ORD*. Для этого имеющийся массив геоботанических описаний раздели-

ли по типам растительности (леса, кустарники, болота, луга, горные редколесья, горные тундры). К особым группам были отнесены описания фитоценозов нарушенных территорий (вырубки, гари, ветровалы и антропогенно трансформированные участки), выходов горных пород (скалы, останцы выветривания, гольцы), берегов и мелководий водоемов. Главные зональные растительные сообщества региона – леса подразделили на группы формаций: темнохвойную (ельники и пихтарники), светлосвойную (сосняки) и лиственную (березняки и осинники). По типу местообитаний описания сообществ из каждой группы формаций в свою очередь разбили на водораздельные, особо выделив среди них заболоченные, и долинные.

При обработке материала на графе, отражающем взаимное расположение сопряженных видов, отчетливо обособились семь плеяд и три небольшие переходные группы, которые в совокупности включали 166 таксонов (рис. 1), остальные виды не вошли ни в одну из плеяд. Совокупности видов, составляющих разные плеяды, достаточно четко дифференцированы в пространстве экологических факторов (рис. 2) и характеризуются отчетливо выраженным ценотическим преферентумом в разных растительных сообществах (см. таблицу), поэтому мы можем рассматривать их как «ядра» эколого-ценотических групп (Новаковский, Дегтева, 2008). Исключение составляет самая многочисленная плеяда 7, объединяющая таксоны, приуроченные к экотопам речных долин, которую мы рассматриваем как комплекс ЭЦГ.

Использование коэффициента индикаторных значений для видов с постоянством менее 1.5%, которые на первом этапе обработки данных не были включены в анализ сопряженностей, позволило расширить состав ЭЦГ, «ядра» которых отчетливо обособились при использовании

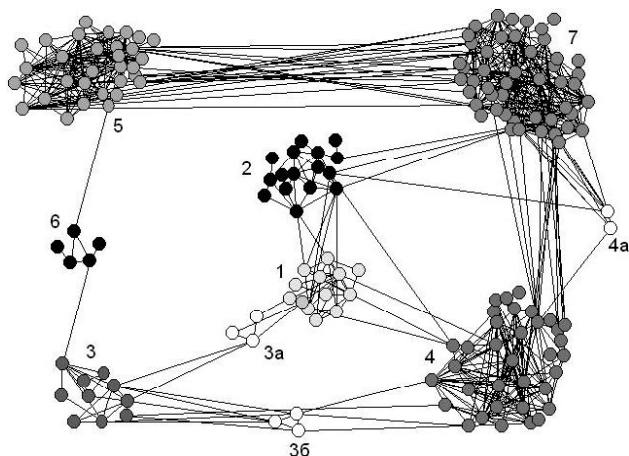


Рис. 1. Граф выделенных плеяд сопряженных видов и переходных групп. Условные обозначения: 1-7 – номера плеяд, 3а, 3б, 4а – переходные группы. Линиями изображены положительные значения коэффициента сопряженности выше 0.35.

методов теории графов, и выделить несколько дополнительных ЭЦГ.

Завершающим этапом построения системы эколого-ценологических групп видов для ландшафтов верхнего и среднего течения р. Печора было подразделение самых крупных ЭЦГ на подгруппы, которые выделяли по отношению видов к экологическим факторам среды.

Наиболее своеобразными по составу и специфичными для района исследований оказались горно-тундровая и горно-луговая ЭЦГ. Большинство видов рассматриваемых групп относятся к числу северных широтных элементов флоры – арктическому, гипоарктическому, арктоальпийскому и для равнинных ландшафтов центральной России не характерны. Название **горно-тундровой ЭЦГ** (рис. 2, плеяда 1) до некоторой степени условное, поскольку в ее составе объединены виды, типичные не только для тундровых фитоценозов, но и для сообществ редколесий подгольцового пояса. Древостой горных редколесий, сформированные в районе исследований *Abies sibirica*, *Betula pubescens*, *B. tortuosa*, *Larix sibirica*, угнетены (сомкнутость крон не превышает 0.3-0.4), поэтому их эдификаторная роль выражена слабо. В связи с этим, видовой состав кустарничков и трав в фитоценозах горных редколесий и расположенных на более значительных отметках абсолютных высот тундровых сообществ отличается мало. Ядро горно-тундровой ЭЦГ включает 13 таксонов (*Carex arctisibirica*, *Diphysastrum alpinum*, *Empetrum hermaphroditum*, *Juncus trifidus* и др.)

«Ядро» **горно-луговой ЭЦГ** составляют 16 видов (*Anthoxanthum alpinum*, *Lagotis uralensis*, *Omalotheca norvegica*, *Sanguisorba officinalis*, *Tanacetum bipinnatum* и др.) (рис. 2, плеяда 2). В результате применения коэффициента *IndVal* к ней отнесены еще 12 таксонов. С использованием экологических шкал показано, что все они предпочитают экотопы, отличающиеся более благоприятными условиями (почвы в них не столь бедные и кислые, как под тундровыми фитоценозами). В предгорной ландшафтной зоне многие виды, обычные для горных лугов (*Allium schoenoprasum*, *Pachypleurum alpinum*, *Rhodiola rosea*), встречаются на галечных аллювиальных наносах речных долин в сообществах травянистых многолетников, занимающих пойменные террасы первого уровня. В эти местообитания их зачатки приносят потоки воды во время половодий. Для типичных пойменных лугов большинство из них не характерно.

Некоторые виды северных широтных групп, участвующих в формировании фитоценозов, типичных для верхних поясов гор (*Betula nana*, *Salix lapponum*, *Vaccinium uliginosum*), в условиях предгорий и равнин, обнаружили отчетливую приуроченность к болотам. На графе эта совокупность видов выделилась в особую переходную группу (рис. 2, группа 3а). С учетом значимой роли перечисленных таксонов в не-

скольких типах растительности они были отнесены к **тундрово-болотной ЭЦГ**. В системе ЭЦГ, разработанной для центральных районов России, эти виды входят в состав болотной группы (Восточно-европейские леса..., 2004).

По экологическим характеристикам и положению на графе к переходной – тундрово-болотной ЭЦГ, оказалась наиболее близка группа видов, составляющих ядро **болотной ЭЦГ** (рис. 2, плеяда 3). Она объединяет преимущественно стенотопные виды, характерные для наиболее сырых и бедных местообитаний. Использование экологических шкал показало, что виды, формирующие болотную ЭЦГ, неоднородны по отношению к фактору богатства почв азотом, поэтому ее разбили на 4 подгруппы. Виды, образовавшие ядро данной ЭЦГ (*Andromeda polifolia*, *Carex limosa*, *Chamaedaphne calyculata*, *Eriophorum russeolum*, *Oxycoccus palustris* и др.), относятся преимущественно к олиготрофной подгруппе и типичны для верховых болот. Для болотных экосистем переходного характера обычны виды мезотрофной подгруппы. Два из них *Carex rostrata* и *Menyanthes trifoliata*, входят в ядро болотной ЭЦГ. На болотах ключевого питания преобладают виды мезоэвтрофной подгруппы (*Baeothryon alpinum*, *Carex appropinquata*, *Ligularia sibirica*, *Parnassia palustris*). Виды, отнесенные к эвтрофной подгруппе (*Carex rhynchophysa*, *C. vesicaria*, *Comarum palustre*, *Equisetum palustre*), типичны для низинных болот и заболоченных лугов, где условия обеспеченности растений элементами минерального питания наиболее благоприятные. Данные подгруппы достаточно хорошо согласуются с болотными и лугово-болотными «свитами», выделенными А.А. Ниценко (1969).

К болотной ЭЦГ (рис. 2, плеяда 3) на графе тяготеет еще одна переходная группа видов (см. рис. 2, группа 3б), включающая *Pinus sylvestris* и *Ledum palustre*. Они имеют более широкие экологические амплитуды, чем другие болотные виды и образуют заметное число связей с таксонами плеяды 4, составляющей «ядро» таежно-лесной ЭЦГ. Поэтому данные олиготрофные виды отнесены нами к **лесо-болотной ЭЦГ**.

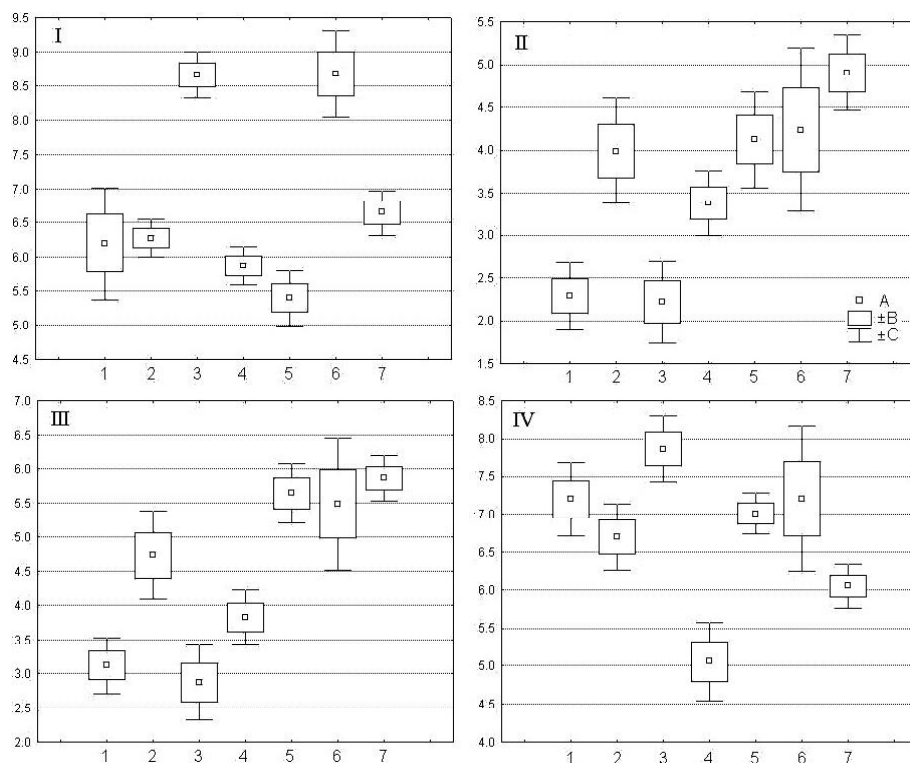


Рис. 2. Экологические характеристики выделенных плеяд, рассчитанные с использованием шкал Г. Элленберга. I – увлажнение; II – богатство почвы азотом; III – кислотность почвы; IV – шкала освещенности.

По вертикали – баллы по шкалам Г. Элленберга; по горизонтали – номера выделенных плеяд сопряженных видов; А – среднее значение экологического фактора, В – стандартная ошибка средней, С – 95%-ный доверительный интервал для среднего значения.

В «ядро» **таежно-лесной ЭЦГ** вошли таксоны, наиболее характерные для плакорных и долинных сообществ темной тайги, и, в меньшей степени, производных лиственных лесов. К их числу относятся эдификаторы (*Abies sibirica*, *Betula pubescens*, *Picea obovata*, *Pinus sibirica*) и доминанты (*Carex globularis*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* и др.) зональных фитоценозов. От таксонов других ЭЦГ, все они четко отличаются отношением к фактору освещенности, будучи наиболее теневыносливыми. Часть видов, отнесенных нами к таежно-лесной ЭЦГ, имеет широкую экологическую амплитуду и встречается в значительном спектре сообществ различных ландшафтных зон. Так, *Avenella flexuosa*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* играют существенную ценогическую роль не только в сообществах равнинных, предгорных и горных лесов различных формаций, но и в фитоценозах горных тундр и редколесий, а также горных лугов. Анализ литературы показывает, что это сочетание видов достаточно устойчиво для значительной по площади территории севера и центральных областей Европейской части России. А.А. Ниценко (1969) определял его как «свиту ели», Г.М. Зозулин (1970, 1973) – как «таежную историческую свиту» растительности. Однако имеется и некоторая региональная специфика. В выделенную нами таежно-лесную ЭЦГ входят виды, ти-

Усредненные величины коэффициента *IndVal* для выделенных плеяд сопряженных видов в разных типах растительности

Тип (формация) растительности	Плеяда						
	1	2	3	4	5	6	7
Горные							
редколесья	10.1	2.2	0	2.2	0	+	+
тундры	14.5	1.2	0	0.9	+	0	0
луга	8.1	20.9	+	1.1	0.7	+	1.1
кустарники	5.5	2.1	1.0	0.8	+	0.6	0.5
Болота	+	+	13.3	+	0	1.8	+
Фитоценозы гарей, вырубков и ветровалов	+	0	+	2.5	+	+	+
Леса							
Водораздельные							
Заболоченные							
сосняки	0.5	0	13.7	1.1	0	0	0
ельники/пихтарники	+	+	1.8	5.1	+	0	+
березняки	+	+	2.3	2.6	+	1.8	+
Не заболоченные							
сосняки	0.8	0	0	1.3	0	0	0
ельники/пихтарники	+	+	0	7.4	0	0	+
березняки/осинники	+	0	0	5.7	+	0	+
Долинные							
ельники/пихтарники	+	0.9	0	8.1	0	0	3.7
березняки/осинники	+	0.9	+	4.5	+	+	6.8
Кустарники долинные	0	+	0.5	+	0.6	4.4	11.5
Луга долинные (пойменные)	+	+	0	+	9.4	0	4.1
Сообщества							
свежего аллювия	+	3.6	1.4	+	5.3	8.8	2.4
гелофитов	0	+	+	0	+	23.8	+
скал и гольцов	+	0	+	2.7	+	0	0.8
антропогенно нарушенных территорий	0	0	+	+	7.5	0	+

Примечание. «+» – значение коэффициента *IndVal* менее 0.5.

пичные для таежных сообществ Сибири (*Abies sibirica*, *Atragene sibirica*, *Paeonia anomala*, *Pinus sibirica*, *Sorbus sibirica*), граница сплошных ареалов которых не распространяется к западу далее бассейнов рек Печоры и Северной Двины.

«Ядро» долинной луговой ЭЦГ (рис. 2, плеяда 5), включает виды наиболее светлых местообитаний с почвами, довольно богатыми органическими соединениями. Значительную вариабельность виды долинной луговой ЭЦГ проявляют по отношению к фактору влажности почв, поэтому мы выделили четыре подгруппы. Большинство из них (*Agrostis tenuis*, *Amoria repens*, *Dactylis glomerata*, *Hypericum maculatum*, *Poa pratensis*, *Thalictrum simplex*, *Vicia cracca* и др.) – типичные мезофиты. Индикаторами экотопов с несколько более сухими почвами выступают представители ксеромезофитной подгруппы: *Achillea millefolium*, *Festuca rubra*, *Leucanthemum vulgare*, *Pimpinella saxifraga*, *Ranunculus polyanthemus*, *Rumex acetosella*. Виды мезогигрофильной подгруппы (*Deschampsia cespitosa*, *Lysimachia vulgaris*, *Ptarmica vulgaris*, *Rumex crispus*, *Stellaria palustris* и др.) приурочены к увлажненным местообитаниям низких уровней поймы. Состав долинной луговой группы видов

более чем на 70% совпадает с составом лугово-степной ЭЦГ, выделенной для центральных районов европейской России (Восточноевропейские леса..., 2004).

Прибрежно-водная ЭЦГ (рис. 2, плеяда 6) состоит из светолюбивых видов трав, но ее представители (*Caltha palustris*, *Carex aquatilis*, *Galium palustre*, *Juncus filiformis*, *Petasites radiatus*) в отличие от видов луговой ЭЦГ, обитают в условиях повышенного увлажнения на мелководьях и в прирусловой части поймы. По составу «ядро» этой группы во многом сходно с прибрежно-водной группой, выделяемой для центральной России (Восточноевропейские леса..., 2004) и лугово-болотной «свитой» в понимании А.А. Ниценко (1969).

Аллювиальная ЭЦГ объединила виды, формирующие растительность свежих аллювиев, занимающую в поймах рек промежуточное положение между фитоценозами прибрежно-водной полосы и лугами. Условия влагообеспеченности на бечевниках значительно варьируют, по отношению к этому экологическому фактору группа разбита на две подгруппы: мезофильную (*Aster sibiricus*, *Astragalus subpolaris*, *Chamaenerion latifolium*, *Euphorbia borodinii*, *Silene tatarica* и др.) и ксерофильную (*Agrostis tenuis*, *Amoria repens*, *Dactylis glomerata*, *Hypericum maculatum*, *Poa pratensis*, *Thalictrum simplex*, *Vicia cracca* и др.).

ca) и гигрофильную (*Agrostis stolonifera*, *Eleocharis quinqueflora*, *Epilobium hornemannii*, *Ranunculus reptans*, *Triglochin palustre* и др.). Аллювиальная ЭЦГ оказалась весьма специфичной по видовому составу; 44% из отнесенных к ней таксонов для флор центральных и северо-западных районов европейской России не свойственны. Среди них эндемик европейского Северо-Востока России (*Lotus peczoricus*).

Таксоны, приуроченные к экотопам речных долин, сгруппировались на графе в плеяду 7. В ее ядро объединились 48 видов, свойственных растительным сообществам, отражающим этапы сукцессионных смен на аллювиальных наносах: от зарослей кустарников до лиственных и хвойных лесов. Применяя коэффициент *IndVal* установили, что виды рассматриваемой плеяды играют неодинаковую ценоотическую роль в разных типах растительности речных долин. Эти данные позволили нам подразделить плеяду на три ЭЦГ. Виды **долинной лесо-луговой ЭЦГ** (*Artemisia vulgaris*, *Bromopsis inermis*, *Heraclium sibiricum*, *Tanacetum vulgare*, *Urtica sondenii* и др.) показали максимальные индикаторные значения в сообществах пойменных лугов и кустарников; у представителей **лугово-лесной ЭЦГ** (*Angelica sylvestris*, *Cirsium heterophyllum*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium albiflorum*, *Trollius europaeus* и др.) происходит смещение преферендума в сторону долинных березняков. Виды, объединенные в эколого-ценоотическую **группу долинных лесов** (*Aconitum septentrionale*, *Cacalia hastata*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Lathyrus vernus*, *Melampyrum sylvaticum*, *Milium effusum*), характерны для долинных темнохвойных и лиственных лесов, в других сообществах их присутствие заметно меньше. С привлечением данных литературы установлено, что ряд видов, входящих в состав плеяды 7, в исследованном нами регионе меняет свою ценоотическую приуроченность в сравнении с другими частями их ареалов. Так, в системах ЭЦГ, предложенных для северо-западных (Ниценко, 1969) и центральных (Восточноевропейские леса..., 2004) районов европейской части России, они отнесены к нитрофильной и неморальной группам. Данные виды наиболее требовательны к условиям обеспеченности почв элементами минерального питания, особенно азотом, поэтому в условиях подзон средней и северной тайги закономерно тяготеют к экотопам долин рек и ручьев, где почвы плодороднее, чем на водоразделах.

Крайнее положение на градиенте освещенности занимают также таксоны, выделенные с использованием коэффициента *IndVal* в **долинную темнохвойно-лесную ЭЦГ** (*Carex loliacea*, *Circaea alpina*, *Moneses uniflora*, *Rubus humilifolius*). В остальных типах пойменной растительности они не встречаются.

Промежуточное положение между плеядой долинных местообитаний и таежно-лесной ЭЦГ

занимают два вида: *Calamagrostis purpurea*, *Chamaenerion angustifolium* (рис. 2, группа 4a). Они показали высокие величины коэффициента индикаторных значений в широком спектре типов растительности: в долинных и водораздельных лесах, кустарниках, на лугах. Поскольку данные виды не вошли ни в одно из ядер, мы их рассматриваем как автономную **таежно-лугово-лесную ЭЦГ**.

Использование коэффициента *IndVal* для видов с встречаемостью менее 1.5 % позволило выделить еще несколько ЭЦГ различного объема. Среди них специфичной для исследованного региона является **петрофитная ЭЦГ**, объединяющая стенотопные виды, растущие на скалах, останцах выветривания, среди каменистых россыпей. В данной группе сочетаются растения северных (*Astragalus frigidus*, *Rhizomopteris montana*, *Saxifraga nivalis*) и южных (*Carex digitata*, *Dendranthema zawadskii*, *Gymnocarpium robertianum*) широтных групп, присутствуют таксоны, характерные для горных районов (*Cystopteris dickiana*, *Dryas punctata*, *Saussurea alpina*, *Woodsia glabella*), в частности, эндемики Урала (*Thymus talijevii*).

При помощи коэффициента *IndVal* мы выделили группу видов, характерных для антропогенно нарушенных местообитаний, – **сорно-рудеральную ЭЦГ**. В ее состав входят преимущественно плюризональные виды: *Capsella bursa-pastoris*, *Fallopia convolvulus*, *Lepidotheca suaveolens*, *Melandrium album*, *Persicaria lapathifolia*, *Poa annua*, *Urtica dioica* и др. Виды этой ЭЦГ проявляют неодинаковые потребности к обеспеченности почв азотом, поэтому мы выделили в ее составе четыре подгруппы.

Среди лесных сообществ крайние позиции на градиенте влажности почв занимают сосняки лишайниковые, приуроченные к боровым террасам рек. Растительный состав боров, вследствие недостатка воды и слабого обеспечения минеральными веществами, достаточно беден. Главенствующую роль в нижних ярусах чаще всего играют лишайники и мхи. Выявлено лишь три вида сосудистых растений (*Arctostaphylos uva-ursi*, *Calamagrostis epigeios*, *Carex ericetorum*), которые тяготеют к этим экотопам. Мы рассматриваем их в качестве **боровой ЭЦГ**.

Изучаемый регион характеризуется отчетливым градиентом изменений условий среды в направлении от Печорской низменности к горам Урала, что закономерно приводит к изменению растительного покрова. Например, для ЭЦГ горных лугов, горных тундр и редколесий процент представленности видов уменьшается при удалении от гор. На равнине отмечено от трети до половины общего числа видов, отнесенных к данным группам.

Для части ЭЦГ, видовой состав достаточно стабилен. Так, 74% видов болотной ЭЦГ встречаются во всех ландшафтных зонах. Для таежно-лесной ЭЦГ процент совпадения еще выше

(более 90 %). Стабильность данной ЭЦГ, скорее всего, связана с тем, что она объединяет виды, типичные для зональных климатических таежных сообществ, которые являются наиболее устойчивыми. Незначительно изменяется также состав долинной лесной и долинной лугово-лесной ЭЦГ.

Состав долинной лесо-луговой и долинной луговой ЭЦГ в различных ландшафтных зонах различается в большей степени. При этом они разнообразнее на равнине и существенно обеднены в горных ландшафтах. Наиболее отчетливая тенденция к уменьшению представленности видов, при продвижении от равнин к горам, отмечается для сорно-рудуральной ЭЦГ. Это связано с тем, что большая часть изученной территории входит в состав объектов природно-заповедного фонда, и степень антропогенной нарушенности природных экосистем невелика, особенно это касается фитоценозов горных ландшафтов.

Таким образом, с применением комплекса различных математических методов и последующей экспертной оценки результатов разработанная система эколого-ценотических групп сосудистых растений. В растительном покрове равнинных, предгорных и горных ландшафтов бассейна р. Печора в верхнем и среднем течении выделено 17 групп, включающих 468 видов. При сравнении с системами, разработанными для других регионов, установлено, что четыре группы: горно-тундровая, горно-луговая, тундрово-болотная, петрофитная являются специфичными для района исследований, что обусловлено наличием на его территории крупной горной системы. Наиболее стабилен состав групп, характерных для зональных лесных сообществ, а также некоторых типов интразональной растительности (болота, луга, прибрежно-водная ра-

стительность), сообществ антропогенно-нарушенных местообитаний.

С использованием шкал Г. Элленберга показано, что выделенные совокупности видов занимают разные области экологического пространства, что позволяет использовать их в качестве индикаторных групп при классификации растительности.

ЛИТЕРАТУРА

Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность / Под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 2004а. Кн. 1. 479 с.

Зозулин Г.М. Исторические свиты растительности // Бот. журн., 1970. Т. 55, № 1. С. 23-33.

Зозулин Г.М. Исторические свиты растительности европейской части СССР // Бот. журн., 1973. Т. 58. № 8. С. 1081-1092.

Ниценко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Бот. журн., 1969. Т. 54. № 7. С. 1002-1013.

Новаковский А.Б. Обзор современных программных средств, используемых для анализа геоботанических данных // Растительность России, 2006. № 9. С. 86-96.

Новаковский А.Б., Дегтева С.В. Эколого-ценотические группы видов в фитоценозах ландшафтов северного и приполярного Урала и Приуралья // Теоретическая и прикладная экология, 2008. № 1. С. 32-37.

Экологическая оценка флоры и растительности центральной Якутии / А.Ю. Корольюк, Е.И. Троева, М.М. Черосов и др. Якутск, 2005. 108 с.

Dufrene M., Legendre P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach // Ecological Monographs., 1997. Vol. 67, № 3. P. 345-366.

Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen: Goltze, 1974. 97 p.

Hennekens S.M., Schaminee J.H.J. TURBOVEG, a comprehensive database management system for vegetation data // J. Veg. Sci., 2001. № 12. P. 589-591.

Секция 1. ИЗУЧЕНИЕ, ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

ПЕРВИЧНАЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПРОЕКТИРУЕМОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «КАДРИН»

Л.К. Андреева, Е.В. Ашик*, И.А. Жарких

Санкт-Петербургский государственный университет

E-mail: luska_006@mail.ru; igor.j88@mail.ru

* Эколого-биологический центр «Крестовский остров»

Санкт-Петербургского городского дворца творчества юных

E-mail: evashik@gmail.com

Данная работа является результатом исследований, проведенных в августе 2009 г. на территории проектируемого природного парка «Кадрин», находящегося в Онгудайском р-не Республики Алтай и занимающего смежные долины рек Кадрин и Айлагуш вместе с прилежащими к ним горными территориями.

Территория Онгудайского р-на относится к Центральной части Алтайской горной системы. Район характеризуется достаточно суровыми климатическими условиями. Средняя температура января $-20...-24$, июля $+15$ °С. Количество осадков в горно-лесном поясе варьирует от 400 до 1000 мм/год в зависимости от расположения склонов относительно направления ветров. Для Алтая характерна глубоко врезанная ветвящаяся речная сеть.

Цель данного исследования – первичная инвентаризация растительных сообществ и первичная характеристика почв основных ландшафтов территории проектируемого природного парка.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- описание основных растительных сообществ территории проектируемого природного парка «Кадрин»;

- характеристика почвенного профиля в местах описания растительных сообществ.

Для описания растительных сообществ использовали маршрутный метод Друде. В результате исследований, проведенных в буферной зоне парка (в районе р. Айлагуш и ее притоков), в высокогорной зоне в окрестностях рек Большая и Малая Джирала и на границе с ядерной зоной (левый берег р. Челенташ), было обнаружено 187 видов высших растений из 47 семейств. Всего описано 31 растительное сообщество, которые можно разделить на четыре группы: со-

общества лесного пояса, сообщества, формирующиеся в поймах рек, луговые сообщества (в местах выпаса скота и сенокосения) и высокогорные сообщества.

Сообщества лесного пояса на склонах гор долины р. Айлагуш (буферная зона парка) представлены кедровыми (на склонах южной экспозиции) и лиственничными (на склонах северной экспозиции и на склонах южной экспозиции выше кедровых) лесами с разнообразным подлеском. Напочвенный покров обычно представлен разнотравьем, часто с преобладанием Герани ложносибирской или злаков и зелеными мхами. В равнинной части долины р. Айлагуш встречаются молодые заболоченные ельники калужницево-зеленомошные. Вблизи долины р. Джирала и ее притоков на высоте около 2000 м формируются парковые кедровые леса с доминированием бадана толстолистного. В каньоне р. Челенташ на крутых склонах северной экспозиции (крутизна склона около $30-35^\circ$) произрастают лиственничники зеленомошно-разнотравно-злаковые. Из травянистых растений наиболее широко в лесных фитоценозах представлено семейство Лютиковые (11 видов), затем следуют Злаковые (10), Бобовые и Сложноцветные (по 7). Для сообществ лесного пояса свойственна динамичная смена характера как древесного, так и травяно-кустарничкового ярусов в зависимости от различных параметров: высоты над уровнем моря, крутизны и экспозиции склона, близости пастбищных фитоценозов и т.д.

Почвы этого пояса представлены литоземами серогумусовыми и буроземами. Литоземы представляют собой почву с мощностью профиля менее 30 см, подстилаемой сланцевым щебнем. Буроземы имеют профиль мощностью 35-40 см. Свое название они получили из-за характерной бурой окраски всего профиля, что свя-

зано с сильным преобразованием породы вследствие почвообразования. Данные почвы характеризуются развитым гумусовым горизонтом мощностью 9-15 см серого или буровато-серого цвета с мелкозернистой структурой. Заметны многочисленные ходы червей и переработанная ими минеральная масса. Во всех почвенных профилях отмечено наличие пирогенного угля, что свидетельствует о пожарах, периодически случавшихся на данной территории. Экспозиция склонов очень незначительно влияет на изменение свойств почв. Отмечено лишь то, что склоны на левом берегу р. Айлагуш более пологие, это сказывается на увеличении влажности почвы, появлении оторфованной подстилки и силовой окраски в нижней части профиля.

Пойменные сообщества отличаются высоким разнообразием. Они представлены густыми зарослями курильского чая, березы приземистой и березы бородавчатой либо разнообразными высокотравными сообществами (с преобладанием аконитов, чемерицы черной, маральего корня и т.д.), в высокогорьях – заболоченными ерниковыми зарослями. Для пойменных фитоценозов не было замечено общих черт строения, каждое сообщество являлось уникальным и складывалось под влиянием местных абиотических условий и окружающих растительных сообществ. Пойменные сообщества вносят большой вклад в разнообразие местных фитоценозов и являются местом произрастания таких видов растений, для которых необходимы весьма специфические условия (например, представители семейства Орхидные, произрастающие в пойме р. Айлагуш). Ведущими семействами для пойменных фитоценозов являются Злаковые (6 видов), Лютиковые (5), Розоцветные и Сложноцветные (по 5).

Под этими растительными сообществами развиты темнотравные и перегнойно-темнотравные почвы. Они имеют развитый профиль с развитой дерниной и мощным, хорошо структурированным гумусовым горизонтом. В профиле часто встречаются глыбы породы, перемещенные с окружающих склонов, а также слои хорошо отсортированного песка и гравия, что, по всей видимости, является отложениями древнего речного русла.

Луговые сообщества (исключая высокогорные альпийские и субальпийские луга) формируются в местах выпаса и сенокоса (в буферной зоне парка), однако, все описанные сообщества отличаются высоким видовым разнообразием и не несут в себе признаков деградации растительного покрова. Чаще встречаются разнотравные луга с преобладанием манжетки обыкновенной, кровохлебки альпийской, гравилата речного. Немного реже – злаковые луга с преобладанием ежи сборной и примесью костра безостого. Изредка на таких лугах (вблизи поймы реки) встречаются отдельные куртины курильского чая. Для растительного покрова луговых фито-

ценозов буферной зоны парка характерна высокая мозаичность, обусловленная разными режимами выпаса и сенокоса на разных участках. На первое место в перечне ведущих семейств в луговых фитоценозах выходит семейство Бобовые (8 видов), затем следуют Злаковые (7), Лютиковые (7) и Сложноцветные (6), которые являются ведущими семействами для всех описанных типов фитоценозов.

Высокогорные сообщества отличаются высоким разнообразием и мозаичностью. В свою очередь, они могут быть разделены на подгруппы:

- высокогорные дриадово-лишайниковые и дриадово-типчачковые тундры описаны на перевале между долинами рек Айлагуш и Джирала. Доминируют дриада острозубчатая, овсяница валисская (типчак), лишайники из рода Кладония;

- высокогорные ерниковые тундры – плотные поросли березы круглолистной с разнообразным травяным ярусом: с преобладанием золотой розги, герани псевдосибирской, шульции мохнатой, в заболоченных местах – осоки дернистой;

- альпийские низкотравные луга (в высокогорьях – вблизи Могильной горы) – чрезвычайно разнообразные сообщества без выраженных доминантов в растительном покрове, однако, очень богатые по видовому составу. На альпийских лугах были найдены местообитания *Rhodiola rosea* L., занесенной в Красную книгу Республики Алтай.

Профиль почвы в высокогорных сообществах характеризуется наименьшим профилем – всего 19 см. Он состоит из перегнойно-гумусового горизонта и рыхлого переходного, без заметных следов турбирования или оглеения. Почвы горной тундры залегают прямо на скальной породе и являются очень уязвимыми, так как защищающий их растительный покров очень медленно восстанавливается в случае повреждения.

В целом, для описанной территории проектируемого природного парка «Кадрин» необходимо отметить наличие разнообразных растительных сообществ и отсутствие признаков антропогенного воздействия. Даже регулярно косимые луга не несут в себе признаков деградации растительного покрова, о чем говорит высокое видовое разнообразие этих сообществ и отсутствие сорных видов. Богатые луговые сообщества и леса с развитым травянистым покровом могут являться кормовой базой для диких копытных животных.

Произведя данное исследование, мы пришли к следующему заключению: создание природного парка на данной территории оправдано большим разнообразием растительных сообществ и относительно высокой мозаичностью растительного покрова, обусловленной разнообразием форм рельефа, на относительно небольшой территории парка.

В заключение авторы выражают благодарность А. Зайцеву и Н. Киракозову за организацию и финансирование комплексной исследовательской экспедиции на территорию проектируемого природного парка «Кадрин», сотруд-

нику Алтайского государственного университета С. Смирнову за помощь в определении растений, сотрудникам Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН за предоставление ценных научных консультаций.

СРАВНЕНИЕ ВЫСОТЫ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ АЛЬПИЙСКИХ СООБЩЕСТВ ТЕБЕРДИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

В.А. Богатырев

Череповецкий государственный университет

E-mail: Vasilb@inbox.ru

Дифференциация травянистых растений по высоте побегов отражает их различное отношение к свету и может способствовать сосуществованию многих видов растений в сообществах. В настоящей работе мы поставили цель изучить вертикальную структуру альпийских сообществ четырех типов в естественных условиях высокогорий северо-западного Кавказа (Тебердинский заповедник, Карачаево-Черкесская Республика). Работа проведена на высокогорном стационаре Малая Хатипара, абсолютные высоты 2700-2800 м.

В задачи работы входило:

- определить среднюю высоту побегов растений разных видов в каждом сообществе;
- оценить степень перекрытия надземных органов растений внутри сообщества,
- сравнить высоту одних и тех же видов растений в разных сообществах;
- оценить сопряженность между встречами разных видов в локальных точках.

Полевые измерения проведены с помощью модернизированного прибора Леви, при этом мы определяли не только присутствие (касание иглы) вида в локальной точке, но и отмечали, на какой высоте произошло это касание. В каж-

дом сообществе проведено 1000 испытаний. Следует отметить, что подобные исследования в альпийских сообществах Кавказа ранее не проводились.

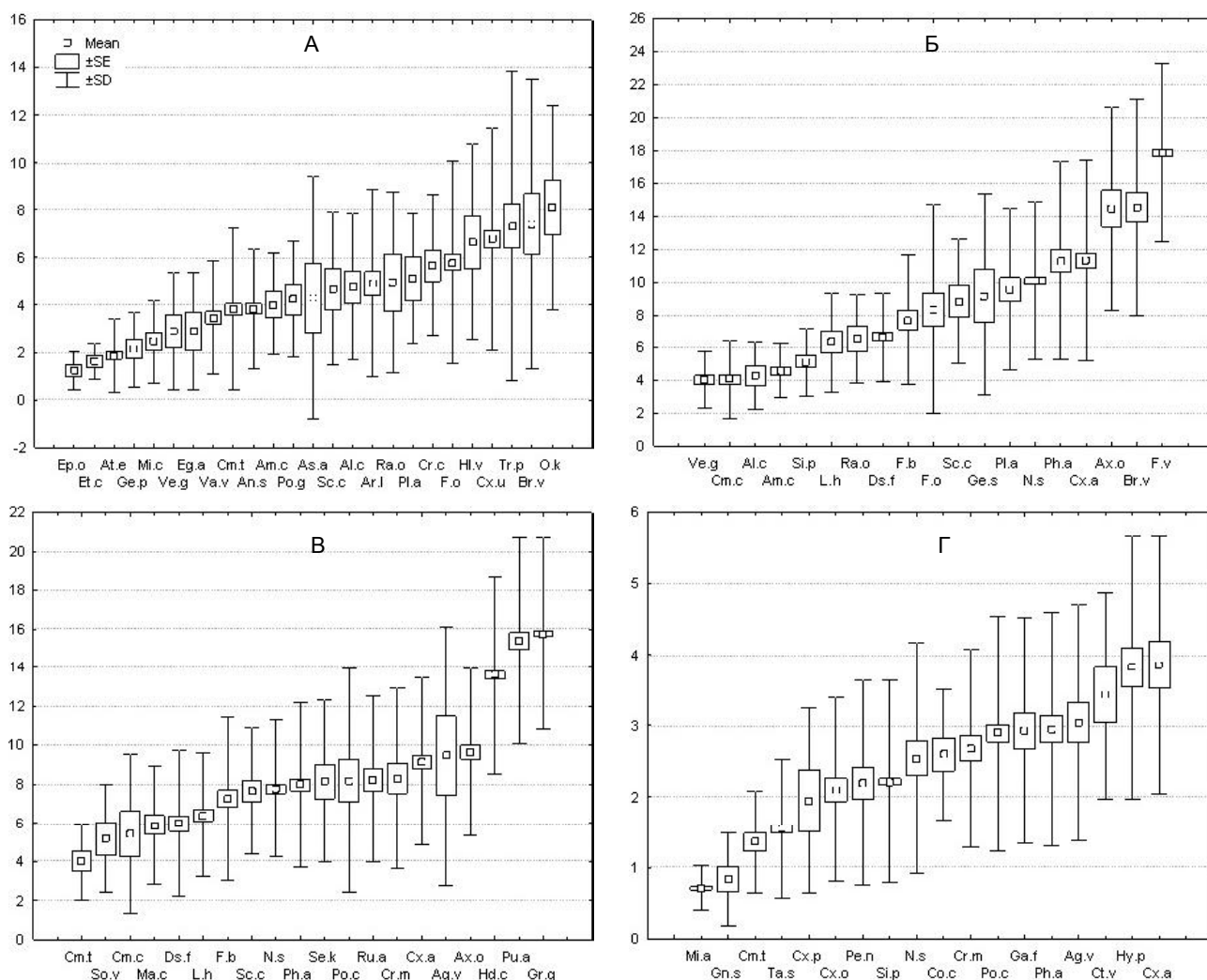
Исследования проведены в следующих сообществах:

- альпийская лишайниковая пустошь (АЛП) – полидоминантное низкопродуктивное сообщество (отмечено 43 вида сосудистых растений);
- пестроовсяницевый луг (ПЛ) – продуктивное сообщество с доминированием плотнодерновинных злаков *Festuca varia* Haenke и *Nardus stricta* L. (43 вида);
- гераниево-копеечниковый луг (ГКЛ) – наиболее продуктивное сообщество (доминанты *Geranium gymnocaulon* DC. и *Hedysarum caucasicum* Bieb.) (43 вида);
- альпийский ковер (АК) – низкопродуктивное сообщество с небольшим видовым богатством (26 видов), приуроченное к местам длительного залегания снега.

В дальнейшем мы анализировали только данные по сосудистым растениям, имеющим больше 10 касаний (1% выборки). По полученным данным можно сделать следующие выводы:

Сопряженность видов растений

Сообщество	Вид	T4	Число встреч		Высоты растений	
			Реальное	Теоретическое	Вместе	Раздельно
			Тяготеющие			
ГКЛ	<i>Matricaria caucasica</i>	0.124	5	0.9	6.4	6.0
	<i>Scorzonera cana</i>				9	7.7
	<i>Senecio kolenatianus</i>	0.161	8	1.5	6.25	9.5
	<i>Pulsatilla aurea</i>				15.4	17.4
ПЛ	<i>Phleum alpinum</i>	0.183	7	0.9	12.0	12.4
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>				16.4	15.2
	<i>Nardus stricta</i>	0.057	6	2.8	14.2	11.9
	<i>Sibbaldia procumbents</i>				6.8	5.3
			Избегающие			
ГКЛ	<i>Carex atrata</i>	0.062	7	13.9	12.4	10.5
	<i>Nardus stricta</i>				7.3	8.9
	<i>Nardus stricta</i>	0.071	11	20	9.4	8.8
	<i>Phleum alpinum</i>				8.4	8.7



Вертикальная структура альпийских лишайниковых пустошей (А), пестроовсяницевых (Б), гераниево-копеечниковых (В) лугов, альпийских ковров (Г).

Условные обозначения: Ag.v – *Agrostis vinealis* Schreb.; Al.c – *Alchemilla caucasica* Buser; Am.c – *Anthemis cretica* L.; An.s – *Anemone speciosa* Adams ex G.Pritz.; Ar.l – *Arenaria lychnidea* Bieb.; As.a – *Aster alpinus* L.; Ate – *Antennaria dioica* (L.) Gaertn.; Ax.o – *Anthoxanthum odoratum* L.; Br.v – *Bromus variegatus* (Bieb.) Holub; Cm.c – *Campanula collina* Bieb.; Cm.t – *Campanula tridentata* Schreb.; Co.c – *Corydalis conorhiza* Ledeb.; Cr.c – *Carum caucasicum* (Bieb.) Boiss.; Cr.m – *Carum meifolium* (Bieb.) Boiss.; Ct.v – *Catabrosella variegata* (Boiss.) Tzvel.; Cx.a – *Carex atrata* L.; Cx.o – *Carex oreophila* C.A.Mey.; Cx.p – *Carex pyrenaica* Wahlenb.; Cx.u – *Carex umbrosa* Host; Ds.f – *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.; Eg.a – *Erigeron alpinus* L.; Ep.o – *Euphrasia ossica* Juz.; Etc – *Eritrichium caucasicum* (Albov) Grossh.; F.b – *Festuca brunnescens* (Tzvel.) Galushko; Fo – *Festuca ovina* L.; F.v – *Festuca varia* Haenke; Ga.f – *Gagea fistulosa* Ker-Gawl.; Gep – *Gentiana pyrenaica* L.; Ge.s – *Gentiana septemfida* Pall.; Gn.s – *Gnaphalium supinum* L.; Gr.g – *Geranium gymnocaulon* DC.; Hd.c – *Hedysarum caucasicum* Bieb.; Hl.v – *Helictotrichon versicolor* (Vill.) Pilger; Hy.p – *Hyalopoa pontica* (Bal.) Tzvel.; L.h – *Leontodon hispidus* L.; Ma.c – *Matricaria caucasica* (Willd.) Poir.; Mi.a – *Minuartia aizoides* (Boiss.) Bornm.; Mi.c – *Minuartia circassica* (Albov) Woronow; N.s – *Nardus stricta* L.; O.k – *Oxytropis kubanensis* Leskov.; Pe.n – *Pedicularis nordmanniana* Bunge; Ph.a – *Phleum alpinum* L.; Pl.a – *Plantago atrata* Hoppe; Po.c – *Potentilla crantzii* (Crantz) G.Beck ex Fritsch; Po.g – *Potentilla gelida* C.A.Mey.; Pu.a – *Pulsatilla aurea* (Somm. et Levier) Juz.; Ra.o – *Ranunculus oreophilus* Bieb.; Ru.a – *Rumex alpestris* Jacq.; Sc.c – *Scorzonera cana* (C.A.Mey.) O.Hoffm.; Se.k – *Senecio kolenianus* C.A.Mey.; Si.p – *Sibbaldia procumbens* L.; So.v – *Solidago virgaurea* L.; Ta.s – *Taraxacum stevenii* DC.; Tr.p – *Trifolium polyphyllum* C.A.Mey.; Va.v – *Vaccinium vitis-idaea* L.; Ve.g – *Veronica gentianoides* Vahl.

– альпийские пустоши характеризуются равномерным распределением растений по высоте, четких доминантов, ярусов выделить нельзя (см. рисунок, А);

– на пестроовсяницевых лугах четким доминантом верхнего яруса является *Festuca varia*, субдоминантами – *Bromus variegatus* и *Anthoxanthum odoratum* (см. рисунок, Б);

– на гераниево-копеечниковых лугах на фоне остальных растений в верхнем ярусе резко вы-

деляются *Hedysarum caucasicum*, *Pulsatilla aurea* и *Geranium gymnocaulon*, а *Campanula tridentata* образует нижний ярус (см. рисунок, В);

– на альпийских коврах доминантами верхнего яруса являются *Hyalopoa pontica* и *Carex atrata*, субдоминантом – *Catabrosella variegata*, в нижнем ярусе четко выделяется *Minuartia aizoides* и *Gnaphalium supinum* (см. рисунок, Г).

Сравнивая высотную структуру сообществ, следует отметить, что не во всех изученных со-

обществах можно выделить ярусность, но и там, где мы ее выделяем, она условна и основана лишь на различиях в высоте доминирующих видов. Наибольшая структурная дифференциация отмечается в высокопродуктивных сообществах, где выражена высокая конкуренция растений за свет. ГКЛ, ПЛ и АК характеризуются высокой плотностью растительных сообществ, в связи с этим и характерно распределение растений по ярусам, так как ярусное расчленение фитоценозов приводит к более полному использованию надземной среды. Данный эффект отмечался еще Л.Г. Раменским (Работнов, 1995).

Получив результаты по высоте растений в сообществе, мы проверили гипотезу о сопряженности отдельных видов друг с другом, используя тетрагорический коэффициент сопряженности (Зайцев, 1973; Т4, см. таблицу). Значимые коэффициенты сопряженности отмечены для ряда видов растений только в более продуктивных сообществах ГКЛ и ПЛ. Определив знак

сопряженности, мы условно разделили виды на тяготеющие и избегающие совместного произрастания. Данные пары видов представлены в таблице. Теоретические частоты получены используя четырехпольную таблицу (Миркин и др., 1989).

Интересно отметить, что высота растений при совместной встречаемости может как увеличиваться, так и уменьшаться.

Автор выражает искреннюю благодарность В.Г. Онипченко за ценные советы и консультации, а так же за возможность осуществления работы на базе научного стационара.

ЛИТЕРАТУРА

- Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. М.: Наука, 1973. 256 с.
Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 220 с.
Работнов Т.А. История фитоценологии: Учебное пособие. М.: Аргус, 1995. 158 с.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ *RUBUS CHAMAEMORUS* (L.) В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ОБИТАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

О.Е. Валуйских

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: valuyskikh@ib.komisc.ru

Одним из видов сосудистых растений, характеризующихся богатым набором биологически активных веществ и активно используемым в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности, является *Rubus chamaemorus* L., или морошка приземистая. Это циркумполярный гипоарктический вид, распространенный на Севере Западной и Восточной Европы, Урале, в Сибири и Дальнем Востоке, Канаде, Соединенных Штатах и Гренландии (Юзепчук, 1941). Республика Коми территориально совпадает с центральной частью ареала *R. chamaemorus*. Здесь он встречается в тундровых болотах на торфяных буграх и кочках, в ивняковых и ерниковых тундрах, на верховых болотах в лесной зоне, в сфагновых еловых и сосновых лесах, реже в смешанных елово-березовых лесах (Флора Северо-Востока..., 1976).

Для решения многих задач ботанического ресурсосведения необходимы сведения о биологии полезных растений. В отечественной и зарубежной литературе часто встречаются работы, посвященные изучению продуктивности, периодичности плодоношения, оценке запасов и анализу химического состава морошки (Руш, Лизунова, 1972; Юдина, Максимова, 1997; Пахомов, Синельникова, 2005; Korpelainen, 1994; Thiem, 2003 и др.). Популяционная биология этого ресурсного вида, в том числе внутривидовая изменчивость, исследована недостаточно (Солоневич, 1956; Белоусова, 1980, 1986). Цель

данной работы – изучение изменчивости морфометрических признаков *R. chamaemorus* в разных зональных типах растительности и различных эколого-ценотических условиях в основной части ареала вида.

Материал собран на территории Республики Коми в 2009 г. в разных местообитаниях: 1) в подзоне средней тайги на кочковатых участках олиготрофных болот в сосново-кустарничково-морошково-сфагновом (ЦП I) и пушицево-кустарничково-сфагновом (ЦП II) сообществах с редкой сосной (Сыктывдинский и Троицко-Печорский районы); 2) в подзоне северной тайги на кочковатых участках в кустарничково-пушицево-сфагновых сообществах с одиночными соснами (ЦП III, IV) и морошково-воронично-сфагновом сообществе на необлесенном участке (ЦП V) в центральной части болота (Усть-Цилемский р-н); 3) в Большеземельской тундре – в зарослях карликовой березы в понижениях микрорельефа (ЦП VI) и на крупных открытых буграх и грядах (ЦП VII) в кустарничково-сфагновом сообществе (Воркутинский р-н).

При проведении исследований применяли подходы и методы популяционной биологии растений (Ценопопуляции растений, 1976). В каждой ценопопуляции у 30 генеративных побегов измеряли следующие признаки: длина междоузлия от верхнего чешуевидного листа до первого ассимилирующего листа (1, см), длина междоузлия между первым и вторым (2, см), вто-

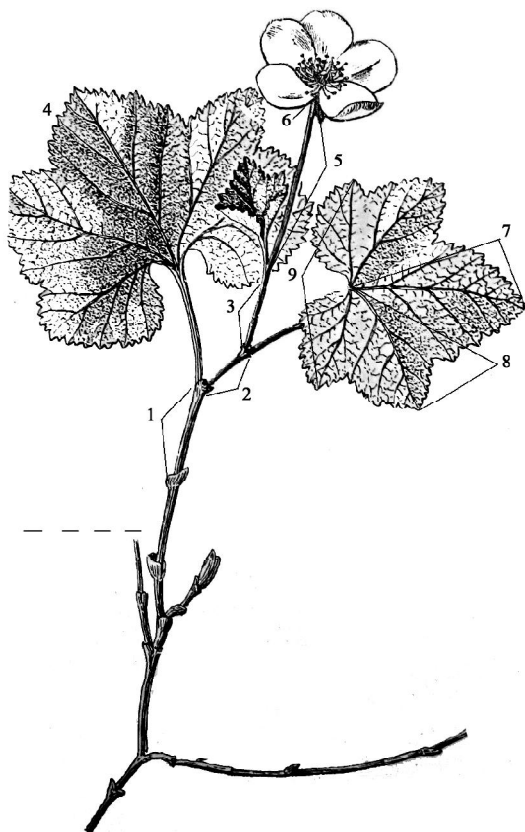


Рис. 1. Вегетативно-генеративный побег *R. chamaemorus*. Обозначения признаков приведены в тексте.

рым и третьим (3, см) листьями, число листьев (4, шт.), длина цветоноса (5, см), число чашелистиков (6, шт.), длина второго листа (7, см), длина боковой жилки второго листа (8, см), ширина листа (9, см), высота побега (10, см, счи-

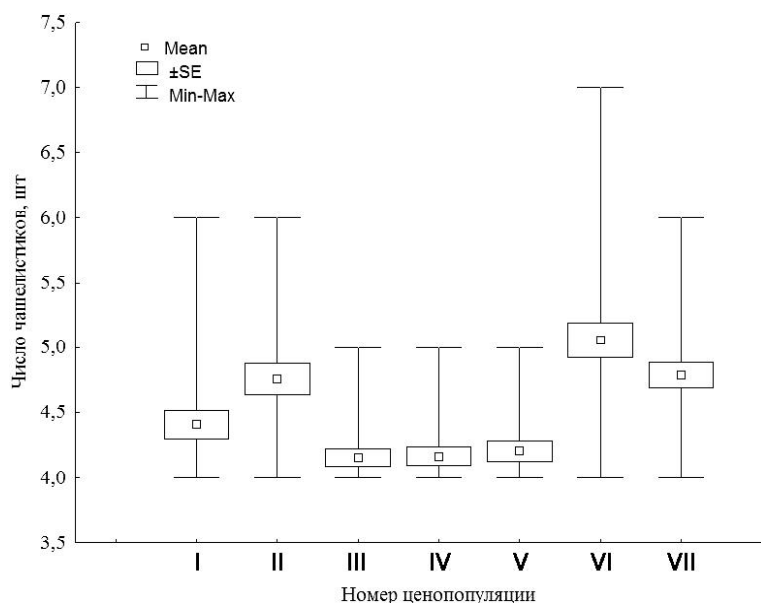


Рис. 2. Изменение числа чашелистиков *R. chamaemorus* в разных ценопопуляциях. Приведены максимальное, минимальное и среднее значения $\pm$ стандартная ошибка. Номера ценопопуляций указаны в тексте.

тали как сумму 1, 2, 3 и 5 признаков), число костянок в плоде (11, шт., считали не для всех популяций). Обработку данных проводили с применением методов вариационной статистики (Лакин, 1980).

R. chamaemorus – травянистое летнезеленое двудомное поликарпическое длиннокорневищное растение (рис. 1). Взрослая особь морошки представляет собой сложную побеговую систему, состоящую из травянистых однолетних вегетативных или вегетативно-генеративных ортотропных побегов, связанных между собой симподиально нарастающими корневищами с придаточными корнями в узлах.

Анализ полученных данных показал, что признаки генеративных побегов морошки достигают наибольших показателей на кочковатых участках верховых болот с редкой сосной в таежной зоне (ЦП I, II, IV), где проективное покрытие морошки достигает 30% (см. таблицу). Здесь, в условиях небольшого затенения, особи защищены от резких перепадов температуры, ветра, пересыхания или чрезмерного переувлажнения субстрата и развивают побеги высотой до 18 см (в среднем – 10 см). Высота побега определяется совокупностью трех показателей (длиной междоузлий, длиной цветоноса и числом листьев), значения которых в перечисленных ценопопуляциях были максимальны. Высота побегов в ерниковой тундре также достаточно высока. Однако ее значение обусловлено не столько длиной междоузлий, сколько числом метамеров (максимальное в районе исследований число листьев – 2.68) и длиной цветоноса (см. таблицу). Также в ернике отмечены максимальные размеры листовой пластинки в районе исследований. Наименьшие значения вегетативных признаков морошки отмечены на верховом болоте в северной тайге (ЦП V) и бугристых участках в тундре (ЦП VII), где высота побега не превышала 6 см. Однако, по сравнению с тундровой зоной, размеры листовой пластинки морошки в ЦП V были самыми небольшими в районе исследований, что, вероятно, связано с эколого-ценотическими условиями обитания (центральный необлесенный участок болота, кочковатый микрорельеф, уплотненный моховой покров, низкий уровень болотных вод).

При сравнении числа чашелистиков морошки в разных зональных типах растительности установлено, что в тундровой зоне этот показатель в целом выше (4.6-5.1), чем в таежной (4.1-4.7). Побеги с максимальным числом чашелистиков отмечены в ерниковой тундре, с минимальным – на болотах в северной тайге (рис. 2). Число костянок в плоде в среднем составляет 13.5 шт., достигая макси-

Изменение значений морфометрических признаков *R. chamaemorus* в разных местообитаниях

Признак	Зональные типы растительности и номер ценопопуляции						
	Средняя тайга		Северная тайга			Тундра	
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	3.95±0.25 1.5-7.7	3.04±0.17 2-4.7	2.64±0.13 1.5-4.2	4.23±0.22 2.2-6.5	1.59±0.12 0.6-3.5	1.90±0.21 0.7-5.5	1.47±0.15 0.5-3.5
2	3.13±0.17 2-5.2	2.27±0.10 1.5-3.2	1.68±0.08 1.2-3.2	2.2±0.10 1.3-3.7	1.48±0.10 0.7-3.2	1.8±0.12 0.9-3.2	1.28±0.08 0.3-2.1
3	2.02±0.14 1-3.5	2.2±0.23 1.4-2.6	1.3±0.20 1.1-1.5	1.60±0.12 0.9-2.2	1.15±0.17 0.7-1.5	1.98±0.18 0.9-3	1.38±0.13 0.5-1.5
4	2.63±0.13 1-4	2.29±0.10 2-3	1.97±0.07 2.2-3.7	2.38±0.11 2-3	2.14±0.07 2-3	2.68±0.12 2-4	2.43±0.13 1-4
5	2.92±0.10 1.5-4.2	3.48±0.12 2.2-4.3	2.92±0.07 2.2-3.7	2.98±0.11 1.3-3.7	2.98±0.09 2.2-4.5	3.65±0.14 2.5-4.5	2.9±0.15 1.2-4
6	4.41±0.11 4-6	4.76±0.12 4-6	4.16±0.07 4-5	4.17±0.07 4-5	4.21±0.08 4-5	5.05±0.17 4-7	4.76±0.14 4-6
7	4.3±0.18 2.5-6.2	3.07±0.14 2-4.5	3.36±0.11 2.2-5	4.16±0.10 3.5-5.2	3.04±0.10 2.3-4	4.69±0.21 2.7-6	3.41±0.18 1.7-5.5
8	3.62±0.15 2.5-5.2	2.95±0.16 2.2-5	3.03±0.10 1.8-4.3	3.69±0.08 3-4.7	2.62±0.09 1.7-3.7	3.84±0.22 1.7-6.3	2.84±0.10 1.6-4.6
9	4.89±0.22 3-8	4.85±0.19 2.3-6.5	4.45±0.15 2.8-6.5	6.03±0.11 5-7.2	3.91±0.14 2.7-5.7	6.07±0.38 2.5-8.1	4.73±0.24 2-7.4
10	12.02±0.56 4.5-18.7	10.99±0.36 6.6-12.9	8.54±0.25 4.7-10.1	11.01±0.42 4.8-14.4	7.20±0.25 3.9-10	9.33±0.42 4.4-13.4	7.02±0.30 2.5-10.4
11	—	—	9.07±0.51 3-13	—	11.2±0.46 5-15	15.95±0.77 6-22	17.86±1.11 8-32

мальных значений на участках бугристой тундры, при этом длина цветоноса, как и общие размеры побега, здесь уменьшаются (рис. 3). Вообще, по данным литературы, число костянок в плоде *R. chamaemorus* зависит от типа местообитания, погодных условий во время цветения и оплодотворения (Thiem, 2003), а также от доступности питательных веществ во время развития плода (Jean, Lapointe, 2001).

Таким образом, установлено, что на морфометрические признаки морошки действует как эколого-ценотические условия местообитания, так и географическое положение изученных ценопопуляций. Наиболее высокие побеги с удлиненными междоузлиями отмечены в таежной зоне на олиготрофных болотах с редкой сосной. В ерниковой тундре побеги данного вида также достаточно высоки, но при этом здесь особи морошки имеют наибольшие размеры листьев и их число, а также максимальное для района исследований число чашелистиков. На открытом участке болота в северной тайге и в бугристой тундре значения признаков побегов минимальны, однако, именно в последнем местообитании отмечено максимальное число костянок в плоде и высокое число чашелистиков.

Работа проведена в рамках проекта «Состояние ресурсов полезных растений европейско-

го 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

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 chamaemorus* L.) в зонах средней тайги и подтайги европейской части СССР и ее продуктивность: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1986. 25 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов. М.: Высшая школа, 1980. 293 с.

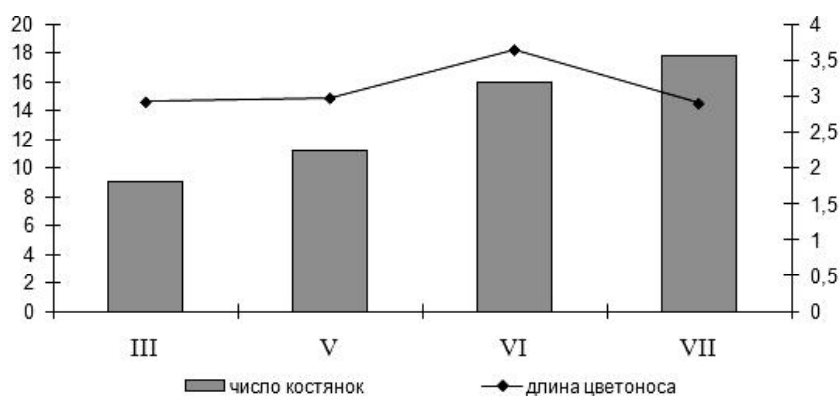


Рис. 3. Изменение числа костянок (шт., слева) и длины цветоноса (см, справа) *R. chamaemorus* в разных ценопопуляциях. По оси абсцисс – номера ценопопуляций.

Пахомов М.Н., Синельникова Н.В. Периодичность плодоношения морошки (*Rubus chamaemorus* L.) и княженики (*Rubus arcticus* L.) в верховьях Колымы (Магаданская область) // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Матер. III Междунар. науч. конф. Томск: Изд-во ТомГУ, 2005. С. 147.

Пуш В.А., Лизунова В.В. Химический состав дикорастущих ягод Сибири // Продуктивность дикорастущих ягодников и их хозяйственное использование: Матер. Всесоюз. науч.-произв. совещ. Киров, 1972. С. 42-44.

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

Флора Северо-Востока европейской части СССР. Л.: Наука, 1976. Т.3. С. 104-150.

Ценопопуляции растений: Основные понятия и структура. М.: Наука, 1976. 215 с.

Юдина В.Ф., Максимова Т.А. Плодоношение *Rubus chamaemorus* L. на болоте-заказнике «Неназванное» (Южная Карелия) // Раст. ресурсы, 1997. Т. 33. Вып. 2. С. 40-44.

Юзепчук С.В. Подрод *Chamaemorus*. Род *Rubus*. Подсемейство *Rosoideae* // Флора СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1941. С. 11-12.

Jean D., Lapointe L. Limited carbohydrate availability as a potential cause of fruit abortion in *Rubus chamaemorus* // Phys. plant., 2001. № 112. P. 379-387.

Korpelainen H. Sex ratios and resource among sexually reproducing plants of *Rubus chamaemorus* // Ann. of Bot., 1994. № 74. P. 627-632.

Thiem B. *Rubus chamaemorus* L. – a boreal plant rich in biologically active metabolites: a review // Biol. Lett., 2003. № 40 (1). P. 3-13.

ПЕЧЕНОЧНИКИ ЛЕСНОГО ЗАКАЗНИКА «ЕНГАНЭПЭ» И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ, РЕСПУБЛИКА КОМИ)

М.В. Дулин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: dulin@ib.komisc.ru

Лесной заказник «Енганэпэ» находится на Полярном Урале в южной части хребта Енганэпэ. Заказник расположен у подножия г. Южная, что в 16 км к СВ от ст. Елецкая (Воркутинский р-н, Республика Коми) (рис. 1). Территория исследования относится к подзоне южных кустарниковых (ерниковых) тундр. Лесной остров охватывает подошву г. Южная в виде полумесяца. Его протяженность с запада на восток 6 км, наименьшая ширина – 50, наибольшая – 500 м (Кадастр..., 1993).

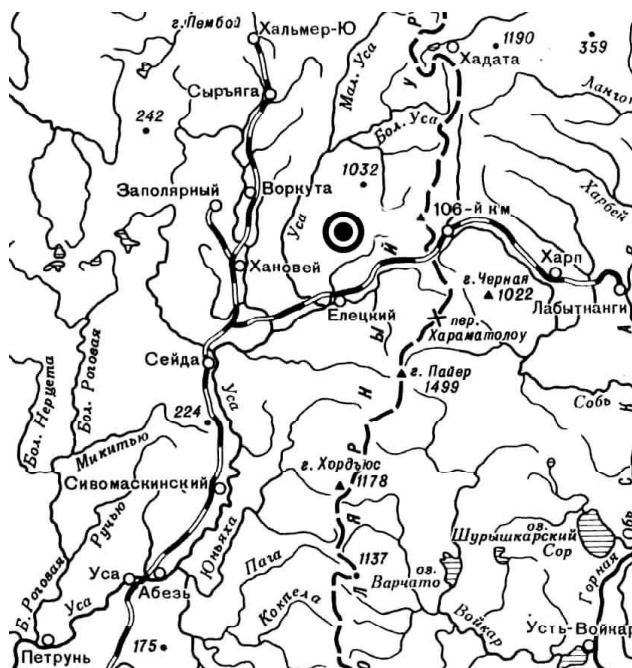


Рис. 1. Карта-схема расположения лесного заказника «Енганэпэ».

Работы по изучению флоры печеночников на территории и в окрестностях лесного заказника «Енганэпэ» проводились нами в июле 2008 г. Всего было выполнено 37 бриофлористических описаний, обследованы основные типы растительных сообществ территории: редкостойные ельники, ивняково-можжевельново-ерниковые группировки, различные типы тундр, крупнобугристое болото, берега р. Лекъелец и впадающих в нее ручьев, лесные и пойменные луговины, гольцы, скальные выходы горных пород, антропогенно-нарушенные участки (вездеходные дороги). В настоящее время коллекция хранится в гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO).

В результате исследования установлено, что во флоре лесного заказника «Енганэпэ» и его окрестностей произрастает 40 видов печеночников, относящихся к 28 родам и 16 семействам. Большая часть из них – это широко распространенные на Севере Голарктики виды. Интерес представляет находка вида *Protolophozia elongata* (Steph.) Schljakov. Это редкий в мире горный печеночник с дизъюнктивным ареалом, встречающийся в горных областях Европы, Сибири, Дальнего Востока и Гренландии (рис. 2). В заказнике вид отмечен по берегу в долине заивленного горного ручья. Впервые приводится нами для флоры печеночников Республики Коми.

Список печеночников лесного заказника «Енганэпэ»

Номенклатура таксонов соответствует «Списку печеночников России» (Konstantinova, Bakalin et al., 2009). Для ряда видов приведены ранее употребляемые латинские названия.

Aneura pinguis (L.) Dumort.
Barbilophozia barbata (Schmidel ex Schreb.) Loeske
Barbilophozia hatcheri (A.Evans) Loeske
Barbilophozia lycopodioides (Wallr.) Loeske
Blasia pusilla L.
Blepharostoma trichophyllum (L.) Dumort.
Calypogeia integrastipula Steph.
Cephalozia bicuspidata (L.) Dumort.
Cephalozia lunulifolia (Dumort.) Dumort.
Cephalozia pleniceps (Austin) Lindb.
Cephalozia rubella (Nees) Warnst.
Chiloscyphus polyanthos (L.) Corda
Conocephalum conicum (L.) Dumort.
Diplophyllum taxifolium (Wahlenb.) Dumort.
Gymnocola inflata (Huds.) Dumort.
Gymnomitrium concinnatum (Lightf.) Corda
Gymnomitrium corralloides Nees
Harpanthus flotovianus (Nees) Nees
Jungermannia eucordifolia Schljakov
Leiocolea heterocolpos var. *heterocolpos* (Thed. ex C.Hartm.) H.Buch
Lophocolea heterophylla (Schrad.) Dumort.
Lophocolea minor Nees
Protolophozia elongata (Steph.) Schljakov
Lophozopsis longidens Konstant. & Vilnet (*Lophozia longidens* (Lindb.) Macoun)
Lophozia silvicola H.Buch
Lophozia ventricosa var. *ventricosa* (Dicks.) Dumort.
Marchantia polymorpha subsp. *montivagans* Bischl. & Boissel.-Dub. (*M. alpestris* (Nees) Burgeff)
Obtusifolium obtusum (Lindb.) S.W.Arnell
Pellia neesiana (Gottsche) Limpr.
Plagiochila porelloides (Torr. ex Nees) Lindenb.
Plectocolea hyalina (Lydell) Mitt.
Preissia quadrata (Scop.) Nees
Ptilidium ciliare (L.) Hampe
Ptilidium pulcherrimum (Weber) Vain.
Scapania curta (Mart.) Dumort.
Scapania irrigua (Nees) Nees
Sphenobolus minutus (Schreb.) Berggr.
Tetralophozia setiformis (Ehrh.) Schljakov
Tritomaria quinquedentata (Huds.) H.Buch
Tritomaria scitula (Taylor) Jorg.

Географический анализ показал, что основу флоры печеночников лесного заказника «Енганэпэ» составляют арктобореально-монтажные циркумполярные печеночники (см. таблицу). Преобладание видов с широкими типами ареалов согласуется с общей тенденцией, отмечающейся для флор печеночников Севера Голарктики. Высокая доля видов горных элементов и отсутствие представителей неморального хоро-

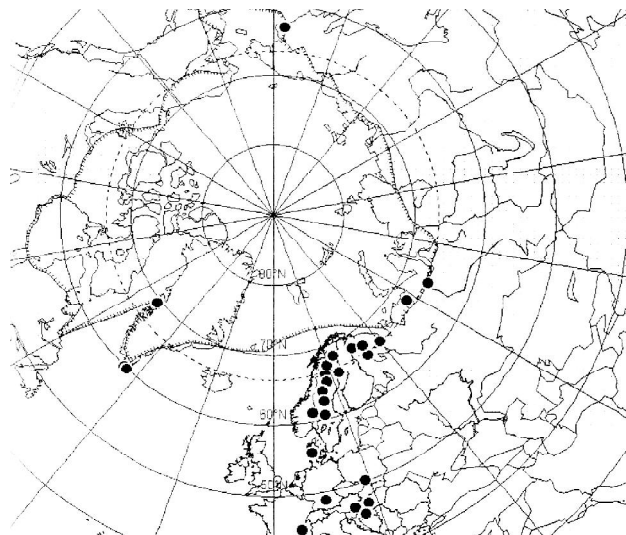


Рис. 2. Распространение *Protolophozia elongata* (Steph.) Schljakov. в мире (по: Константинова, 2000, с дополнениями автора).

по согласуется с положением исследуемой территории в тундровой зоне на западных отрогах Уральских гор.

В ходе таксономического анализа установлено, что в исследованной флоре по числу видов преобладает семейство *Lophaziaceae* (14 видов). Специфику флоры определяет выход на второе место по числу видов семейства *Geocalycaceae* (4) и невысокий ранг семейства *Scapaniaceae* (3). Среди родов по числу видов лидируют *Barbilophozia* и *Cephalozia* (по 3). Горные черты флоры проявляются в присутствии специфических семейств (*Gymnomitriaceae*) и родов (*Diplophyllum*, *Gymnomitrium*, *Preissia*, *Sphenobolus*, *Tetralophozia*).

По отношению к условиям увлажнения в исследованной флоре наиболее многочисленны печеночники, относящиеся к группе мезофитов (22 вида). Много гигро-мезофитов (9) и гигрофитов (5). Отмечены гигро-гидрофиты (2), мезогигрофит и гидрофит.

Редких включенных в Красную книгу Республики Коми (2009) видов печеночников на территории лесного заказника «Енганэпэ» не обнаружено.

Анализ распределения печеночников по основным типам экотопов не выявил каких либо

Распределение видов во флоре печеночников лесного заказника «Енганэпэ» по географическим элементам и типам ареала

Географический элемент	Тип ареала				
	Амфиокеанический	Дизъюнктивный	Почти циркумполярный	Циркумполярный	Всего
Арктобореально-монтажный	1	—	1	20	22
Арктомонтажный	—	—	—	5	5
Бореальный	—	—	—	8	8
Космополитный	—	—	—	3	3
Монтажный	—	1	—	1	2
Всего	1	1	1	37	40

аномалий. Прослежена четкая эколого-фитоценотическая приуроченность печеночников к характерным для них местообитаниям. Так, например, в редкостойных ельниках были отмечены обычные лесные виды (*Cephalozia lunulifolia*, *Lophozia longidens*, *Ptilidium pulcherrimum* и др.), в гольцовом поясе и на скальных выходах найдены горные печеночники (*Diplophyllum taxifolium*, виды рода *Gymnomitrium*, *Preissia quadrata*, *Ptilidium ciliare*, *Tetralophozia setiformis*, *Tritomaria scitula*), в переувлажненных местообитаниях обнаружены влаголюбивые виды (*Chiloscyphus polyanthos*, *Harpanthus flotovianus*, *Gymnocolea inflata*, *Plagiochila porelloides*, *Scapania irrigua*), в тундрах выявлены характерные для этих сообществ печеночники (*Sphenolobus minutus*, *Barbilophozia hatcheri*, *Ptilidium ciliare*), в нарушенных местообитаниях встречаются пионерные виды (*Aneura pinguis*, *Blasia pusilla*, *Cephalozia pleniceps*), а по берегам р. Лекъелец и впадающих в нее ручьев – обычные прибрежно-водные печеночники (*Marchantia alpestris*, *Pellia neesiana*).

В заключение можно отметить, что проведенное нами исследование впервые позволило получить данные о видовом разнообразии печеночников одной из особо охраняемых природных территорий Республики Коми – лесного заказника «Енганэпэ», а также расширить наши представления о распространении и экологии многих видов печеночников в регионе.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 09-04-00281-а и 09-04-10078-к). Автор признателен Н.А. Константиновой за помощь в определении ряда образцов.

ЛИТЕРАТУРА

Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. Ч. 1. 190 с.

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

Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 791 с.

Konstantinova N.A., Bakalin V.A., Andrejeva E.N., Bezgodov A.G., Borovichev E.A., Dulin M.V., Mamontov Yu.S. Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia // *Arctoa*, 2009. Vol. 18. P. 1-66.

ПЕЧЕНОЧНИКИ ШИЧЕНГСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА (СЯМЖЕНСКИЙ РАЙОН, ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.В. Дулин, Д.А. Филиппов*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: dulin@ib.komisc.ru

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

E-mail: philippov_d@mail.ru

Введение

Создание и функционирование сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) направлено на сохранение ландшафтного и биологического разнообразия. Учреждение новых ООПТ в отдельных регионах и в определенные исторические периоды (например, в 1970-1980-е гг.) происходило в основном на базе рекогносцировочных исследований уникальных и типичных ландшафтов, при этом полного анализа всех компонентов биоты не проводилось. Например, на ООПТ Вологодской обл. данные о мохообразных, грибах, лишайниках фактически отсутствуют (Филиппов, 2010).

Настоящая работа является логическим продолжением ранее начатых исследований гепатикофлоры Вологодской обл. (Dulin et al., 2009 и др.) и посвящена характеристике и анализу флоры печеночников Шиченгского регионального комплексного (ландшафтного) заказника (далее – ШЛЗ).

ШЛЗ расположен в центральной части Вологодской обл. на территории Сямженского муниципального района, в 13 км на юго-восток от пос. Сямжа. Заказник учрежден решением исполкома Вологодского областного Совета народных депутатов № 353 от 30.06.1987 г. с целью

охраны реликтового ледникового озера – Шиченгского, коренных типов лесов гидроморфного ряда, крупной болотной системы (более 10 тыс. га), не подвергшейся осушению, а также мест обитания более десяти редких видов растений и животных. Имея площадь 12868 га, ШЛЗ является самым крупным ландшафтным заказником Вологодской обл. (Особо охраняемые..., 1993).

Сведения о мохообразных на территории Сямженского р-на и ШЛЗ крайне скудны. До 2009 г. (по данным Д.А. Филиппова) на территории района гербарными сборами подтверждено произрастание менее 100 видов листостебельных мхов и всего восемь видов печеночников. Для территории ШЛЗ ранее указывались лишь *Lophocolea heterophylla*, *Marchantia polymorpha* subsp. *ruderalis* и *Ptilidium pulcherrimum* (Филиппов, 2004; Dulin et al., 2009).

Материал и методы исследования

В 2009 г. традиционным маршрутным методом были выполнены сборы печеночников в западной и юго-западной частях заказника. В полевых исследованиях в мае приняли участие Д.А. Филиппов и М.В. Дулин, в октябре – Д.А. Филиппов и В.В. Юрченко. Обработка и опре-

деление коллекций проводились М.В. Дулиным. Всего было собрано и изучено около 100 образцов, большая часть из которых находится в гербарии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (SYKO) и ИБВВ РАН (IBIW), часть образцов в виде дублетов – в гербарий ПАБСИ (КРАВГ).

Результаты работы

Обработка гербарных сборов позволила привести в данной работе список гепатикофлоры ШЛЗ. Номенклатура таксонов и расположение соответствует «Списку печеночников России» (Konstantinova, Bakalin et al., 2009). Для ряда видов приведены ранее употребляемые латинские названия.

Список видов печеночников

Шиченгского ландшафтного заказника

Отдел MARCHANTIOPHYTA

Класс Marchantiopsida

I. *Marchantiaceae*: 1) *Marchantia polymorpha* L. subsp. *polymorpha* (= *M. aquatica*) и subsp. *ruderalis* Bischl. & Boissel.-Dub. (= *M. stellata*, *M. polymorpha* auct. non);

Класс Jungermanniopsida

II. *Pellieaceae*: 2) *Pellia neesiana* (Gottsche) Limpr.;

III. *Aneuraceae*: 3) *Aneura pinguis* (L.) Dumort.;

4) *Riccardia latifrons* (Lindb.) Lindb.;

IV. *Radulaceae*: 5) *Radula complanata* (L.) Dumort.;

V. *Ptilidiaceae*: 6) *Ptilidium pulcherrimum* (Weber) Vain.;

VI. *Pseudolepicoleaceae*: 7) *Blepharostoma trichophyllum* (L.) Dumort.;

VII. *Lepidoziaceae*: 8) *Lepidozia reptans* (L.) Dumort.;

VIII. *Lophocoleaceae*: 9) *Chiloscyphus pallescens* (Ehrh. ex Hoffm.) Dumort. var. *pallescens*; 10) *C. polyanthos* (L.) Corda var. *polyanthos*; 11) *Lophocolea heterophylla* (Schrader) Dumort.;

IX. *Plagiochilaceae*: 12) *Plagiochila porelloides* (Torrey ex Nees) Lindenb.;

X. *Cephaloziaceae*: 13) *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dumort.; 14) *C. connivens* (Dicks.) Lindb.; 15) *C. loitlesbergii* Schiffn.; 16) *C. lunulifolia* (Dumort.) Dumort.; 17) *C. pleniceps* (Austin) Lindb.;

XI. *Odontoschismataceae*: 18) *Cladopodiella fluitans* (Nees) H. Buch.;

XII. *Cephaloziellaceae*: 19) *Cephaloziella rubella* (Nees) Warnst.;

XIII. *Scapaniaceae* s.l.: 20) *Crossocalyx hellerianus* (Nees ex Lindenb.) Meyl.; 21) *Lophozia guttulata* (Lindb. & Arnell) A. Evans; 22) *L. silvicola* H. Buch.; 23) *L. ventricosa* (Dicks.) Dumort.; 24) *Lophozia longidens* (Lindb.) Konstant. & Vilnet (= *Lophozia longidens*); 25) *Scapania paludicola* Loeske & Muell. Frib.; 26) *Schljakovia kunzeana* (Huebener) Konstant. & Vilnet (= *Orthocaulis kunzeanus*);

XIV. *Myliaceae*: 27) *Mylia anomala* (Hook.) Gray;

XV. *Calypogeiaceae*: 28) *Calypogeia integristipula* Steph.; 29) *C. muelleriana* (Schiffn.) Muell. Frib.; 30) *C. neesiana* (C. Massal. & Carestia) Muell. Frib.; 31) *C. sphagnicola* (Arnell & J. Perss.) Warnst. & Loeske.

Обсуждение результатов

На территории ШЛЗ выявлен 31 вид печеночников, относящихся к отряду Marchantiophyta, двум классам (Marchantiopsida: один вид и

Jungermanniopsida – 30), шести порядкам, 15 семействам и 21 роду. Все семейства во флоре ШЛЗ, за исключением *Cephaloziaceae* (1 род, 5 видов), *Scapaniaceae* (5, 7), *Calypogeiaceae* (1, 4) и *Lophocoleaceae* (2, 3), представлены одним-двумя видами. Наиболее крупными родами являются *Cephalozia* (5 видов) и *Calypogeia* (4). Географический анализ (по: Константинова, 2000) показал, что в исследуемой флоре преобладают арктобореально-монтажные (16 видов) и бореальные (13) виды, как правило, имеющие циркумполярное распространение (27 видов). Несколько видов (*Aneura pinguis*, *Cephalozia bicuspidata*) являются космополитами. При анализе флоры печеночников по отношению к влажности субстрата получились вполне закономерные для сильнозаболоченной территории результаты: гидрофиты – один вид, гигрофиты – четыре, гигрогидрофиты – два, гигромезофиты – 10, мезофиты – 14.

Наибольший интерес вызывает анализ распределения печеночников по отдельным типам экотопов. Ниже приведены предварительные результаты эколого-фитоценотической приуроченности видов к болотам, соснякам, нарушенным местам.

Более половины территории ШЛЗ занято пещорско-онежским верховым болотом озерного происхождения с преобладанием сосново-кустарничково-сфагновых сообществ с грядово-мочажинными комплексами и мезотрофными облесенными окрайками. Печеночники встречаются во всех болотных сообществах. Среди предпочитаемых микроместообитаний следует выделить шейхцериево-очеретниково-сфагновые и топяноосоково-шейхцериево-сфагновые мочажинны разной степени обводненности (обычным видом является *Cladopodiella fluitans*); сосново-кустарничково-сфагновые и кустарничково-пушицево-сфагновые кочки и гряды (среди *Polytrichum* обнаружены *Cephalozia connivens* и *Cephaloziella rubella*); приствольные понижения болотных форм сосен (среди дернинок *Sphagnum* и на гнилой древесине отмечены *Calypogeia sphagnicola*, *C. muelleriana*, *Cephalozia bicuspidata*, *C. loitlesbergii*, *Lophocolea heterophylla*, *Mylia anomala*). В целом разнообразие печеночников в олиготрофных болотных сообществах невелико (7-9 видов).

По облесенным березой и сосной окрайкам болота разнообразие несколько повышается. В межкочьях весьма обычны *Chiloscyphus pallescens*, *Plagiochila porelloides*, *Scapania paludicola*. На комлях сосен отмечаются *Blepharostoma trichophyllum*, *Cephalozia lunulifolia*, *Lepidozia reptans*, *Schljakovia kunzeana*, *Ptilidium pulcherrimum*, а на комлевых частях березы пушистой – лишь *Ptilidium pulcherrimum* и *Lophocolea heterophylla*. По окрайке болота, а также на минеральных внутриболотных лесных островах спорадически на стволах осин отмечается *Radula complanata*.

Облесенные сосной окрайки болота имеют плавные переходы в сосняки сфагновые и зеленомошные. Они занимают до 78.4% лесопокрытой площади заказника (Особо охраняемые..., 1993). Их отличия от «сосняка по болоту» заключаются в наличии маломощных торфяных почв (до 0.5 м) и хорошо развитого, среднебонитетного древесного яруса (высота сосен до 15-18 м, сомкнутость – 0.4-0.8). Заболоченные сосновые кустарничково-зеленомошно-сфагновые леса имеют относительно высокое разнообразие печеночников. Наиболее предпочитаемым субстратом является гнилая древесина, на котором произрастает до 15 видов. В частности, *Calypogeia integristipula*, *C. muelleriana*, *C. neesiana*, *Cephalozia bicuspidata*, *C. lunulifolia*, *Crossocalyx hellerianum*, *Lepidozia reptans*, *Lophocolea heterophylla*, *Lophozia guttulata*, *L. silvicola*, *L. ventricosa*, *Ptilidium pulcherrimum*, *Riccardia latifrons*. На гнилой древесине окраек болот отмечается сходный видовой состав, но появляется *Blepharostoma trichophyllum*, *Cephalozia conivens*, *Schizakovia kunzeana*. На комлях сосен весьма обычен *Ptilidium pulcherrimum*, реже встречается *Lophocolea heterophylla*.

Важными структурными элементами болота являются проточные топи, ручьи и болотные реки (Сондушка, Глухая Сондушка, Шиченга). Ручьи, стекающие с центра болотного массива и протекающие по мезотрофным окрайкам, сфагновым соснякам, наследуют не только почти весь комплекс видов печеночников исходных сообществ, но и обогащаются новыми, преимущественно гигрофильными видами. Например, по берегам болотного руч. Черная речка на обнажениях торфа была обнаружена *Aneura pinguis*, а в зарослях *Typha latifolia* – *Marchantia polymorpha* subsp. *polymorpha*. Другой подвид маршанции – *M. polymorpha* subsp. *ruderalis* – отмечен лишь на зарастающих гарях по берегам оз. Шиченгское.

Антропогенная деятельность расширяет спектр мест обитания печеночников. В полной мере это относится к дорожной сети, представленной в ШЛЗ лесными дорогами и тропами. Например, на песчано-глинистых умеренно влажных стен-

ках колеи лесных дорог наиболее обычны *Blepharostoma trichophyllum*, *Calypogeia integristipula*, *Cephalozia bicuspidata* и *Pellia neesiana*, чуть реже встречаются *Calypogeia muelleriana*, *C. neesiana*, *Cephalozia pleniceps*, *Chyloscyphus pallescens*, *C. polyanthos*, *Lepidozia reptans*, *Lophocolea heterophylla*, *Lophozia silvicola*, *Plagiochila porelloides*. В местах выворотов деревьев и по песчаным обнажениям обочин дорог отмечается *Cephaloziella rubella* var. *rubella*. Общее разнообразие печеночников антропогенно нарушенных биотопов доходит до 18 видов.

В целом исследования печеночников на территории ШЛЗ позволили расширить представления об объеме флоры высших растений заказника, увеличив список видов до 300. Обнаруженные закономерности в распределении видов по отдельным типам субстратов и местообитаниям применимы не только для ШЛЗ, но и для сходных по условиям ландшафтов Вологодской обл.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 09-04-00281-а). За помощь в полевых исследованиях благодарим В.В. Юрченко.

ЛИТЕРАТУРА

- Константинова Н.А. Анализ ареалов печеночников севера Голарктики // *Arctoa*, 2000. Vol. 9. P. 29-94.
- Особо охраняемые природные территории, растения и животные Вологодской области. Вологда: Изд-во «Русь», 1993. 256 с.
- Филиппов Д.А. Флора Шиченгского ландшафтно-го заказника и ее анализ: Выпускная квалификационная работа. Вологда, 2004. 67 с.
- Филиппов Д.А. Растительный покров, почвы и животный мир Вологодской области (ретроспективный библиографический указатель). Вологда, 2010. 217 с.
- 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., Bezgodov A.G., Borovichev E.A., Dulin M.V., Mamontov Yu.S. Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia // *Arctoa*, 2009. Vol. 18. P. 1-64.

РАЗНООБРАЗИЕ ВИДОВ ДИКИХ РОДИЧЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ROACEAE BERNHART ВО ФЛОРЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

М.А. Жук

Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И.Вавилова
E-mail: MikZhuk@Gmail.com

На территории России общее число диких родичей культурных растений (ДРКР) составляет 1680 видов из 48 семейств. Крупнейшим семейством по количеству ДРКР является *Roaceae* Bernhart, которое стало объектом исследования.

ДРКР – это эволюционно-генетически близкие к культурным растениям виды естественной флоры, входящие в один род с культурными растениями, потенциально пригодные для введения в культуру или использования в про-

цессе получения новых сортов (Смекалова, Чу-хина, 2003, 2005).

Они являются составной частью исходного материала, который необходим для получения новых, адаптированных к неблагоприятным условиям внешней среды, болезням и вредителям, высокопродуктивных сортов растений, являющихся основой производства высококачественной сельскохозяйственной продукции.

Флора Северо-Востока европейской части России хорошо изучена различными исследователями, но состав ДРКР на этой территории изучен недостаточно. На данной территории хорошо выражена зональность природных условий: от тундр до средней тайги. Кроме этого, многие виды имеют здесь северные границы своих ареалов. Генофонд этих видов, произрастающих на пограничных территориях, может нести определенные признаки адаптированности к суровым условиям севера. В связи с тем, что наблюдается общее обеднение генетических ресурсов растений, встает вопрос о их сохранении.

Наиболее известный и широко используемый метод сохранения генетических ресурсов растений – «ex situ» (в коллекциях). Однако после вступления в силу Конвенции о биоразнообразии (1992), приоритетным методом сохранения генетического разнообразия, в том числе и ДРКР, становится «in situ» метод. Такой путь дает возможность сохранения вида в составе естественных природных сообществ, что обеспечивает естественный характер эволюционного процесса, что немаловажно для поддержания конкурентоспособности вида. Сохранение экосистемы, в которой произрастает вид, является ключевым моментом этого метода.

Таким образом, становится очевидной необходимость всестороннего изучения разнообразия диких родичей культурных растений Северо-Востока европейской части России в связи с проблемой сохранения их полезного фитогеофонда.

Семейство *Poaceae* во флоре Северо-Востока европейской части России представлено 176 видами из 51 рода, из которых аборигенных видов 150, адвентивных – 26, причем семь родов – *Aegilops* L., *Eremopyrum* (Ledeb.) Jaub. & Spach, *Echinochloa* Kunth, *Hordeum* L., *Phalaris* L., *Setaria* Beauv., *Zizania* L. – представлены на изучаемой территории только заносными видами.

Культивируются 39 представителей семейства злаковых, причем 13 из них могут произрастать на данной территории только в культуре (*Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L., *Secale cereale* L. и др.).

Нами было проанализировано разнообразие аборигенных видов ДРКР, представленных 78 видами, относящихся к 15 родам, что составляет 52 % аборигенной фракции семейства (см. таблицу).

Одним из важнейших факторов внешней среды, влияющих на растительный организм, является влажность. В результате экологического анализа по отношению к фактору влажности выяснилось, что в семействе злаковых преобладают мезофиты – 56 видов (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Dactylis glomerata* L., *Poa pratensis* L. и др.), далее следуют гигромезофиты – восемь видов (*Agrostis borealis* Hartm., *Alopecurus geniculatus* L., *Poa remota* Forsk. и др.). Равное количество видов (4) является гигрофитами (*Agrostis stolonifera* L., *Poa palustris* L. и др.), психрофитами (*Poa alpigena* (Blytt) Lindm., *Poa arctica* R.Br. и др.) и ксеромезофитами (*Festuca ovina* L., *Poa angustifolia* L. и др.). *Festuca pseudodalmatica* Krajina является мезоксерофитом, а *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert – гидрофитом (гелофитом).

Для анализа особенностей распространения ДРКР были изучены материалы гербарных коллекций Ботанического института им. В.Л. Комарова (БИН РАН), ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, Института биологии Коми НЦ УрО РАН, а также использованы литературные данные (Флора СССР, 1934; Флора европейской ..., 1974; Флора северо-востока ..., 1974; Цвелев, 1976; Шмидт, 2005). В результате географического анализа по типам ареала виды ДРКР можно разделить на пять групп:

1. европейские виды – их ареал расположен на территории Европы до Урала. К данной группе относятся 11 видов, из которых четыре – эндемики Полярного Урала (*Agrostis korczaginii* Senjan.-Korcz., *Elytrigia reflexiaristata* (Nevski) Nevski, *Festuca pohleana* E.Alexeev, *Festuca uralensis* (Tzvel.) E.Alexeev), а *Poa tanfiljewii* Roshev. – эндемик северной Европы (Флора СССР, 1934). К этой группе относятся как виды приуроченные к северным арктическим районам (*Festuca arenaria* Osbeck, *Festuca sabulosa* (Boiss.) V. Krecz. и др.), так и виды, произрастающие в таежной зоне (*Festuca trachyphylla* (Hack.) Krajina, *Poa lapponica* Prokudin и др.).

2. евросибирские виды – распространены на территории Европы, Урала и Сибири. К данной группе относятся шесть видов. Некоторые виды данной группы распространены в арктической зоне (*Elymus turuchanensis* (Reverd.) Czer. и др.), другие встречаются от арктического побережья до лесотундры (*Elymus macrourus* (Turcz.) Tzvel.

Распределение видов ДРКР по крупнейшим родам сем. *Poaceae* Bernhart

№	Род	Количество видов ДРКР	Доля от общего числа (%) аборигенных видов ДРКР сем. <i>Poaceae</i> Bernhart
1.	<i>Poa</i> L.	20	25.64
2.	<i>Festuca</i> L.	18	23.07
3.	<i>Agrostis</i> L.	9	11.54
4.	<i>Elymus</i> L.	8	10.26
5.	<i>Alopecurus</i> L.	6	7.69

и др.), имея на изучаемой территории юго-западную границу своего ареала. Таежные виды (*Elymus fibrosus* (Schrenk) Tzvel. и *Poa sibirica* Roshev.) на территории Северо-Востока европейской части России имеют северную границу своего распространения. Все виды данной группы имеют единичные местонахождения в пределах района изучения.

3. сибирские виды – к данной группе относятся *Elymus transbaicalensis* (Nevski) Tzvel., ареал которого расположен на территории Сибири, с единичными местонахождениями на территории Северо-Востока европейской части России.

4. евразийские виды – имеют широкий ареал, ограниченный преимущественно территорией Евразии (у некоторых заходящий в Северную Африку). К этой группе относятся 30 видов. Большинство из них являются бореальными (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub., *Elymus caninus* (L.) L. и др.), и довольно значительная часть из них обитает только в южной части изучаемой территории (*Bromus arvensis* L., *Poa compressa* L. и др.), как и ряд лесостепных видов (*Festuca pseudodalmatica* Krajina, *F. valesiaca* Gaudin и др.). Ряд видов на изучаемой территории имеют единичные местонахождения и подлежат охране: таежные виды *Agrostis clavata* Trin. и *Poa remota* Forsk., а также степной вид, являющийся реликтом начала голоцена, – *Festuca beckeri* (Hack.) Trautv.

5. голарктические виды – распространены на территории Голарктики (Тахтаджян, 1978). К этой группе относятся 29 видов. Большинство видов данной группы произрастают в северных арктических районах и горах Европы, Восточной Сибири, Центральной Азии и Северной Америки (*Festuca brachyphylla* Schult. et Schult. fil., *Poa alpina* L. и др.). Некоторые виды произрастают в таежной зоне (*Agrostis canina* L., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert и др.) и имеют на территории Северо-Востока европейской части России северную границу своего ареала, а другие встречаются от арктического побережья до лесотундры (*Bromopsis pumPELLIANA* (Scribn.) Holub., *Elymus mutabilis* (Drobov) Tzvel. и др.), и на данной территории проходит юго-западная граница их ареала.

Таким образом, максимальное количество видов ДРКР Северо-Востока европейской части России имеют широкие ареалы и относятся к евразийской (30) и голарктической (29) группам.

По характеру основного использования все виды ДРКР изучаемой территории имеют преимущественно кормовое значение (*Festuca pratensis* Huds., *Poa pratensis* L. и др.), за исключением *Lolium temulentum* L., являющегося ядовитым за счет содержания вещества темулина. Некоторые виды имеют несколько направлений хозяйственного использования и, помимо основного, шесть видов используются как газонные растения (*Agrostis clavata* Trin., *Alope-*

curus pratensis L. и др.), а *Elytrigia repens* (L.) Nevski – в народной медицине.

Для того, чтобы решить вопрос с выбором видов, нуждающихся в первоочередном сохранении in situ, сотрудниками ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова были разработаны «критерии приоритетности к сохранению» (Смекалова, Чухина, 2003). Все виды ДРКР авторы разбивают на отдельные группы (ранжируют) по нескольким показателям: участие в селекционном процессе, таксономическая близость к культурному виду, степень хозяйственного использования (Смекалова, Чухина, 2005). Таким образом, ими выделено пять групп (рангов).

Наибольшее количество видов ДРКР (26) на территории Северо-Востока европейской части России непосредственно представлены в культуре и имеют сорта (I ранг). Это *Festuca pratensis* Huds., *Phleum alpinum* L., *Poa trivialis* L. и др.

Также большое количество видов (25), входящих в один род с культурными растениями, используются в собирательстве и народной селекции (сортов нет) (IV ранг) – *Agrostis clavata* Trin., *Elymus mutabilis* (Drobov) Tzvel., *Poa annua* L. и др.

Видов близкого родства с введенными в культуру (в составе одной секции, одного подрода), перспективных для хозяйственного использования (III ранг), на территории флоры 11 – *Bromopsis pumPELLIANA* (Scribn.) Holub., *Poa arctica* R.Br., *Poa glauca* Vahl и др.

Alopecurus aequalis Sobol., *Poa supina* Schrad. и др. составляют группу из 16 видов, входящих в один род с культурными, хозяйственные свойства которых мало изучены (V ранг).

Среди аборигенных видов ДРКР Северо-Востока европейской части России семейства *Poaceae* не представлены виды, непосредственно участвующие в скрещиваниях, используемые как источники генов или как подвой (II ранг). К этой группе относится *Aegilops cylindrica* Host, но он является адвентивным на данной территории и в анализ не вошел.

Наиболее востребованными, активно используемыми в селекции, являются растения I и II ранга, но эти виды широко распространены и часто встречаются как в пределах Северо-Востока европейской части России, так и в пределах своих ареалов. Поэтому для их сохранения следует отбирать только отдельные, уникальные популяции, особи в которых отличаются комплексом селекционно-важных признаков.

К числу приоритетных для in situ сохранения следует отнести виды ДРКР, которые включены в региональные Красные книги, а также локальные эндемики (Смекалова, Чухина, 2005). Из ДРКР семейства *Poaceae* Bernhart шесть видов (*Agrostis korczagii* Senjan.-Korcz., *Elytrigia reflexiaristata* (Nevski) Nevski и др.) занесены в Красную книгу Республики Коми (1998). В Красную книгу Архангельской обл. (1995) занесены четыре вида (*Festuca sabulosa* (Boiss.) V. Krecz.,

Poa tanfiljewii Roshev. и др.). Два эндемика Полярного Урала (*Festuca pohleana* Е. Alexeev, *Festuca uralensis* (Tzvel.) Е. Alexeev) не занесены ни в одну из Красных книг.

Одним из наиболее реальных путей *in situ* сохранения генофонда ДРКР в условиях России можно считать сохранение в пределах уже существующей заповедной сети (Чухина, 2007). На территории Пинежского заповедника произрастает 30 видов исследуемого семейства, Печеро-Илычского – 49. Из четырех локальных эндемиков Урала генофонд только трех (*Agrostis korczaginii* Senjan.-Korcz., *Elytrigia reflexiaristata* (Nevski) Nevski, *Festuca pohleana* Е. Alexeev.) сохраняется на территории Печеро-Илычского заповедника, а *Festuca uralensis* (Tzvel.) Е. Alexeev. не находится под охраной. Генофонд *Poa tanfiljewii* Roshev. эндемика северной Европы надежно сохраняется в имеющейся на изучаемой территории заповедной сети, а также в Кулойском ландшафтном заказнике. Но генофонд *Festuca beckeri* (Hack.) Trautv., являющейся реликтовым видом начала голоцена, не сохраняется ни в одном из имеющихся заповедников.

ЛИТЕРАТУРА

Красная книга Архангельской области. Архангельск: Правда севера, 1995. 330 с.

Красная книга Республики Коми. М.: ДИК, 1998. 528 с.

Мартыненко В.А., Груздев Б.И. Определитель соудистых растений окрестностей Сыктывкара. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 261 с.

Определитель высших растений Коми АССР / Под ред. А.И. Толмачева. Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 360 с.

Смекалова Т. Н., Чухина И. Г. Стратегия сохранения диких родичей культурных растений на территории России // Ботанические исследования в Азиатской России: Матер. XI съезда Русского ботанического общества (18-22 августа 2003 г.). Барнаул: Изд-во «АзБука», 2003. С. 116-118.

Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. Дикие родичи культурных растений России. Каталог мировой коллекции ВИР. СПб., 2005. 54 с.

Тахтаджян А.Л. Флористические области земли. Л.: Наука, 1978. 248 с.

Флора европейской части СССР / Под ред. А.А. Федорова. Л.: Наука, 1974. Т. 1. 404 с.

Флора Северо-Востока европейской части СССР // Под ред. А.И. Толмачева. Л.: Наука, 1974. Т. I. 275 с.

Флора СССР / Под ред. В.Л. Комарова. Л., 1934. Т. 2. 778 с.

Цвелев Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.

Чухина И.Г. Культурные растения и их дикие родичи (методы изучения и сохранения разнообразия). Барнаул: Изд-во «АзБука», 2007. 40 с.

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

К ВОПРОСУ О СОЦВЕТИИ *SOLANUM DULCAMARA* L.

И.А. Журавлева, Ю.А. Бобров¹

Вятский государственный гуманитарный университет

E-mail: S-dulcamara@yandex.ru

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: orthilia@yandex.ru

Паслен сладко-горький (*Solanum dulcamara* L.) представляет собой листопадный лиановидный полукустарник с деревянистым ползучим корневищем. Стебли извилистые, у основания древеснеющие (Губанов и др., 2004). Листья цельные или рассеченные, яйцевидной или ланцетной формы. Цветки от белого до лилового цвета. Плод – ярко-красная яйцевидная ягода.

Это цветковое двудольное растение; по А.Л. Тахтаджяну (1987) род *Solanum* L. относится к порядку *Solanales*, семейству *Solanaceae* Juss., подсемейству *Solanoideae*, трибе *Solaneae*. А.И. Пояркова (1981) *S. dulcamara* включает в подрод *Solanum*, в секцию *Dulcamara* (Dun.) Bitter.

Ареал вида охватывает всю Европу и часть Западной Сибири; как заносное встречается в Предкавказье, Средней Азии и Северной Америке, где местами натурализовался (Пояркова, 1981). В европейской части России *S. dulcamara* распространен от Карелии до Черноморского побережья и от западных границ до Урала (Пояркова, 1981).

Нами для анализа соцветий просмотрены материалы собственных сборов 2009 г., сделанных на территории Кировской обл., а также материалы фондов гербарной коллекции ВятГГУ и гербариев МГУ, Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Института биологии внутренних вод РАН, СыктГУ и МПГУ. Всего просмотрено более тысячи гербарных листов.

Обращаясь к вопросу о положении соцветия паслена сладко-горького, большинство авторов, например, Д.П. Сырейчиков во «Флоре Московской губернии» (1910), М.П. Тomin во «Флоре Белорусской ССР» (1955), А.Н. Васильева во «Флоре Казахстана» (1985), считают соцветие *S. dulcamara* боковым. На первый взгляд это кажется верным, особенно если рассматривать взрослый побег. Однако, если обратить внимание на более молодое растение (рис. 1), мы видим, что побег замещения развивается из пазушной почки самого верхнего листа. В процессе своего развития побег постепенно сдвигает верхушечное соцветие в боковое положение. Таким образом, рассматривая морфогенез побе-



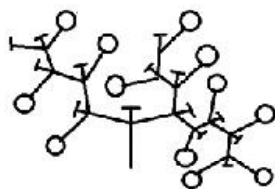
Рис. 1. Молодой побег *Solanum dulcamara* L.; пояснения в тексте.

га, мы можем сделать вывод о том, что соцветие *S. dulcamara* является терминальным.

В вопросе об олиственности соцветия все авторы едины во мнении – соцветие не имеет прицветников, поэтому является абрактеозным. Наши наблюдения также показывают, что в типе брактеи отсутствуют.

При характеристике типа соцветия возникают определенные разногласия во взглядах разных авторов. Например, зонтиком это соцветие считают такие авторы, как Д. П. Сырейщиков во «Флоре Московской губернии» (1910), О.Д. Висюлина во «Флоре Украины» (1960), В.Е. Аветисян во «Флоре Армении» (1987). В качестве метелки соцветие *S. dulcamara* видят П.Ф. Маевский в «Осенней флоре ...» (1961), А.Н. Васильева во «Флоре Казахстана» (1985) и ряд других. Щитком данное соцветие называет М.П. Томин во «Флоре Белорусской ССР» (1955).

При сравнении схем данных типов соцветий с реальным соцветием *S. dulcamara* (рис. 2, слева), мы пришли к следующим выводам. Это со-



– побег, заканчивающийся цветком;



– побег, затормозивший нарастание

Рис. 2. Соцветие *Solanum dulcamara* L. (слева – фото, справа – схема); пояснения в тексте.

цветие нельзя назвать зонтиком, так как его цветоножки не отходят от одного центра; также невозможно рассматривать данное соцветие в качестве метелки, так как у нее боковые оси отходят от основной оси, постепенно увеличивая число цветков, а такого у соцветия паслена сладко-горького мы не наблюдаем. Считать его соцветие щитком тоже неправильно, так как цветки у него не расположены в одной плоскости. Таким образом, ни одно из мнений, высказанных в литературе по поводу типа соцветия *S. dulcamara*, не оказалось верным.

На наш взгляд, структуру соцветия описывает схема, приведенная на рис. 2, справа. Это позволяет отнести его к цимозным, т.е. к симподиально нарастающим соцветиям. Цима может быть как монохазием, так и дихазием. При рассмотрении соцветия в его базальной части отчетливо видна главная ось, затормозившая свой рост, и две боковые оси. Сравнивая данную схему со схемой типичного простого дихазия, мы видим явное сходство. Различие заключается в том, что в нашем случае отсутствуют терминальные цветки. Торможение развития этих цветков типично для данного вида, хотя как исключение мы можем наблюдать наличие терминального цветка. Таким образом, соцветие *S. dulcamara* представляет собой дихазий.

Теперь перед нами встает вопрос о морфологии боковых ветвей этого соцветия – они могут быть как монохазием, так и дихазием. Для выяснения этого рассмотрим, из каких конструктивных единиц могут состоять боковые элементы. Начнем с монохазия. В табл. 1 показано пространство логических возможностей монохазияльного соцветия. Оно может состоять из трех конструктивных единиц. В числе рассмотренных нами соцветий мы обнаружили одно, в состав которого входила структура, не предусмотренная теорией. Трактовка ее как монохазия, таким образом, невозможна. При рассмотрении пространства логических возможностей дихазия (табл. 2), мы выяснили существование шести конструктивных единиц. Структур, не предусмотренных теорией, мы не обнаружили. Следовательно, можно сделать вывод, что и боковая ось представляет собой дихазий.

Для того, чтобы дать полное название соцветию *S. dulcamara*, мы определили основную конструктивную единицу, т.е. ту структуру, которая явно преобладала в соцветии – неравнобокий дихазий. В этом дихазии одна боковая ось представлена одиночным цветком, а другая ось в своем развитии терминального цветка не образует, но формирует новый дихазий, по строению аналогичный материнскому. Данный элемент может повторяться неоднократно. Заканчивается такая ветвь равнобоким дихазием с боковыми ветвями в виде одиночных цветков. Таким образом, боковая ветвь состоит из нескольких дихазиев, т.е. является многочленной.

Оценивая внешний вид такой ветви, мы видим ее завиткообразную структуру. Назвать ее завитком мы, однако, не можем, так как этот

Таблица 1
Пространство логических возможностей монохазия

Число генеративных побегов			
Число вегетативных побегов		0	1
	0		
	1		—

термин применяется только для монохазия. Однако в полном названии соцветия мы должны подчеркнуть эту его физиономическую особенность.

Следовательно, можно сделать вывод, что соцветие *S. dulcamara* представляет собой терминальный абрактеозный многочленный неравнобокий завиткообразный дихазий.

ЛИТЕРАТУРА

- Аветисян В.Е. Флора Армении / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. Ереван, 1987. Т. 8. С. 166-186.
Васильева А.Н. Флора Казахстана / Под ред. Н.В. Павлова. Алма-Ата: Наука, 1985. С. 3-24.

Таблица 2
Пространство логических возможностей дихазия

Число генеративных побегов				
Число вегетативных побегов		0	1	2
	0			
	1			—
	2		—	—

Висюлина О.Д. Флора УРСР / Под ред. М.И. Котова. Киев, 1960. С. 364-404.

Губанов И.А. Иллюстрированный определитель растений средней России. М., 2004. Т. 3. 520 с.

Маевский П.Ф. Осенняя флора средней полосы европейской части СССР. М., 1961. 147 с.

Пояркова А.И. Флора европейской части СССР / Под ред. А.А. Федорова. Л., 1981. Т. 5. С. 179-201.

Сырейщиков Д.П. Иллюстрированная флора Московской губернии / Под ред. А.Н. Петунникова. М., 1910. Ч. 3. С. 116-122.

Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л., 1987. 438 с.

Томин М.П. Флора БССР / Под ред. Б.К. Шишкина. Минск, 1955. Т. 4. С. 318-344.

АДВЕНТИВНАЯ ФЛОРА ВОТКИНСКОГО РАЙОНА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Е.Н. Зянкина

Удмуртский государственный университет

E-mail: zyankina_e@mail.ru

Все растения, которые обязаны своим появлением и существованием на данной территории человеку, принято называть адвентивными. Они принимают активное участие в синантропизации флоры и растительности различных регионов Земли. Процессу синантропизации подвергается и растительный покров Удмуртской Республики (далее – УР), хозяйственное освоение которого началось еще в эпоху палеолита.

Изучение адвентивной флоры в УР имеет давние традиции и связано с именами Л.Н. Васильевой, Т.П. Ефимовой, В.А. Бузанова, В.В. Сентемова, Н.Г. Ильминских, Ю.Д. Гусева и др. Наиболее тщательные исследования в этом направлении ведутся с 1983 г. (Пузырев, 2006).

До 2004 г. адвентивная флора Воткинского р-на не была объектом специального изучения. Исследовались лишь места наибольшей концентрации адвентивных видов, т.е. насыпи железных и шоссейных дорог, хлебоприемные предприятия и центральная Воткинская свалка мусора. Остальные типы местообитаний являлись малоизученными.

Исходя из этого, нами была поставлена следующая цель: изучить адвентивную флору на территории Воткинского р-на.

Для достижения данной цели мы поставили следующие задачи:

1. Выявить видовое богатство адвентивной флоры Воткинского р-она УР.

2. Провести всесторонний анализ выявленной адвентивной флоры.

3. Выявить наиболее агрессивные (инвазионные) виды Воткинского р-на УР.

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. Климат его умеренно континентальный. Рельеф представляет собой волнистую равнину. По территории района протекают реки Кама, Сива и Позимь. На границе с Пермским краем находится Воткинское водохранилище. Почвы дерново- и среднеподзолистые с пятнами дерново-карбонатных. Леса занимают только 28% территории района (Шумилов, 2008).

Изучение адвентивной флоры Воткинского р-на проходило преимущественно маршрутно-рекогносцировочным методом. В процессе исследования более подробно были изучены следующие типы местообитаний: насыпи шоссей-

ных и железных дорог, свалки мусора, поля, населенные пункты, территории садовых товариществ и их ближайшие окрестности.

В результате проведенных работ на территории Воткинского р-на к 2009 г. выявлено 358 видов адвентивных растений, принадлежащих к 228 родам и 59 семействам. Это составляет 34.9% от всей флоры Воткинского р-на. Оно составляет также примерно 38% от всех адвентивных видов УР. По сравнению с Камбарским р-ном УР, где доля адвентивной флоры составляет 28% от всей его флоры (Пузырев, 2007), наш показатель является более высоким. Однако сравнение с соответствующими показателями г. Ижевск и Удмуртии в целом, где доля адвентивных видов растений достигает 50% и выше, показало, что наши показатели являются более низкими. По-видимому, это связано с различием в размерах площадей сравниваемых территорий, отсутствием в Воткинском р-не крупных плодоовощебаз, хлебоприемных пунктов и элеваторов, железнодорожных станций, магистральных железнодорожных путей.

За последние шесть лет (с 2004 по 2009 г.) в Воткинском р-не нами был выявлен 291 вид адвентивных растений, что составляет 81% от общего их количества в данном районе. Из них новыми для Удмуртской Республики являются пять видов: *Dicentra formosa* (Haw.) Walp., *Iberis umbellata* L., *Phlox subulata* L., *Xanthoxalis dillenii* (Jacq.) Holub., *Zinnia elegans* Jacq.

Доминирующими семействами адвентивной флоры района являются *Asteraceae* (52 вида), *Poaceae* (40), *Rosaceae* (28), *Brassicaceae* (27), *Fabaceae* (22), *Chenopodiaceae* (21), *Solanaceae* (16) *Caryophyllaceae*, *Apiaceae*, *Boraginaceae* (по 9). Все эти семейства, за исключением *Apiaceae* и *Boraginaceae*, входят также в число лидирующих в адвентивной флоре УР. Но в последней на первом месте находится *Poaceae*, а также в десятку ведущих семейств входят *Polygonaceae* и *Lamiaceae*. Первые 10 семейств адвентивной флоры Воткинского р-на содержат в своем составе 65.5% всех выявленных видов. Это примерно столько же, что и для адвентивной флоры Удмуртии в целом.

К многовидовым родам адвентивной флоры Воткинского р-на относятся *Amaranthus* (7 видов), *Atriplex* (6), *Solanum*, *Populus*, *Vicia*, *Chenopodium*, *Artemisia* (по 5), *Malus*, *Xanthium*, *Bromus* (по 4). Что касается адвентивной флоры УР, то здесь первые места по числу видов занимают роды *Artemisia*, *Chenopodium*, *Potentilla*, *Bromus*, а род *Amaranthus* находится лишь на пятом месте. На долю первых десяти родов в адвентивной флоре Воткинского р-на приходится 22% всех адвентивных видов района, в то время как для адвентивной флоры Удмуртии соответствующий показатель составляет примерно 15%.

При распределении адвентивных видов Воткинского р-на по жизненным формам выявилось преобладание травянистых растений (304 вида; 84.9%), среди которых преобладают малолетники, в том числе 176 видов (46%) – од-

нолетники и 27 видов (8%) – двулетники. Преобладание растений с коротким жизненным циклом явление закономерное для адвентивной флоры. Также нами были выявлены деревья (26 видов; 7%) и кустарники (28; 8%). Это в основном одичавшие виды: *Aronia mitschurinii* A. Skvorts. et Maytulina, *Malus baccata* (L.) Borkh., *M. prunifolia* (Willd.) Borkh. и др. В целом для УР наблюдается аналогичная картина.

Анализ видов адвентивной флоры Воткинского р-на по их географическому происхождению показал преобладание средиземноморских (20%), ирано-туранских (17), североамериканских (14) и восточноазиатских (8) растений. Для Удмуртии в целом характерна аналогичная закономерность (Туганаев, Пузырев, 1988). На долю четырех вышеуказанных флорогенетических элементов приходится 59% всех видов адвентивной флоры района (в целом для Удмуртии эти данные составляют 67%). Обилие видов из этих отдаленных от Удмуртии областей отражает усиливающиеся торгово-экономические связи между регионами.

Очагами наибольшей концентрации адвентивных видов на территории Воткинского р-на являются свалки мусора (200 видов; 55.9% от общего их количества в районе) и шоссе/дороги (164; 45.8%). Меньшее количество адвентивных видов найдено на насыпях железных дорог, на территориях садовых товариществ, полях и в других местах. Что касается УР в целом, то здесь наибольшее количество адвентивных видов было выявлено на железнодорожных (71.9% всей адвентивной флоры) и автомобильных (37) местообитаниях, во дворах хлебоприемных пунктов (35.7), плодоовощебазах (20.1) и на свалках мусора (29.5). В Воткинском р-не на железнодорожных местообитаниях выявлено всего 20% адвентивных видов от общего их количества в районе. Мы связываем это с тем, что по территории Воткинского р-на проходят всего две железные дороги местного значения, на которых встречается относительно небольшое разнообразие адвентивных видов.

При распределении адвентивных растений Воткинского р-на по способу иммиграции (Туганаев, Пузырев, 1988) выявилось преобладание группы эргазиофитов (193 вида; 54%) над ксенофитами (152 вида; 42%). Кроме того, 13 видов (4%) являются одновременно и ксенофитами и эргазиофитами, т.е. совмещают в себе оба способа иммиграции. Преобладание эргазиофитов над ксенофитами наблюдается на свалках мусора и в садоогородных товариществах. Например, на свалках мусора нами были обнаружены такие редкие для Удмуртии виды, как *Phoenix dactylifera* L., *Cerasus avium* (L.) Moench., *Cydonia oblonga* Mill., *Vitis vinifera* L., *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai subsp. *vulgaris* (Schrad.) Fursa, *Cucumis melo* L., *Armeniacae vulgaris* Lam., *Physalis alkekengi* L., *Datura inoxia* L., *Zinnia elegans* L., *Persica vulgaris* L., *Punica granatum* L. Обратная закономерность, т.е. преобладание ксенофитов над эрга-

зиофигитами, характерна для шоссе и железных дорог, населенных пунктов, полей и водных территорий. Для большинства случаев в УР характерна аналогичная закономерность (Пузырев, 2006). Но в целом в Удмуртии наблюдается доминирование ксенофитов.

Преобладающая часть адвентивных видов Воткинского р-на представлена эфемерофитами (253 видов; 71%). 94 вида (26%) являются эфекофитами, т.е. натурализовавшимися в сеgetальных и рудеральных фитоценозах. К агриофитам, т.е. видам, натурализовавшимся в естественных фитоценозах, было отнесено 11 видов (3%). Данная тенденция характерна для всех адвентивных флор.

Среди выявленных нами адвентов довольно агрессивно ведут себя виды *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray., *Elodea canadensis* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Acer negundo* L. Из них наибольшую опасность как для местной флоры, так и для здоровья человека представляет *Heracleum sosnowskyi* Manden. Он образует мощные заросли (до 4 м высоты), подавляя рост остальных растений. Кроме того, его сок способен вызывать на поверхности кожи человека сильные ожоги. Нами были обнаружены большие заросли этого вида в населенных пунктах, вдоль автомобильных дорог, на свалках мусора и по берегам рек, а также отдельные экземпляры найдены на полях пшеницы. Вид дает большое количество семян и быстро расселяется на новые территории. Меры борьбы с ним трудоемки.

В Воткинском р-не на сегодняшний день известно несколько случаев, когда люди выходили на борьбу с *Heracleum sosnowskyi* Manden. Но до сих пор это не дало ощутимых результатов. Для борьбы с этим растением рекомендуется скашивание, как минимум двукратное, на пустующих полях – глубокая вспашка зарослей до созревания семян, обработка системными гербицидами – глифосатом и триклопиром. (Мартынова, 2008).

Echinocystis lobata (Michx.) Torr. et Gray. сначала являлся популярным культурным ви-

дом, затем вошел в местную флору. Теперь его можно встретить на различных нарушенных местообитаниях, а также по берегам рек. Этот вид, являясь травянистой лианой, оплетает заросли прибрежных кустарников и деревьев, часто образуя непроходимые заросли.

Очень часто по обочинам дорог, в населенных пунктах и в ивняках по берегам рек можно встретить *Acer negundo* L. Этот вид быстро проникает во все нарушенные местообитания и способен конкурировать с видами местной флоры, при этом иногда образуя монодоминантные сообщества. К настоящему времени широко распространился в Воткинском р-не вид *Elodea canadensis* L. Этот североамериканский вид можно встретить почти во всех водоемах.

Таким образом, адвентивная флора Воткинского р-на УР по ряду показателей обнаруживает сходство с адвентивной флорой Удмуртии в целом (примерно одинаковые семейственно-видовые спектры, флорогенетические элементы и др.), но в то же время она имеет и отличия (разные родо-видовые спектры и очаги концентрации видового разнообразия адвентивной флоры). Уровень адвентизации флоры Воткинского р-на является средним по сравнению с другими районами УР.

ЛИТЕРАТУРА

- Мартынова З. Как победить борщевик // Приусадебное хозяйство, 2008. № 8. С. 22.
- Пузырев А.Н. Изучение адвентивной флоры в Удмуртской Республике // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: состояние и перспективы: Матер. III Междунар. науч. конф. Ижевск, 2006. С. 83-84.
- Шумилов Е.Ф. Воткинский район / Удмуртская Республика: Энциклопедия. Изд. 2-е, исправленное и дополненное. Ижевск: Удмуртия, 2008.
- Туганаев В.В., Пузырев А.Н. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья. Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1988. 128 с.
- Пузырев А.Н. Адвентивный элемент флоры Камбарского района Удмуртской Республики // Флора Урала в пределах бывшей Пермской губернии и ее охрана. Пермь, 2007. С. 102-108.

ПОЛОЖЕНИЕ МЕСТ ОБИТАНИЯ *LOBARIA PULMONARIA* В ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАСЕЙНА РЕКИ ПОНГА

Н.В. Иванова

Научно-исследовательская лаборатория устойчивости лесных экосистем
Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова
E-mail: aranei507@rambler.ru

При исследованиях, связанных с инвентаризацией местообитаний редких и охраняемых видов, важно знать, в каких типах сообществ наиболее вероятно встретить тот или иной вид. Изучение ценотической приуроченности видов довольно обычно при исследовании сосудистых растений, однако, ценотическая приуроченность редких эпифитных лишайников изучена слабо.

В данной работе выделены основные типы сообществ, которые являются потенциальными местообитаниями редкого эпифитного лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., а также сделана попытка объяснить причины его отсутствия в остальных типах сообществ.

Были использованы материалы 137 геоботанических описаний, сделанных в 2007 г. в бассей-

не р. Понга на территории Кологривского р-на Костромской обл. (подзона южной тайги). Исследованная территория охватывает участок коренного леса заповедника «Кологривский лес», а также охранную зону заповедника и прилегающие к нему территории. Классификация растительных сообществ проводилась методом бестрендового анализа соответствия в программе PCORD for Windows (Оценка..., 2000).

В полученном ординационном пространстве классифицировано шесть типов растительных сообществ. В группу Коренные ельники папоротниковые вошли лесные сообщества ядра заповедника «Кологривский лес», в травянистом ярусе которых доминируют *Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenk. & Jermy, *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt и *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm. В группу Осинники неморальные вошли старовозрастные послегаревые малонарушенные сообщества, доминанты травянистого яруса – виды неморальной ЭЦГ (*Aegopodium podagraria* L., *Pulmonaria obscura* Dum. и др.). Леса группы Ельники бореально-мелкотравные образовались на месте сплошных рубок, доминанты травянистого яруса *Oxalis acetosella* L., *Linnaea borealis* L., *Trientalis europaea* L. и др. В группу Смешанные нитрофильные вошли сообщества с преобладанием видов нитрофильной ЭЦГ, важно отметить, что все они относятся к молоднякам. В травянистом ярусе лесов группы Смешанные неморально-бореальные доминируют виды бореальной и неморальной ЭЦГ (*Oxalis acetosella* L., *Asarum europaeum* L. и др.). Доминантом травянистого яруса группы Сосняки черничные является *Vaccinium myrtillus* L.

Выяснено, что места обитания лобарии приурочены к первым трем из названных групп, в остальных типах сообществ места обитания лишайника отсутствуют.

Отсутствие лишайника в группе Сосняки черничные объясняем тем, что в составе древостоев этой группы нет потенциальных форофитов для лобарии.

В группе Смешанные нитрофильные мест обитания лобарии также не обнаружено. Несмотря на то, что в составе древостоев этой группы присутствует от одной до восьми единиц осины и единично встречается рябина, возраст этих потенциальных форофитов недостаточен для заселения лишайником. Описанные в этой группе сообщества имеют возраст от трех до сорока лет. При условии дальнейшего спонтанного развития этих сообществ и привноса зачатков лобарии, смешанные бореальные леса могут стать потенциальными местообитаниями для лишайника.

Отсутствие лобарии в группе Смешанных неморально-бореальных лесов объясняется несколькими причинами:

1. Возрастные особенности сообществ. Отсутствие лобарии может быть связано с недостаточным возрастом потенциальных форофитов в молодых сообществах или отсутствием подходящих для лишайника форофитов.

2. Особенности состава древостоев. В сообществах с единичным участием в составе древостоя осины и рябины очень плотный еловый подрост, видимо, является механической преградой для распространения зачатков лобарии.

3. Влияние хозяйственной деятельности. Отсутствие лобарии даже при наличии в сообществе большого количества подходящих для нее форофитов может быть результатом концентрированных рубок. Слишком большие площади, вырубленные почти одновременно, стали препятствием для распространения зачатков лишайника в прошлом, и, как следствие, в настоящее время лобария отсутствует в лесах, сформировавшихся на месте рубок данного типа.

В сообществах, в которых имеются условия для обитания лобарии, мы всегда наблюдаем четкие границы локальных популяций, в которых лобария в силу разных причин не расселилась на все имеющиеся вокруг подходящие деревья. Мы связываем это с сочетанием особенностей совместного развития популяций лобарии и историей формирования сообщества. Даже в сообществе, где в древостое присутствует от пяти до шести единиц осины в возрасте порядка 60-80 лет, встречаемость локальных популяций лишайника достаточно редкая, что связываем с происхождением этих сообществ на месте гари. Пожар нарушил широкое распространение лишайника. Источником диаспор лобарии могли стать только ближайшие послегаревые рефугиумы в местах, как правило, приуроченных к мезопонижениям и водотокам. Для более детального изучения этого вопроса необходимы исследования изменения встречаемости лобарии в зависимости от удаленности водотока в пределах одного бассейна малой реки.

Таким образом, ограничение расселения лобарии связано с отсутствием потенциальных форофитов или их недостаточным возрастом, а также особенностями горизонтальной структуры лесных сообществ и историей их формирования.

Места обитания лобарии на исследованной территории приурочены к следующим типам сообществ: Коренные ельники папоротниковые, Ельники бореально-мелкотравные и Осинники неморальные.

Мы проанализировали дифференциацию потенциальных мест обитания лобарии в экологическом пространстве градиентов среды с использованием шкал Цыганова (Цыганов, 1983). Для каждого описания из всех дифференцированных групп был рассчитан средневзвешенный на обилие балл по факторам переменности увлажнения почвы (FH), трофности почвы (TR), нитрофильности (NT) и кислотности почвы (RC). Расчет корреляции между парами полученных значений показал связь между TR и FH, а также между TR и RC. В осях коррелируемых градиентов четко выделяется массив описаний, в которых присутствует лобария. Ими оказались старовозрастные сообщества, относящиеся только к двум типам – Коренным ельникам папоротниковым и Осинникам неморальным. Диа-

пазон по фактору TR составляет от 5.5 до 5.8, по фактору FH от 4.2 до 5.2, т.е. в границах выделенного массива места обитания лобарии приурочены к сообществам на небогатых почвах со слабопеременным увлажнением. В осях RC-TR места обитания лобарии приурочены к диапазону 5.5-5.7, т.е. к слабокислым почвам.

В остальном экологическом пространстве расположились сообщества, образовавшиеся на месте концентрированных рубок, характеризующиеся пониженной трофностью и переменностью увлажнения. Здесь встречаемость лобарии потенциально низка.

Градиент освещенности не показал достоверной корреляции с другими факторами, но из литературных источников известно, что освещенность является важным фактором, ограничивающим распространение лобарии (Пыстина, Семенова, 2009). Поэтому мы проанализировали освещенность в лесах тех групп, в которых обнаружены места обитания лишайника. В качестве показателя освещенности использовали параметр сомкнутости крон. Результаты показывают, что лобария в каждой группе местообитаний дифференцируется в определенные диапазоны сомкнутости крон.

В группе Ельники бореально-мелкотравные преобладают плотные древостои. Диапазон сомкнутости крон более чем в половине описанных сообществ составляет 0.4-0.7. Места обитания лобарии в этой группе приурочены к наиболее сомкнутым древостоям и лежат в диапазоне 0.5-0.7. Это потому, что форофитами для лобарии в таких лесах являются единичные старые осины, входящие в первый ярус древостоев, а также теневыносливые старые рябины, слагающие подлесок.

Диапазон сомкнутости древостоев в группе Осинники неморальные широкий, благодаря особенностям структуры старовозрастных осинников. Приуроченность лобарии к широкому диапазону сомкнутости крон в данной группе (0.2-0.6) мы объясняем наличием большого количества форофитов, подходящих для заселения лобарией.

В группе Коренных ельников папоротниковых около половины древостоев относятся к диапазону сомкнутости крон 0.1-0.2, и именно в этом диапазоне обнаружены места обитания лобарии. К этому диапазону сомкнутости при-

урочены старовозрастные лесные сообщества, находящиеся в стадии развала древостоя. В этих сообществах форофитами для лобарии являются старые липы, а также старые и мертвые рябины. Такую приуроченность лишайника к древостоям низкой сомкнутости мы связываем с совпадением фаз онтогенеза популяций лобарии с восстановительными стадиями онтогенезов древесных видов в окнах вывалов.

Анализ сомкнутости крон древостоев в местах обитания лобарии показывает, что места обитания лишайника приурочены к широкому диапазону – от 0.1 до 0.8, т.е. лобария, видимо, обладает обширной экологической валентностью по фактору освещенности. В то же время доказано, что при оставлении единичных деревьев-носителей лобарии на месте сплошных вырубок, лишайник погибает, следовательно, воздействие прямых солнечных лучей для него губительно (Пыстина, Семенова, 2009). Во всех обнаруженных местообитаниях лобария приурочена к старовозрастным деревьям.

Анализ экологического пространства лобарии, а также характеристика условий непосредственно в местах обитания вида показали, что вид в основном приурочен к коренным и малонарушенным лесам. Во вторичных ельниках, образовавшихся на месте рубок, популяция лобарии сильно фрагментирована и вероятность обнаружения лишайника здесь низкая. Поэтому стратегия сохранения вида должна предусматривать сохранение мест обитаний, а не оставление единичных деревьев-носителей лишайника на месте сплошных рубок. Поиск мест обитания лобарии для охраны и мониторинга может быть ограничен Коренными ельниками папоротниковыми и старовозрастными Осинниками неморальными, где вероятность встречи лишайника достаточно высока.

ЛИТЕРАТУРА

Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках европейской России. М.: Научный мир, 2000. 185 с.

Пыстина Т.Н., Семенова Н.А. Экологические особенности лишайника *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) в Республике Коми // Бот. журн., 2009. Т. 94. № 1. С. 48-58.

Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 198 с.

АНАЛИЗ ЛОКАЛЬНОЙ ГОРНОЙ ФЛОРЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ХРЕБТА (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ, ВЕРХОВЬЯ РЕКИ ПАТОК)

В.А. Канев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kanev@ib.komisc.ru

Территория национального парка «Югыд ва» во флористическом отношении до настоящего времени является мало и неравномерно изученной (Национальный природный..., 2001; Мар-

тыненко, Дегтева, 2003). Нами были проведены флористические исследования в верховьях р. Паток (приток второго порядка р. Щугор, бассейн р. Печора) на Исследовательском хребте

Приполярного Урала. Территория является типично горной, абсолютные отметки высот 500–1250 м над ур. м. Согласно геоботаническому районированию, принятому в России, обследованная территория относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции Евразийской таежной области и располагается в подзоне средней тайги (Исаченко, Лавренко, 1980). По схеме районирования, принятой для Республики Коми (Леса Республики Коми, 1999), она входит в состав округа пармовых и горных еловых, пихтовых и пихтово-еловых лесов с участием кедрa и лиственницы (Северный и Приполярный Урал).

В результате флористических исследований было выявлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений составляет 250 видов, относящихся к 139 родам и 57 семействам. К споровым растениям относится 17 видов (6.8%), которые представлены папоротниками, хвощами, плаунами. Шесть видов относятся к папоротникам – *Dryopteris carthusiana*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Phegopteris connectilis* и др.

Шесть видов относятся к хвощам – полевой, речной, болотный, луговой, лесной, камышковый (*Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *E. pratense*, *E. scirpoides*, *E. sylvaticum*). Пять видов относятся к плаунам – альпийский (*Diplazium alpinum*), колючий (*Lycopodium dubium*), одноколосковый (*Lycopodium lagopus*), плаун-баранец обыкновенный (*Huperzia selago*) и плаунок плауновидный (*Selaginella selaginoides*). Пять видов принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными растениями – пихта сибирская (*Abies sibirica*), ель сибирская (*Picea obovata*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), можжевельники обыкновенный и сибирский (*Juniperus communis* и *J. sibirica*).

Остальные виды (228) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 76 однодольные, а 152 вида растений двудольные (остальные семейства, кроме вышеперечисленных). Соотношение двудольных и однодольных составляет 2:1.

Наибольшим видовым разнообразием отличаются семейства осоковые (*Cyperaceae*), мятликовые (*Poaceae*), астровые (*Asteraceae*) с 25 видами каждое, розоцветные (*Rosaceae*) с 13, лютиковые (*Ranunculaceae*) и вересковые (*Ericaceae*) с 12 видами каждое. Замыкают десятку ведущих семейств – норичниковые (*Scrophulariaceae*) (11), ивовые (*Salicaceae*) (10), гвоздичные (*Caryophyllaceae*) и ситниковые (*Juncaceae*) (по 9). Всего десятка ведущих семейств включают 151 вид (60.4%) флоры.

Среди ведущих родов наибольшим числом видов представлен род *Carex* (18 видов). Вторым родом по численности видов – *Salix* (10). Относительным разнообразием видов также от-

личаются роды *Equisetum* (6), *Poa* (6), *Juncus* (5), *Hieracium*, *Eriophorum*, *Saxifraga*, *Pedicularis* (по 4), *Luzula* (4), *Stellaria*, *Ranunculus*, *Calamagrostis*, *Rubus* (по 3).

Наибольшее количество родов содержат семейства *Asteraceae* (17) и *Poaceae* (13), далее следуют *Rosaceae* (10), *Ranunculaceae* (9), *Ericaceae* (8), *Caryophyllaceae*, *Scrophulariaceae* (по 5), *Apiaceae*, *Fabaceae*, *Cyperaceae* (по 4).

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал, что больше половины видов (52%) относится к бореальным – пихта сибирская (*Abies sibirica*), осока водяная (*Carex aquatilis*), горец змеиный (*Bistorta major*), купальница европейская (*Trollius europaeus*). Суммарное участие северных широтных групп составило 40.8%, из аркто-альпийских видов (20.4 %) встречаются *Poa alpina*, *Phleum alpinum*, *Luzula parviflora*, *Loydia serotina*, *Viola biflora*, из арктических (4.8 %) – *Carex rotundata*, *Draba cinerea*, *Tofieldia pusilla*, *Hedysarum arcticum*, а из гипоарктических (15.6 %) – *Equisetum scirpoides*, *Eriophorum polystachion*, *Chamaepericlymenum suecicum*, *Euphrasia frigida*. Южные широтные группы включают неморально-бореальные и лесостепные виды, в общей сложности их доля достигает 2.8%. Неморально-бореальных видов во флоре шесть, или 2.4% (*Dryopteris dilatata*, *Phegopteris connectilis*, *Melica nutans*, *Milium effusum*, *Crepis paludosa*, *Poa nemoralis*). Лесостепный вид один – *Hedysarum alpinum*. Один вид принадлежит к горно-степной группе, редкий вид папоротника – многорядник копьевидный (*Polystichum lonchitis*). Виды с полизональным распространением составляют 3.2% флоры – *Equisetum arvense*, *Phalaroides arundinacea*, *Sparganium emersum*, *Potamogeton alpinus*, *Callitriche hermaphroditica* и др.

Среди долготных групп флоры первое место по видовому богатству занимают голарктическая (*Huperzia selago*, *Carex limosa*, *Menyanthes trifoliata*) и евразийская (*Diplazium sibiricum*, *Delphinium elatum*, *Carex vesicaria*) группы с 47.3 и 29.8% видов соответственно. Доля видов европейского распространения (*Carex arctisibirica*, *Viola epipsila*, *Trollius europaeus*) существенно ниже, чем в каждой из двух предыдущих (10.6%). Расположение данной территории на Урале обусловило наличие азиатских видов, которых примерно столько же, сколько и европейских – 10.2% (*Larix sibirica*, *Picea obovata*, *Juniperus sibirica*, *Calamagrostis purpurea*, *Duschekia fruticosa*). Космополитная группа (*Potamogeton pectinatus*, *Callitriche hermaphroditica*, *Sagina procumbens*) составляет незначительную долю – 1.3%. Два вида относятся к эндемикам Урала – ветреница пермская (*Anemonastrum biarmense*) и гусиный лук ненецкий (*Gagea samojedorum*).

Здесь произрастают 25 видов охраняемых растений из 23 родов и 11 семейств, включенные в Красную книгу Республики Коми (2009).

Два вида относятся ко второй группе охраны – родиола розовая (*Rhodiola rosea*), ветреница пермская (*Anemonastrum biarmense*); 14 видов – к третьей: многорядник копьевидный (*Polystichum lonchitis*), гусиный лук ненецкий (*Gagea samojedorum*), леукорхис белый (*Leucorchis albida*), ива отогнутосемянная (*Salix recurvigemma*), кисличник двустолбчатый (*Oxyria dygyna*), сердечник маргаритколистный (*Cardamine bellidifolia*), камнеломка супротивнолистная (*Saxifraga oppositifolia*), лапчатка Кузнецова (*Potentilla kuznetzowii*), копеечник альпийский (*Hedysarum alpinum*), кипрей альсинолистный (*Epilobium alsinifolium*), диапенсия лапландская (*Diapensia lapponica*), мытник прелестный (*Pedicularis amoena*), бодяк девясилевидный (*Cirsium helenioides*), крестовник темнопурпуровый (*Tephrosia atropurpurea*); два вида – к четвертой: крупка серая (*Draba cinerea*), лаготис уральский (*Lagotis mi-*

nor); семь видов – к пятой: мятлик сибирский (*Poa sibirica*), пальчатокоренник Фукса (*Dactylorhiza fuchsii*), копеечник арктический (*Hedysarum arcticum*), гариманелла мохнатая (*Harrimannella hypnoides*), луазелерия лежащая (*Loiseleuria procumbens*), филлодоце голубая (*Phyllodoce caerulea*), вероника альпийская (*Veronica alpina*).

ЛИТЕРАТУРА

Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. Ботанико-географическое районирование // Растительность Европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10-20.

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

Леса Республики Коми. М., 1999. 322 с.

Мартыненко В.А., Дегтева С.В. Конспект флоры национального парка «Югыд ва» (Республика Коми). Екатеринбург, 2003. 108 с.

Национальный природный парк «Югыд ва». М., 2001. 127 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУБЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ

В.А. Карпин

Институт леса КарНЦ РАН

E-mail: landscapeexplorer@gmail.com

В последние десятилетия проблема сохранения биоразнообразия является одним из наиболее важных аспектов природопользования. Применительно к лесным экосистемам термин биоразнообразие включает в себя критерии типологического спектра, территориальной компоновки, количественного соотношения, а также вариаций их строения (возрастной структуры, горизонтальной и вертикальной расчлененности), продуктивности и других показателей (Громцев и др., 2010). Для выявления разнообразия лесов необходимо учитывать ландшафтную структуру территории, которая отражает наиболее существенные свойства лесных экосистем, их структурную организацию и является одним из важнейших факторов дифференциации биотопов (Бочарников, Исаев, 2008).

Исследования проводились в центральной части Заонежского п-ова (северо-западная часть побережья Онежского озера) на территории, охватывающей около 100000 га. Здесь располагается денудационно-тектонический грядовый (сельговый) среднезаболоченный ландшафт с преобладанием сосновых местообитаний (Волков, 1990). Данный тип ландшафта уникален с точки зрения разнообразия и своеобразия биоты и по специфике экотопов не имеет аналогов в Восточной Финляндии (Инвентаризация..., 2000). В ходе исследований заложено порядка 25 км ландшафтных профилей, осуществлены маршрутные обследования протяженностью около 100 км, описано 185 лесных биогеоценозов. Использовались данные дистанционного зондирования, цифровые модели рельефа.

В субландшафтном отношении территория четко дифференцируется на отдельные крупные морфологические структуры – местности. Согласно классическому и наиболее распространенному определению, местность в условиях таежного ландшафта представляет собой экосистему в пределах наиболее крупной морфологической части ландшафта площадью от 1000 до 10000 га. Характеризуется ярко выраженным доминированием форм мезорельефа только одного генезиса, одного состава и мощности четвертичных отложений с наиболее однообразным чередованием типов почв и типов фитоценозов (Громцев, 2008). На исследуемой территории выделены три типа местности.

Денудационно-тектоническая грядовая слабозаболоченная с преобладанием сосновых местообитаний (1). Рельеф территории сформировался в результате неоднократного проявления тектонических движений и представляет собой систему субпараллельных складок северо-западного простирания, включающих гряды (сельги), крутые склоны и ступенчатые уступы. Антиклиналям соответствуют понижения, узкие линейные озерные котловины и заливы Онежского озера, а синклиналям – протяженные скалистые гряды. Складчатые структуры разбиты системой разломов сбросо-сдвигового характера, часто многоступенчатые. Четвертичные отложения представлены маломощным чехлом морены. На вершинах гряд он составляет несколько десятков сантиметров и может отсутствовать вообще. На склонах и в межгрядовых понижениях величина достигает 2 м. Высотные

отметки территории колеблются от 33 до 202 м с амплитудой высот смежных элементов рельефа 20-50 м. Общая степень заболоченности местности менее 20%. Открытые болота занимают 5% территории. Преобладает мезотрофный и олиготрофный тип болот. В гидрографическом отношении местности характерно сравнительно большое количество озер (28%). Речная сеть представлена небольшими водостоками, равномерно распространенными по территории. Многочисленные малые озера являются дополнительным фактором расчлененности лесного покрова. В почвенном покрове преобладают два типа почв. На выходах кристаллических пород по вершинам гряд и скальным берегам формируются примитивные слаборазвитые почвы, низко плодородные, со слабой эрозийной устойчивостью. Второй распространенный тип почв – подбуры, характеризуются высоким содержанием гумуса и достаточным плодородием, приурочены к склонам. Пересеченный рельеф с тектоническими нарушениями обуславливает своеобразные климатические условия. Более прогреваемые и защищенные от воздействий холодных северных ветров южные склоны благоприятны для более южных видов флоры и фауны. На склонах северной экспозиции и в узких разломных расщелинах встречаются северные виды высших сосудистых растений и мхов. Значительные перепады высот (до 200 м) на данной широте (62-63° с.ш.) приводят к проявлению признаков высотной поясности. В первую очередь это выражается в заморозках, которые на поднятых участках начинаются раньше на 10-30 дней. Большое влияние на микроклимат оказывают многочисленные озера. В антропогенном отношении лесной покров сильно трансформирован в результате проведения выборочных и сплошных рубок. Однако лесные сообщества во многом сохранили или восстановили облик, близкий к исходному. В отличие от остальной части ландшафта в данной местности практически отсутствуют участки, бывшие в сельскохозяйственном освоении (Инвентаризация..., 2000). В лесном покрове широко представлены сосняки скальные и скальные черничные, расположенные по вершинам тектонических блоков с маломощными рыхлыми отложениями (см. таблицу). Также доминирующее положение занимают сосняки и ельники черничные свежие, приуроченные к склонам и межгрядовым понижениям. Для данных фитоценозов характерно богатство напочвенного покрова и сложная ценотическая структура. Березовые древостои составляют небольшой процент площади черничных местообитаний, но также отличаются разнообразием вариантов напочвенного покрова (злаково-черничные, разнотравно-черничные и др.). Только в этом типе местности зафиксирован производный осинник таволжный, который занимает здесь местообитания обычные для логовых ельников. Фитоценозам характерна сравнительно небольшая средняя ширина контура.

Ледниковая холмисто-грядовая среднезаболоченная с преобладанием сосновых местообитаний (2). Рельеф ледникового происхождения. Представляет собой грядово-увалистую равнину, в пределах которой отмечаются пологие плосковершинные гряды с пологими склонами без четкого подножия. Высотные отметки находятся в пределах 60-120 м над ур. м., вертикальная расчлененность составляет 30-40 м. В четвертичном покрове преобладают моренные отложения мощностью 4-7 м, которые перекрывают кристаллический фундамент на 70-80% и нивелируют неровности рельефа ложа. На отдельных участках рельеф приобретает грядовой облик за счет образования друмлинов, преимущественно сложенных моренной. Заболоченность территории составляет около 20%. Доля открытых болот – 8% от общей площади местности. Болота находятся на евтрофной и мезоевтрофной стадиях развития и характеризуются высоким разнообразием флоры и широким спектром растительных сообществ. Гидрографическая сеть хорошо развита равномерно по территории, включает наиболее крупные реки для исследуемой территории (протяженностью 10-30 км). Количество озер, расположенных внутри контура местности, составляет около 7% площади. В почвенном покрове преобладают буроземы кислые супесчаные и суглинистые. Азональные для условий Карелии эти почвы отличаются высоким плодородием и обеспечивают достаточно большое биологическое разнообразие, на территориях занятых ими. Пологие формы рельефа и незначительные перепады высот обуславливают однообразные микроклиматические условия. Исключением может являться западная граница местности, примыкающая к заливу Онежского озера. Здесь влияние крупного водоема оказывает сглаживающее воздействие на резкие колебания температур. Продолжительное использование плодородных земель в качестве подсек, многократные выборочные и сплошные рубки привели к значительной трансформации биотических комплексов. На большей части территории возобновление проходило успешно и фитоценозы восстановили облик, близкий к естественному (Инвентаризация..., 2000). Лесной покров мозаичен, характеризуется преобладанием сосняков и ельников черничных свежих, различных по составу, с обогащенным напочвенным покровом (см. таблицу). В содоминирующем положении находятся березняки черничные, чернично-злаковые и широколиственные, приуроченные к бывшим аграрным землям. На наиболее плодородных участках встречаются фитоценозы, сформированные ольхой серой, с большой долей рябины и черемухи в первом ярусе и полным отсутствием подроста ели. Часть сфагновых местообитаний занимают вторичные низкопродуктивные еловые и березовые леса. Средняя ширина контура БГЦ составляет 120 м.

Озерно-ледниковая холмистая среднезаболоченная с преобладанием сосновых местообитаний (3). Рельеф местности сформирован под влиянием регрессии Онежского озера. Представляет собой полого волнистую равнину аккумулятивного и абразионно-аккумулятивного (дно бывшего озера) происхождения. Не характерной чертой для данного рельефа является распространение отдельных мелких гряд, появление которых вызвано активными проявлениями движений по кристаллическим разломам. Абсолютные отметки водораздельных пространств не превышают 60 м, вертикальная расчлененность составляет 5-20 м. Заболоченность территории составляет 20%. Доля открытых болот незначительна – 6% от общей площади местности. Болота в данном типе местности преимущественно на мезоевтрофной и евтрофной стадиях развития, чему способствует их озерный генезис. Торфяную залежь часто подстилают пласты сапропелей, озерных глин, алевроитов. Эти особенности создают благоприятные условия для развития разнообразных растительных сообществ, включающих многие виды флоры. Специфику гидрографических условий обуславливают главным образом узкие

протяженные озера, приуроченные к зонам разломов. Озерность территории составляет около 20%. Водотоки развиты равномерно по территории и представлены малыми реками (менее 5 км). Разнообразный почвенный покров включает буроземы кислые супесчаные и суглинистые, темноцветные буроземы на шунгитах, болотные перегнойно-глеевые и низинные торфяные почвы. Все типы почв обладают достаточным плодородием, что обеспечивает широкое разнообразие видов и сообществ, специфичное для каждого типа. Микроклиматические условия в пределах местности однообразны. В антропогенном отношении территория подверглась глубокой трансформации в результате рубок леса и аграрного освоения. Увеличилось количество участков с повышенным почвенным плодородием (земли, некогда вовлеченные в сельскохозяйственное производство), появились производные лесные и лесолуговые сообщества (Инвентаризация..., 2000). Лесной покров отличается мозаичностью (см. таблицу). Наиболее распространены сосняки и березняки черничных

Биогеоценотическое разнообразие лесного покрова в различных типах местности

Тип БГЦ	Представленность типа БГЦ					
	Местность 1		Местность 2		Местность 3	
	1*	2**	1*	2**	1*	2**
Сосняк						
скальный	15	102	0	0	0	0
брусничный	0	0	2	88	0	0
черничный скальный	20	72	2	66	10	60
черничный свежий	31	108	33	120	12	100
кисличный	0	0	2	78	0	0
кустарничково-сфагновый	3	78	4	77	0	0
осоково-сфагновый	0	0	3	154	27	246
Итого	69	—	46	—	49	—
Ельник						
кисличный	3	65	0	0	0	0
черничный свежий	21	142	21	192	11	98
хвощево-сфагновый	0	0	6	308	0	0
Итого	24	—	27	—	11	—
Осинник						
широколистный	3	42	0	0	6	121
черничный	0	0	2	65	4	41
таволжный	1	30	0	0	0	0
Итого	4	—	2	—	10	—
Березняк						
широколистный	3	127	7	192	23	150
черничный	0	0	16	113	7	117
сфагновый	0	0	2	136	0	0
Итого	3	—	25	—	30	—
Сероольшаники	0	0	0	0	0.5	60
Чернично-разнотравные	0	—	0	—	0.5	—

Примечание. * – доля типа леса от покрытой лесом площади, %; ** – средняя ширина контура.

свежих типов местообитаний с обогащенной флорой напочвенного покрова – разнотравные, разнотравно-черничные, злаково-черничные и т.п. Березовые фитоценозы приурочены главным образом к участкам, выбывшим из сельскохозяйственного использования. Широко распространены сосняки сфагновые. Еловые леса занимают наименьший процент площади, но также характеризуются богатством и разнообразием вариантов напочвенного покрова. Для всех типов леса свойственно разнообразие видового состава древесных и кустарниковых пород подлеска, включая неморальные виды (липа, вяз, смородина колосистая). Средняя ширина контуров БГЦ составляет 120 м.

Таким образом, степень разнообразия лесных сообществ ярко отличается в пределах одного ландшафта и определяется сложностью его внутренней структуры. Изменения показателей био-разнообразия отмечаются уже на первом суб-ландшафтном уровне – уровне местности. Они затрагивают главным образом спектр биогеоценозов, долю их участия и территориальную ком-

поновку. Различия в строении, производительности, продуктивности и других параметрах для одинаковых в типологическом отношении фитоценозов на субландшафтном уровне не так значительны и проявляются только в наиболее контрастных условиях (экспозиция склона, почвенные условия, состав подстилающих пород и т.п.). Ландшафтный подход, учитывая в комплексе физико-географические, климатические, экологические условия, антропогенное воздействие, наиболее объективно отражает естественную структурно-динамическую организацию лесного покрова, которая является оптимальной основой для исследования разнообразия лесных экосистем и прогнозирования его динамики. В настоящее время продолжается исследование субландшафтных закономерностей разнообразия лесных сообществ на уровне урочища – территории площадью 10-100 га, представляющих собой непосредственно контактирующие в пределах мезоформы рельефа комплексы коренных биогеоценозов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бочарников В.Н., Исаев А.С. Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология, методы. М.: Наука, 2008. 453 с.
- Волков А.Д. Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура/динамика). Петрозаводск: Карелия, 1990. 284 с.
- Громцев А.Н., Кравченко А.В., Курхинен Ю.П., Саонов С.В. Динамика разнообразия лесных сообществ, флоры и фауны европейской тайги в естественных условиях и после антропогенных воздействий // Труды КарНЦ РАН. Петрозаводск, 2010. С. 16-33.
- Громцев А.Н. Ландшафтный подход при исследованиях разнообразия таежных лесов // Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология, методы. М.: Наука, 2008. С. 130-157.
- Громцев А.Н. Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 238с.
- Исаев А.С. Международное сотрудничество в рамках конвенции о биологическом разнообразии // Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология, методы. М.: Наука, 2008. С. 17-25.
- Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории Заонежского полуострова и Северного Приладожья / Под ред. А.Н. Громцева, В.И. Крутова. Петрозаводск, 2000. 345 с.

АНАЛИЗ ВИДОВОГО СОСТАВА АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.В. Кириллов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kirdimka@mail.ru

Кировская область, как и многие другие субъекты Российской Федерации, относится к числу малоисследованных в микологическом плане регионов. Плановое исследование видового разнообразия агарикоидных грибов на территории данного региона было начато нами в 2006 г. (Переведенцева и др., 2007; Кириллов, Переведенцева, 2008).

Цель работы – изучение видового разнообразия агарикоидных базидиомицетов (отдел *Basidiomycota*) на территории таежной зоны Кировской обл. Для достижения поставленной цели были определены таксономические особенности биоты, выполнен эколого-трофический анализ, рассмотрены особенности распределения макромицетов по типам местообитаний и проведено сравнение микобиоты Кировской обл. с биотами других территорий бореальной зоны.

Исследования проводили в вегетационные периоды 2006-2009 гг. на территории пяти административных образований, расположенных в подзонах средней (Верхнекамский и Нагорский районы) и южной (Слободской, Зуевский и Свечинский районы) тайги. Сбор материала осуществлен по общепринятой методике в типичных для исследуемой природной зоны экотопах. Метод исследований – маршрутный. Всего было отобрано более 700 образцов агарикоидных грибов.

В результате проведенных исследований на территории таежной зоны Кировской обл. выявлено 302 вида агарикоидных базидиомицетов, которые относятся к 86 родам, 20 семействам и пяти порядкам. В том числе 265 видов грибов являются новыми для Кировской обл.

Анализ таксономической структуры. По мнению многих исследователей (Толмачев, 1970), при анализе систематической структуры микобиоты определенной территории наиболее важными показателями являются состав и положение ведущих по числу видов семейств и родов. В десятку ведущих семейств вошли *Tricholomataceae* (83 вида, 27.5% от общего количества видов), *Cortinariaceae* (59, 19.5%), *Russulaceae* (44, 14.6%), *Strophariaceae* (21, 7.0%), *Agaricaceae* и *Boletaceae* (по 13, по 4.3%), *Coprinaceae* (12, 4.0%), *Amanitaceae* (11, 3.6%), *Entolomataceae* (8, 2.6%), *Hygrophoraceae* и *Pluteaceae* (по 6 видов, по 2.0%). Их представители составляют 91.4% от общего объема биоты агарикоидных базидиомицетов рассматриваемой территории.

На первые три семейства (*Tricholomataceae*, *Cortinariaceae*, *Russulaceae*) приходится 61.6% видов. Этот факт свидетельствует о бореальном характере микобиоты исследуемой территории, поскольку главенствующее положение перечисленных семейств в составе микобиот характерно для всей лесной зоны Голарктики (Перова,

Горбунова, 2001; Морозова, 2002). Кроме того, существуют географические различия и в соотношении семейств *Tricholomataceae* и *Cortinariaceae* в микобиотах. Семейство *Cortinariaceae* играет главенствующую роль в микобиоте среднетаежных территорий, тогда как в лесах южной тайги доля этого семейства уменьшается и лидером по количеству входящих видов становится семейство *Tricholomataceae* (Морозова, 2002). В условиях таежной зоны Кировской обл. первое место по количеству видов занимает семейство *Tricholomataceae*, следовательно, микобиота рассматриваемой территории может быть классифицирована как южнотаежная.

Бореальные черты изученной микобиоты достаточно хорошо просматриваются и на родовом уровне. Об этом свидетельствует обилие видов в родах *Cortinarius* (31), *Lactarius* (22), *Russula* (22), *Myccena* (19), *Tricholoma* (13), *Amanita* (10), характерных для лесных микобиот. Перечисленные таксоны охватывают 36% от всего видового состава. Значительная доля родов *Lactarius* и *Russula* указывает на связь микобиоты таежной зоны Кировской обл. с западно-европейскими биотами. В то же время относительно высокая доля рода *Suillus* (6 видов) свидетельствует о некотором восточно-азиатском влиянии на формирование микобиоты региона.

Анализ трофической структуры. По типу питания выявленные виды относятся к трем группам: симбиотрофы (микоризообразователи), сапротрофы и паразиты. Сапротрофы в зависимости от питающего субстрата подразделяются на девять групп – сапротрофы на опаде, подстилке, гумусе, травянистых растениях (герботрофы), древесине (ксилотрофы), плодовых телах макромицетов (микотрофы), мхах (бриотрофы), на экскрементах животных (копротрофы), углях (карботрофы).

Анализ трофических групп агарикоидных базидиомицетов выявил, что в микобиоте таежной зоны Кировской обл. наибольшее количество видов относится к сапротрофам (156 видов, 51.7% от общего количества видов). В составе этой группы лидируют подстилочные сапротрофы (26.5% от общего количества выявленных видов). Ксилотрофы составляют 23.5% от общего числа видов. Гумусовые сапротрофы – 10.6%. Остальные группы сапротрофов составляют 7% от общего числа видов. Это сапротрофы на опаде, копротрофы, бриотрофы, карботрофы, герботрофы и микотрофы.

На долю микоризообразователей приходится 48.3% от общего числа видов. Четыре вида грибов являются факультативными паразитами древесных растений.

В целом по составу и соотношению ведущих эколого-трофических групп биоту грибов Кировской обл. следует отнести к типичным бореальным микобиотам.

Особенности распределения макромицетов по типам местообитаний. На территории таеж-

ной зоны Кировской обл. выделено шесть основных типов местообитаний: сосновые леса, еловые леса, мелколиственные и смешанные леса с преобладанием лиственных пород, сфагновые болота и заболоченные леса, луга и рудеральные местообитания. Проведенный анализ показал, что среди изученных местообитаний наибольшим видовым разнообразием характеризуются лесные насаждения. Лидером по количеству выявленных видов являются сосновые леса – 144 вида (47.7% от общего объема микобиоты). В мелколиственных и смешанных лесах с участием мелколиственных пород встречаются 132 вида грибов (43.7%), в еловых лесах – 121 вид (40.1%). Остальные типы местообитаний (болота, луга, рудеральные местообитания), ввиду специфики условий, пригодны для обитания узкого круга видов, что проявляется в бедности видового состава макромицетов. На лугах отмечено 17 видов (5.6%), в рудеральных местообитаниях – 13 (4.3), на сфагновых болотах и в заболоченных лесах – восемь видов грибов (2.6%).

Сравнение микобиоты таежной зоны Кировской обл. с биотами агарикоидных базидиомицетов других бореальных территорий. Для сравнения были рассмотрены регионы, расположенные в южнотаежной (таежная зона Пермского края; Висимский заповедник, Свердловская обл.) и среднетаежной (Печоро-Ильчский заповедник, Республика Коми; Нижнесвирский заповедник, Ленинградская обл.) подзонах таежной зоны.

В работе учитывались показатели таксономического состава микобиот: общий видовой и родовой составы. В качестве меры сходства использовали коэффициент Сьеренсена-Чекановского. Рассчитанные значения этого коэффициента приведены в таблице.

Результаты исследований показали, что рассматриваемая биота носит смешанный характер с чертами средне- и южнотаежных микобиот. Она наиболее сходна с двумя соседними южнотаежными регионами – Пермским краем (коэффициент сходства по видовому составу 0.54) и Свердловской обл. (0.50), что объясняется близким расположением данных территорий и наличием сходных биотопов. Черты среднетаежных микобиот прослеживаются в достаточно высоком значении показателя сходства с территорией Нижнесвирского заповедника (0.50).

Аналогичные результаты получены при анализе показателей родového состава. Наиболее высокие значения коэффициента сходства по данному признаку оказались у южнотаежных микобиот Кировской обл., Пермского края и Висимского заповедника. Кроме того, достаточно высокое значение коэффициента сходства по родовому составу с микобиотой Нижнесвирского заповедника (0.84) еще раз свидетельствует о смешанном характере микобиоты Кировской обл., включающей значительную долю среднетаежных видов агарикоидных базидиомицетов.

Матрица сходства микобиот разных регионов по видовому (А) и родовому (Б) составам

Биота	А				
	1	2	3	4	5
Б	1	1	0.54	0.50	0.46
	2	0.86	1	0.55	0.40
	3	0.85	0.88	1	0.43
	4	0.80	0.82	0.77	1
	5	0.84	0.76	0.77	0.82

Примечание. 1 – Кировская обл., тайга; 2 – Пермский край, тайга; 3 – Висимский заповедник (Свердловская обл.); 4 – Печоро-Илычский заповедник (Республика Коми); 5 – Нижнесвирицкий заповедник (Ленинградская обл.).

Результаты проведенных исследований позволяют рассматривать биоту агарикиоидных грибов таежной зоны Кировской обл., как типичный бореальный комплекс, имеющий смешанный характер с чертами средне- и южнотаежных биот. По характерным признакам рассматриваемая микобиота принадлежит к числу западно-европейских микот, с некоторыми элемен-

тами восточно-азиатского влияния на формирование микобиоты региона.

ЛИТЕРАТУРА

- Кириллов Д.В., Переведенцева Л.Г. Агарикоидные базидиомицеты южно-таежной подзоны Кировской области // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология, 2008. Вып. 10. № 26 (86). С. 161-167.
- Морозова О.В. Таксономический и географический анализ агарикоидных базидиомицетов Ленинградской области // Микол. и фитопатол., 2002. Т. 36, вып. 5. С. 42-50.
- Переведенцева Л.Г., Бондарцева М.А., Кириллов Д.В. Агарикоидные и афиллофороидные базидиомицеты Кировской области // Флора Урала в пределах бывшей Пермской губернии и ее охрана: Матер. межрегион. конф., посвящ. 140-летию со дня рожд. П.В. Сюзева. Пермь, 2007. С. 94-102.
- Перова Н.В., Горбунова И.А. Макромицеты юга Западной Сибири. Новосибирск: СО РАН, 2001. 58 с.
- Толмачев А.И. О некоторых количественных соотношениях во флорах земного шара // Вестн. ЛГУ. Сер. биол., 1970. № 15, вып. 3. С. 62-74.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ОСОБЕЙ ИРИСА СИБИРСКОГО (*IRIS SIBIRICA* L.) В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ И ПРИ ИНТРОДУКЦИИ

Л.И. Конькова

Удмуртский государственный университет

E-mail: Konjkowa@rambler.ru

Одной из главных задач мировой стратегии охраны окружающей среды является сохранение генетического и систематического разнообразия растений. Интродукция редких и исчезающих растений служит способом, дополняющим охрану видов в естественных местообитаниях. Выращивание растений в условиях ботанических садов, позволяет более детально изучить эколого-биологические особенности, хозяйственно-ценные свойства видов, особенности размножения. Коллекции интродуцированных растений в случае необходимости могут стать базой для реинтродукции редких видов в природные местообитания.

Одним из нуждающихся в охране видов является *Iris sibirica* L. Он включен в Красную книгу Удмуртской Республики (2001) со статусом редкости 3. Является редким растением на Урале и в Предуралье. Включен в Красные книги сопредельных с Удмуртией регионов. В Удмуртии вид находится на северном пределе распространения. Встречается преимущественно на пойменных лугах крупных рек Кама и Вятка, отмечены находки ириса и на остепненных склонах. Всего известно 15 местонахождений вида *Iris sibirica* L., большинство из которых находится в центральных и южных районах республики (Красная книга..., 2001).

Основными факторами, приводящими к редкости ирисов, являются сбор на букеты и выкапывание корневищ для пересадки в культуру (Красная книга..., 2001).

Цель данной работы – сравнить семенную продуктивность и изменчивость биометрических признаков вегетативных и репродуктивных органов особей *Iris sibirica* L. в природной популяции и в условиях интродукции.

В задачи работы входило изучение основных характеристик природной популяции, особенностей онтогенеза интродуцируемых особей, сравнение семенной продуктивности и биометрических признаков в разных условиях произрастания особей ириса.

Исследования проводились в 2008-2009 гг. в Ботаническом саду Удмуртского университета, где изучались интродуцированные особи, и в Воткинском р-не (7 км южнее с. Перевозное), где изучалась природная популяция вида.

Интродуцируемые особи выращены из семян, собранных в с. Вятское Каракулинского р-на 24.08.06 г. О.Г. Барановой. В мае 2007 г. произведен посев семян в парник с биотопливом. В конце сентября 2007 г. осуществлена пересадка сеянцев из парника на линейную грядку шириной 1 м. Схема посадки – построчная. Площадь питания одного растения составила 0.5 м². В

ходе эксперимента все интродуценты находились в одинаковых условиях, на обычном агро-техническом фоне открытого культурного комплекса (полив, рыхление, прополка) без создания естественных условий произрастания.

Описание природной популяций проводилось на 16 учетных площадках размером 1 м² в разнотравно-злаковом фитоценозе в соответствии с методическими разработками, предложенными О.Г. Барановой (2006). В качестве счетной единицы нами использована генета (морфологическая особь) в соответствии с рекомендациями Т.А. Работнова (1950). Для описания возрастной структуры ценопопуляции использованы онтогенетические состояния, выделенные Т.А. Работновым (1950). Анализ возрастного спектра проводился с использованием индекса возрастности (δ) и эффективности (ω) (Баранова, 2006). Семенную продуктивность определяли по И.В. Вайнагий (1973).

За всеми изучаемыми образцами растений в течение двух вегетационных периодов проводились наблюдения: в период массового цветения и плодоношения растений проводились измерения биометрических показателей (количество вегетативных и генеративных побегов, высота побега и цветноса, число цветков, листьев и плодов, морфометрические параметры листьев и плодов). Выбор биометрических параметров ограничивался необходимостью прижизненно-го сохранения растений. В качестве меры изменчивости использовали коэффициент вариации (V). Уровни варьирования признаков приняты по Г.Н. Зайцеву (1973). Основные результаты анализа, представленные в таблице, обработаны пакетом программы MS Excel.

В ходе анализа результатов, полученных по изучению ценопопуляции *Iris sibirica* L., расположенной на пойменном лугу р. Кама, выяснили, что площадь, занимаемая ценопопуляцией, небольшая и равна 500 м². Плотность особей составила 3.60 шт./м². В возрастном спектре преобладают генеративные особи – 78%, значительно меньше вегетативных растений – 18 и субсенильных – 4, поэтому ценопопуляция является нормальной неполночленной, одновершинной. По шкале эффективности онтогенетических состояний Л.А. Животовского (Баранова, 2006) ценопопуляция является зрелой, так как индексы эффективности и возрастности равны 0.76 и 0.43 соответственно.

В ходе интродукционного исследования *Iris sibirica* L. установлено, что в условиях культуры наблюдается сокращение времени прохождения начальных стадий онтогенеза: на второй год после посева все особи приступили к цветению. Это подтверждает данные А.Ф. Рахимовой (2002), которая отмечала переход особей к генеративной фазе при интродукции на второй-третий год вегетации.

Сравнение средних значений биометрических параметров генеративных особей *Iris sibirica* L. природной популяции и интродуцированных в культуру показало, что вторые в целом имеют более мощное развитие органов: образуют большее число генеративных побегов (5.88), чем особи природной популяции (4.90) (см. таблицу). М.М. Ишмуратова (2002) отмечала меньшее развитие генеративных побегов в природных популяциях Башкирии (1.33-1.56). Интродуценты имеют более высокие побеги и цветоносы (75.63 и 67.24 см соответственно), также сильнее развиты листья (60.21 см – длина листа, 1.05 – ширина). В ценопопуляциях Башкирии параметр высоты побега различен и колеблется от 52.70 до 82.90 см, параметры листа меньше, чем у интродуцируемых особей: 36.62-65.33 см – длина листа и 0.64-0.88 – ширина. Все эти показатели отражают значимость экологических условий: чем лучше условия, тем более мощные формируются особи. Сравнение числа побегов показывает, что в природной популяции этот показатель достаточно стабилен в разные годы, так как представлена популяция в основном средневозрастными особями. В интродукционных же исследованиях участвуют молодые особи, поэтому у них идет нарастание числа побегов как вегетативных, так и генеративных. Это говорит о том, что количество побегов отражает возраст особи, а соотношение генеративных и вегетативных побегов его онтогенетическое состояние.

Оценка уровня варьирования биометрических признаков сравниваемых особей показала, что основные характеристики (высота побега и цветоноса, морфологические параметры листа и плода) варьировать в меньшей степени, чем количественные (число побегов, цветков, плодов), так как вторые параметры в большей степени зависят от экологических условий. В целом вариабельность признаков больше в природной популяции, поскольку особи не равноценны друг другу, а следовательно имеют разный уровень жизнестойкости. Интродуцируемые особи находятся на одной онтогенетической фазе развития, не испытывают большого влияния конкуренции, а следовательно имеют один уровень жизнестойкости.

Анализ семенной продуктивности показал, что реальная семенная продуктивность в природе меньше в 1.5 раза, так как сильнее развиты меж- и внутривидовая конкуренции за ресурсы среды, велико влияние зоофагов. М.М. Ишмуратова (2002) отмечала в природных популяциях более высокую потенциальную продуктивность (70.45-83.37 шт.). Наблюдаются изменения продуктивности по годам: во второй год исследования уменьшилась и потенциальная и реальная продуктивность как на плод, так и на побег в целом. Показатель реальной

Средние биометрические показатели особей *Iris sibirica* L. в природной ценопопуляции (с. Перевозное) и при интродукции вида в период массового цветения

Признак	Ценопопуляция							
	Природная				Интродуцированная			
	2008 г.		2009 г.		2008 г.		2009 г.	
	X±m	V, %	X±m	V, %	X±m	V, %	X±m	V, %
Число побегов, шт.								
вегетативных	26.67±4.48	33.17	19.10±2.38	37.57	11.01±2.99	24.05	26.50±4.32	23.52
генеративных	4.20±0.72	33.91	4.91±0.45	21.69	1.13±0.40	31.43	5.88±1.20	29.39
Высота, см								
побега	58.80±4.40	14.79	62.07±3.72	17.04	72.00±5.19	6.36	75.63±6.69	12.76
цветоноса	54.44±3.40	18.55	61.48±3.66	19.70	69.33±5.58	7.11	67.24±3.30	16.02
Число, шт.								
цветков в соцветии	3.21±0.30	27.45	3.35±0.21	22.01	3.33±0.65	17.32	3.22±0.25	26.95
листьев на побеге	4.47±0.31	20.78	5.17±0.23	42.97	4.67±1.24	8.36	5.10±0.09	12.92
Длина листа, см	41.85±1.79	12.75	47.41±1.66	17.99	56.44±3.50	9.50	60.21±2.76	11.48
Ширина листа, см	0.78±0.04	17.09	0.72±0.02	14.93	1.23±0.19	23.64	1.05±0.06	13.11
Число плодов на побеге, шт.	1.02±0.03	6.52	1.09±0.08	8.56	3.20±0.39	13.98	3.15±0.33	23.66
Длина плода, см	2.79±0.30	26.05	2.52±0.39	34.19	3.36±0.32	13.98	3.03±0.10	18.55
Ширина плода, см	1.53±0.09	14.30	1.36±0.09	15.35	1.75±0.17	18.72	1.38±0.03	12.48
Коэффициент завязывания плодов, %	31.78	—	32.54	—	96.10	—	97.83	—
Потенциальная семенная продуктивность, шт./плод	46.23±1.39	7.19	40.90±1.39	7.73	59.45±2.48	9.98	43.17±1.30	5.30
Реальная семенная продуктивность, шт./плод	32.00±8.58	20.53	24.35±4.45	40.62	43.95±9.73	53.00	37.11±1.88	28.25
Коэффициент сем. продуктивности, %	69.22	—	59.54	—	73.93	—	85.96	—
Продуктивность побега, шт.	32.00±8.58	20.53	24.35±4.45	40.62	156.20±64.74	47.28	109.20±25.53	53.34

семенной продуктивности более вариабелен, чем показатель потенциальной семенной продуктивности. Особи природной популяции не реализуют полностью заложенные возможности семенного размножения, в то время как у интродуцентов они близки к 100%: коэффициент завязывания плодов равен 96-98%, коэффициент продуктивности – 73-86.

Таким образом, у большинства особей *Iris sibirica* L. в условиях культуры наблюдается тенденция в развитии более мощных вегетативных частей, особи продуцируют большое количество полноценных семян. Оценка биометрических параметров интродуцированных особей показала более низкий уровень коэффициента вариации, т.е. интродуцированные особи более однотипны в прохождении стадий онтогенеза и имеют одинаковый уровень жизненности. Такой вариант развития возможно обусловлен одно-

родностью условий произрастания на территории Ботанического сада.

ЛИТЕРАТУРА

Красная книга Удмуртской Республики: Сосудистые растения, лишайники, грибы. Ижевск: Изд. дом «Умурский университет», 2001. 290 с.

Ишмуратова М.М., Муллабаева Э.З. Характеристика ценопопуляций *Iris sibirica* L. в Башкирском Зауралье // Раст. ресурсы, 2002. Т. 38. Вып. 2. С. 16-27.

Изучение ценопопуляций растений «Красной книги Удмуртской Республики» в природе и при интродукции: учебно-методическое руководство / Сост. О.Г. Баранова. Ижевск: Изд. дом «Умурский университет», 2006. 74 с.

Рахимова А.Ф., Миронова Л.Н. Результаты интродукции ирисов дикой флоры, обладающих хозяйственно-ценными свойствами // Роль ботанических садов в сохранении биоразнообразия: Матер. Междунар. конф. Ростов-на-Дону, 2002. С. 47-49.

РАЗНООБРАЗИЕ ТРУТОВЫХ ГРИБОВ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Д.А. Косолапов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kosolapov@ib.komisc.ru

Грибы – обширная группа организмов, насчитывающая порядка 100 тыс. видов и занимающая особое положение в системе органического мира, представляя отдельное царство наряду с царствами животных и растений. Грибы широко распространены в природе и играют большую роль в круговороте веществ и разложении органических остатков. В настоящее время под влиянием все усиливающейся антропогенной нагрузки на природные сообщества многие виды грибов стали редкими или находятся на грани исчезновения. Одним из важнейших компонентов лесных биоценозов являются трутовые грибы, которые способствуют усилению круговорота минеральных веществ, энергии, разлагая естественный отпад, превращая органические вещества в минеральные, которые затем используются зелеными растениями.

При проведении оценки состояния лесных экосистем с точки зрения биологического разнообразия традиционно используют сосудистые растения, мохообразные, лишайники, насекомые и др. В последнее время перспективным объектом при оценке антропогенного воздействия на лесные экосистемы также считаются афиллофороидные макромицеты. При изучении антропогенно нарушенных местообитаний заметно, что видовой состав афиллофороидных грибов в них сильно обеднен, в отличие от старовозрастных и девственных лесов широко представленных в Печоро-Илычском государственном природном заповеднике, где наблюдается значительное разнообразие видов этой группы грибов. Данный факт связан с наличием в коренных лесах большого количества находящейся на различной стадии разложения мертвой древесины, которая является основным субстратом для развития дереворазрушающих грибов.

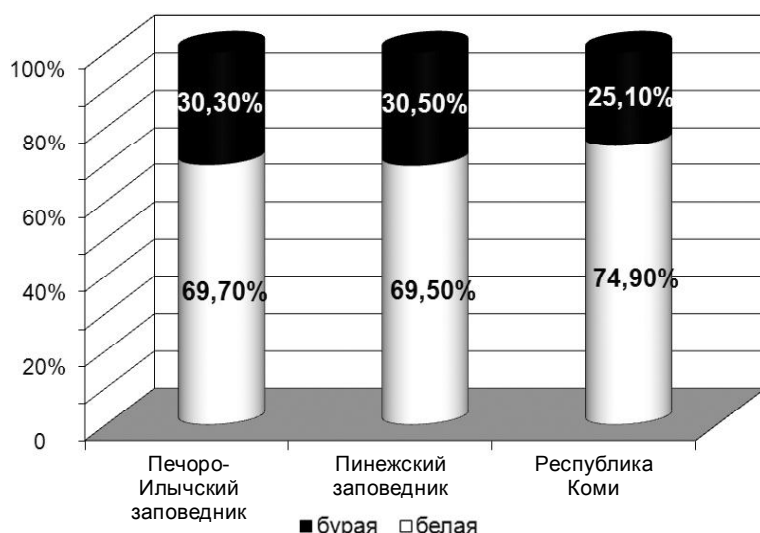
Работы по изучению разнообразия афиллофороидных грибов в Печоро-Илычском заповеднике были проведены в разные годы различными учеными (Херманссон, 1997; Ушакова, 2000; Косолапов, 2003, 2005; Shiryaev, 2004). Всего на данный момент на территории заповедника было выявлено более 330 видов афиллофороидных макромицетов.

В результате проведенных исследований на территории Печоро-Илычского заповедника выявлено 144 вида трутовых грибов, относящихся к 53 родам, 20 семействам, 14 порядкам базидиомицетов. Таксоны приведены в соответствии со сводкой «Nordic Macromycetes» (Hansen, Knudsen, 1997) с небольшим изменением. Таксономический анализ биоты афиллофороидных макромицетов выявил, что наиболее крупными порядками на исследованной территории

являются Fomitopsidales (42 вида), Hyphodermatales (36) и Hymenochaetales (21). Ведущими семействами являются *Phaeolaceae* (22 вида), *Fomitopsidaceae* (20) и *Chaetoporellaceae* (17). Средняя видовая насыщенность семейств видов составляет 7.2, родовая насыщенность – 2.7. Наибольшее число видов насчитывают такие роды, как *Phellinus* (15 видов), *Postia* (14), *Skeletocutis* (10), *Antrodia* (9) и *Trametes* (7). Высокая видовая насыщенность таких типично бореальных родов, как *Antrodia*, *Fomitopsis*, *Postia* и *Skeletocutis*, свидетельствует о бореальных чертах изученной биоты трутовых грибов.

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. На территории Печоро-Илычского заповедника среди трутовых грибов наиболее полно представлены виды мультizonального географического элемента – 71 (49%), который включает в себя такие виды, как *Antrodiella semisupina*, *Bjerkandera adusta*, *Daedaleopsis confragosa*, *Fomitopsis piniicola*, *Gloeoporus dichrous*, *Oxyporus corticola*, *Postia tephroleuca* и др. Представителей бореального географического элемента, к которым относятся *Amylocystis lapponica*, *Climacocystis borealis*, *Diplomitoporus lindbladii*, *Phellinus viticola*, *Skeletocutis papyracea* и др., – 65 видов (45%). Вместе они составляют основное ядро биоты трутовых грибов исследованной территории (94% всего видового состава). Восемь видов – *Ceriporia excelsa*, *Ceriporiopsis aneirina*, *Oxyporus populinus* и др. – относятся к неморальному географическому элементу.

Распределение по долготно-региональному признаку показало, что большинство видов имеют обширные типы ареалов. Так, в пределах Голарктического флористического царства встречается 72 вида (50% общего видового состава): *Antrodia sinuosa*, *Dichomitus squaleus*, *Fomitopsis rosea*, *Hapalopilus rutilans*, *Pycnoporellus fulgens*, *Trametes ochracea* и др. Мультирегиональных видов, распространенных и за пределами Голарктики, насчитывается 55 (38%) (*Antrodia xantha*, *Cerrena unicolor*, *Gloeoporus dichrous*, *Leptoporus mollis*, *Phellinus igniarius*, *Trametes pubescens* и др.). Видов с европейским распространением 10, или 7% (*Antrodia pulvinascens*, *Heterobasidion parviporum*, *Postia lateritia* и др.). Виды с амфиатлантическим и евроазиатским распространением представлены незначительным числом и в сумме составляют 5%. Таким образом,



Соотношение типов гнили, вызываемых трутовыми грибами для различных территорий.

преобладающими в биоте афиллофороидных макромицетов, населяющих леса исследованной территории, являются виды мультizonального географического элемента с мультирегиональным типом ареала и бореальные виды с голарктическим типом ареала.

На территории Печоро-Ильчского заповедника среди трутовых грибов из 142 видов, для которых по литературным данным удалось установить тип гнили, 99 (69,7%) вызывают белую гниль, а 43 (30,3%) относятся к грибам бурой гнили (см. рисунок). Полученные результаты практически совпадают с данными из Пинежского заповедника (Ежов и др., 2009), и средне-таежных лесов Республики Коми (Косолапов, 2008). Это также подтверждает, что по процентному соотношению трутовых грибов, вызывающих различные типы гнили, исследованная биота типична для таежной зоны.

В последнее время при исследовании состояния ландшафтов много внимания уделяют индикаторным видам лишайников, грибов, насекомых и других организмов, которые показывают степень нарушенности лесных экосистем (Kotiranta, Niemela, 1996). Особенно это касается видов, которые существуют только в девственных и старовозрастных лесах или являются характерными для них. Среди трутовых грибов, найденных на исследованной территории, присутствуют такие виды-индикаторы. Нами были исследованы ненарушенные старовозрастные лесные массивы, в которых найдены 10 видов индикаторов девственных лесов – *Amylocystis lapponica*, *Antrodia albobrunnea*, *Antrodia crassa*, *Antrodia infirma*, *Dichomitus squalens*, *Gloeophyllum protractum*, *Postia hibernica*, *Skeletocutis lenis*, *Skeletocutis stellae* и *Steccherinum collabens*.

Кроме того, были выявлены и наиболее значимые виды старовозрастных лесов – 22 вида (*Fomitopsis rosea*, *Gloeoporus taxicola*, *Leptoporus mollis*, *Perenniporia subacida*, *Phellinus chrysolo-*

ma, *Phellinus ferrugineofuscus*, *Phellinus lundellii*, *Phellinus nigrolimitatus*, *Skeletocutis odora* и др.), которые существенно страдают от практики ведения лесного хозяйства. При этом следует отметить, что некоторые из вышеперечисленных видов встречались довольно часто и массово. Таким образом, это подтверждает, что все исследованные массивы относятся к старовозрастным лесам, не испытывающим влияние антропогенного фактора.

Проведенные исследования позволили получить новые сведения о видовом разнообразии трутовых грибов на территории Печоро-Ильчского заповедника. Большинство найденных видов грибов являются широко распространенными, а микобиота в целом характерна для таежной зоны. Данные, полученные в ходе работы,

показали, что исследованные лесные экотопы испытывают минимальное влияние антропогенного фактора.

Исследования выполнены при частичной поддержке гранта РФФИ-Север (проект 09-04-98813 p_север_a).

ЛИТЕРАТУРА

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. Новые находки афиллофороидных макромицетов на территории Печоро-Ильчского биосферного заповедника // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. X молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 2003. С. 113-115.

Косолапов Д.А. Афиллофороидные грибы окрестностей кордона Шежим-Дикост (Печоро-Ильчский заповедник) // Труды Печоро-Ильчского заповедника. Сыктывкар, 2005. Вып. 14. С. 89-94.

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

Ушакова Н.В. Разработка контрольного списка трутовых грибов Урала // Микология и криптогамная ботаника в России: традиции и современность: Труды Междунар. конф., посвящ. 100-летию организации исследований по микологии и криптогамной ботанике в БИН им. В.Л. Комарова РАН. СПб., 2000. С. 264-266.

Херманссон Я. Представители семейства Polyporaceae s. lat. и некоторых других родов порядка Aphyllophorales в Печоро-Ильчском заповеднике // Флора и растительность Печоро-Ильчского биосферного заповедника. Екатеринбург, 1997. С. 326-365.

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

Kotiranta H., Niemela T. Uhanalaiset kaavat Suomessa. Tonien, uudistettu painos. Helsinki: S.Y.E., 1996. 184 p.

Shiryaev A.G. Clavarioid fungi of Urals. I. Boreal forest zone // Микология и фитопатология, 2004. Т. 38. Вып. 4. С. 59-72.

РЕДКИЕ ДРЕВЕСНЫЕ В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УрО РАН

С.А. Мифтахова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: mifs@ib.komisc.ru

Одной из мер, осуществляемой многими странами для защиты биологического разнообразия, является выращивание редких растений в ботанических садах (*ex situ*). Наряду с другими садами мира, Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН обеспечивает сохранение редких и исчезающих растений, принимает участие в различных формах деятельности, направленной на сохранение биоразнообразия, таких как формирование и поддержание коллекционных фондов, пополнение их новыми растениями, выращивание в культуре (*ex situ*). Дендрарий Ботанического сада Института биологии является одним из самых северных в России, поэтому его коллекции деревьев и кустарников в открытом грунте представляют большой интерес. Работа по интродукции растений проводится с момента образования дендрария (1946 г.). Она начата М.М. Чарочкиным, который заложил основу формирования коллекционного фонда деревьев и кустарников. Коллекционный фонд дендрария Ботанического сада насчитывает 600 видов и форм, из них 19 видов редких (12 – кустарники, семь – деревья) различной категории охраны. Имеющиеся виды занесены в следующие издания: Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР (1983), Красную книгу СССР (1984), Красную книгу РСФСР (1988), Красную книгу России (2005), Красную книгу Республики Коми (2009). В идеале все виды и внутривидовые формы древесных растений, независимо от их хозяйственной ценности, должны охраняться, так как нет растений бесполезных, а есть лишь неизученные (Коропачинский, 2005). Но имеется особо уязвимая категория видов – это редкие.

По числу родов и видов наиболее богато в коллекции дендрария Ботанического сада представлено семейство *Rosaceae* Juss., среди редких древесных наибольшее число видов из этого же семейства (4). Из семейств Жимолостные, Сосновые, Ильмовые, Ивовые – по два вида; из семейств Березовые, Самшитовые, Кипарисовые, Буковые, Маслинные, Бузиновые, Тисовые, Липовые – по одному.

Неоценимо значение интродукции как возможности сохранения в культуре редких и исчезающих видов, но в еще большей степени возможностью создания страховых коллекционных фондов данных растений. Материал этих фондов может быть использован в качестве исходного в дальнейших интродукционных работах, а также в целях реинтродукции. Интродукция тесно связана с акклиматизацией. При оценке акклиматизации большинство авторов берут за

основу способность видов к репродукции. У редких видов дендрария переход в генеративное состояние с формированием фертильных семян наблюдалось у курильского чая кустарникового, курильского чая маньчжурского, кизильника блестящего, сосны сибирской, жимолости Советкиной, сирени венгерской, ели глена, тополя бальзамического, бузины кистевидной, липы сердцевидной, вяза голого и вяза гладкого. Не перешли еще в генеративное состояние: береза Радде, самшит вечнозеленый, вейгелла ранняя, тисс ягодный, можжевельник казацкий цвел, но не образовывал плодов.

Растения имеют разную категорию охраны (см. таблицу). Сирень венгерская имеет статус 1(E) – вид, находящийся под угрозой исчезновения, с критическим уровнем численности. Он включен в Красную книгу СССР (1984) и Красную книгу РСФСР (1988), на Севере прекрасно прижился, обильно плодоносит. К редким уязвимым с сокращающейся численностью 2(V) относятся восемь видов. Другие восемь видов относятся к редким уязвимым 3(R), представленным в природе небольшими популяциями, с узкой экологической амплитудой. Два вида относятся к неопределенным по статусу, которые, вероятно, можно причислить к одной из предыдущих категорий, но достаточных сведений об их состоянии в природе в настоящее время нет 4(I).

Некоторые из редких растений являются реликтовыми видами и эндемиками Дальнего Востока и Сахалина: ель Глена (*Picea glehni*), курильский чай маньчжурский; Кавказа – береза Радде (*Betula raddeana*); Восточных Карпат – сирень венгерская (*Seringa josikae*); жимолость Советкиной – эндем Киргизского Алатау, кизильник блестящий – эндем юга Центральной Сибири.

Экологическая среда, в которую попадает интродуцент, как правило, не совпадает с природной. В посадках интродуцент лишен пресса природной среды обитания, биоценоза. Редкие древесные виды дендроколлекции Ботанического сада интродуцированы из различных экологических условий. Дальневосточные растения (ель Глена, вейгелла ранняя, курильский чай маньчжурский) являются представителями лесной флоры. Кавказские и среднеазиатские растения представлены преимущественно лесными и субальпийскими видами, т.е. видами тех высотных поясов, которые являются климатическими аналогами широтной зоны района их интродукции. К ним относятся береза Радде, можжевельник казацкий. Есть представители широ-

Редкие виды дендрария ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН

Вид	Год получения образца, происхождение исходного материала	Категория редкости
Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР (1983), Красная книга СССР (1984), Красная книга РСФСР (1988)		
Сирень венгерская <i>Syringa josikae</i>	1946 г. из Липецкой области	1
Курильский чай маньчжурский <i>Pentaphylloides mandshurica</i>	1999 г. из Нижнего Новгорода	2
Самшит вечнозеленый <i>Buxus sempervirens</i>	2001 г. из Минска	2
Ель Глена <i>Picea glehnii</i>	1964 г. из Москвы	3
Вейгела ранняя <i>Weigela praecox</i>	1997 г. из Йошкар-Олы	3
Можжевельник казацкий <i>Juniperus sabina</i>	1995 г. из Йошкар-Олы	3
Жимолость Советкиной <i>Lonicera sovetkinae</i>	Один образец с 1999 г. из Чебоксар, второй – с 2001 г. из Москвы	4
Красная книга России (2005)		
Тисс ягодный <i>Taxus baccata</i>	2002 г. из Минска	2
Кизильник блестящий <i>Cotoneaster lucidus</i>	Один образец с 1946 г. из Липецкой области, второй – с 2005 г. из Новосибирска	3
Тополь бальзамический <i>Populus balsamifera</i>	1936 г., происхождение неизвестно	3
Береза Радде <i>Betula raddeana</i>	1999 г. из Нижнего Новгорода	3
Красная книга Республики Коми (2009)		
Курильский чай кустарниковый <i>Pentaphylloides fruticosa</i>	С 1999 г. из Горно-Алтайска, Новосибирска	2 (РК)
Бузина кистевидная <i>Sambucus racemosa</i>	1939 г. из Санкт-Петербурга	2 (РК)
Липа сердцевидная <i>Tilia cordata</i>	1946 г. из Липецкой области	2 (РК)
Сосна сибирская <i>Pinus sibirica</i>	1950 из Троицко-Печорского района	2 (РК)
Вяз шершавый <i>Ulmus scabra</i>	1946 г. из Липецкой области	2 (РК)
Вяз гладкий <i>Ulmus laevis</i>	1946 г. из Липецкой области	2 (РК)
Ива отогнутопочечная <i>Salix recurvum</i>	2009 г. из Троицко-Печорского района	3 (РК)
Кизильник черноплодный <i>Cotoneaster melanocarpus</i>	С 2009 г. из Троицко-Печорского района	4 (РК)

колиственных лесов европейской части: липа мелколистная, вяз шершавый и вяз гладкий, бузина кистевидная, тисс ягодный, сирень венгерская; североамериканские: тополь бальзамический; представители Сибири: сосна кедровая сибирская, кизильник блестящий. Кизильник черноплодный и ива отогнутопочечная – местные скальные виды, соответственно и потребности у них различные.

Привлечение растений в коллекцию происходило путем привоза саженцев из экспедиций, также заказывались семена по делектусам, природных образцов почти не было. В ботанических садах растения оказываются в соседстве с иными растениями по сравнению с природным ценозом. Посаженные рядом родственные виды начинают часто активно перекрещиваться и при дальнейшей репродукции обнаруживаются не исходные, а гибридогенные формы, в коллекциях наблюдается неконтролируемое интродукционное разнообразие, т.е. стихийные гибриды не соответствуют видам, которые были интродуцированы. Поэтому получаемые из различных ботанических садов семена часто не соответствуют виду, указанному на этикетке, а представляют собой гибридную форму, что увеличивает несоответствие природному, истинному виду. Это в какой-то мере мешает сохранению биологического разнообразия природных объектов, в частности, редких охраняемых видов.

Согласно стратегии ботанических садов, одной из основных задач каждого сада должно стать сохранение флоры собственного региона. Деятельность ботанических садов наряду с сохранением мирового биоразнообразия должна иметь региональный характер, в полной мере соответствуя потребностям собственного региона. Уместно привести мысль Рене Дюбо, опубликованную в 1994 г. в Стратегии ботанических садов по охране растений: «Мы должны мыслить глобально, но действовать локально».

Из 19 видов восемь внесены в Красную книгу Республики Коми (2010) – кизильник черноплодный, курильский чай кустарниковый, бузина кистевидная, липа мелколистная, вяз гладкий, вяз шершавый, сосна сибирская, ива отогнутопочечная, но только три вида из них привлечены из местных условий. В последнее время уделяется максимальное значение привлечению образцов редких растений из местной флоры.

Таким образом, создание коллекции редких древесных растений в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН способствует сохранению всего богатства мировой флоры. В дальнейшем будет продолжено формирование коллекции редких древесных растений и ее изучение.

Работа выполнена при частичной поддержке Программы: «Сохранение и воспроизводство полезных видов флоры европейского Северо-Востока России», финансируемой из средств Уральского отделения РАН (2009-2011).

ЛИТЕРАТУРА

Коропачинский И.Ю. О задачах российской дендрологии в XXI веке // Сибирский экологический журнал, 2005. Вып. 4. С. 541-561.

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

Красная книга РСФСР. Растения. М.: Росагропромиздат, 1988. 592 с.

Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой виды животных и растений. М.: Лесная промышленность, 1984. Т.2. 480 с.

Растения Красной книги России в коллекциях ботанических садов и дендрариев. М.: ГБС РАН; Тула: ИПП «Гриф и К», 2005. 144 с.

Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивируемые в ботанических садах и других интродукционных центрах страны. М.: Наука, 1983. 302 с.

ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ СВЕРБИГИ ВОСТОЧНОЙ (*BUNIAS ORIENTALIS* L.) В ОДНОВИДОВЫХ ПОСЕВАХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Ж.Э. Михович

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: mishurov@ib.komisc.ru

Природно-климатические условия среднетаежной подзоны Республики Коми позволяют иметь прочную кормовую базу для животноводства. Основу кормопроизводства в республике в настоящее время составляют естественные сенокосы и пастбища, а также однолетние и многолетние травы, занимающие 85-90% пашни. (Сысуев, 2007). Одним из приоритетных направлений в повышении эффективности кормопроизводства является поиск новых видов растений, сочетающих продуктивное долголетие и стабильную урожайность зеленой массы и семян в условиях северного земледелия. В настоящее время к высокоурожайным малораспространенным кормово-силосным растениям, адаптированным к условиям Севера, относится ограниченное число видов, таких как горец Вейриха, серпуха венценосная, козлятник восточный, маралий корень и др. с урожайностью 40-80, 37-43, 25-30, 10-15 т/га соответственно (Введение в культуру..., 2001). Свербига восточная является многолетним, крупнотравным растением семейства капустные (*Brassicaceae*), характеризуется высоким потенциалом продуктивного долголетия, урожайности биомассы и семян. В оптимальных условиях возделывания вид реализует естественный потенциал продуктивного долголетия (до 8-10 лет). Считается, что свербига восточная способна произрастать на различных типах почв, имеющих разную степень окультуренности и кислотности, к внешним факторам малотребовательна (Утеуш, 1991). По классификации Раункиера данный вид относится к гемикриптофитам, что обуславливает оптимальные возможности для перезимовки растений (Серебряков, 1962). Гибель растений в зимний период по разным причинам составляет не более 10%. Начинает отрастать сразу после схода снежного покрова, переносит незначительные весенние заморозки. Болезни и вредители не наносят существенного вреда (Технология..., 2003). Растение длительной вегетации раннелетнего цикла цветения (Голубев, 1962).

Цель данной работы – оценка продуктивного долголетия свербики восточной в монопосевах. На опытном поле Ботанического сада осенью 2002 г. был заложен полевой опыт площадью 200 м². Почвы участка дерново-глебоватые среднекислые с высоким содержанием фосфора и калия. Посевы проведены широкоярусно с междурядьем 70 см и нормой высева 30 кг/га. Изучали вопросы зимостойкости, морфологии, урожайности надземной массы с учетом возрастных особенностей вида.

Известно, что густота стояния растений оказывает влияние на формирование будущего урожая. Она определяется как числом высеянных семян, так и полевой всхожестью. В наших исследованиях полевая всхожесть составила 57%. Зимостойкость высокая, за семь лет изучения варьировала от 80 до 98%, с возрастом незначительно снижаясь.

Возрастные изменения морфологических характеристик свербики восточной влияют на показатели структуры урожая. Наиболее существенными показателями, влияющими на урожайность, оказались число и высота побегов, число и размеры стеблевых листьев растений (табл. 1).

Свербига восточная относится к полурозеточным симподиальным растениям, характеризующимся трехфазным циклом развития монокарпических побегов по типу: почка – розеточный побег – удлинённый облиственный генеративный побег (Голубев, 1965). В первый год жизни из почки формируется укороченный вегетативный побег с розеточными листьями. Урожайность надземной массы в этот период составляла 1.3 кг/м². На второй год при переходе в генеративное состояние из терминальной почки розеточного побега образуется удлинённый цветочный побег с зелеными листьями. Плотность травостоя со второго и в последующие годы жизни зависит от побегообразовательной способности вида и метеоусловий сезона. Интенсивность побегообразования значительно возра-

Таблица 1

**Морфологические показатели генеративных органов свербиги восточной
в зависимости от возраста растений**

Год наблюдений	Возраст растений, лет	Число побегов на особь, шт.	Длина побега, см	Диаметр побега, см	Число листьев на побег, шт.	Длина/ширина листа, см
2004	2	1	139±9.0	1.1±0.10	20±2.0	<u>15.8±1.6</u> 4.8±0.6
2005	3	4±0.5	144±2.2	1.0±0.10	36±8.8	<u>15.6±0.6</u> 5.7±0.2
2006	4	8±2.3	156±3.3	0.8±0.08	25±1.3	<u>22.7±0.5</u> 7±0.3
2007	5	7±0.7	117±1.5	0.6±0.03	17±0.6	<u>12±0.3</u> 3.5±0.1
2008	6	6±0.7	118±1.8	0.5±0.02	18±0.5	<u>15.5±0.5</u> 3.7±0.2
2009	7	6±0.5	75±2.5	0.6±0.03	12±1.0	<u>13.8±0.7</u> 3.6±0.3

стает к третьему году жизни и достигает максимальных значений к четвертому году. На пятый-седьмой годы жизни наблюдается тенденция постепенного снижения побегообразования, высоты и облиственности побегов и, как следствие, – общей урожайности зеленой массы. Г.М. Зозулиным (1961) предложена система жизненных форм высших растений, основанная на развитии приспособлений, обеспечивающих удержание растительной особью площади обитания и распространение по ней. Эффективность удержания площади обитания растительной особью тесно связана с характером приспособлений ее подземных органов. Автор относит данный вид к рестаивному типу, группе – удерживающиеся виды, по жизненной форме – глубокостверженкорневым простым растениям, т.е. способных удерживать занимаемую ими площадь, оставаясь на месте без существенного увеличения числа надземных побегов. На втором году жизни из коротких оснований отмирающих полурозеточных генеративных побегов формируется подземный каудекс. На четвертом-пятом годах жизни начинается постепенное отмирание тканей базальной части. К седьмому году жизни происходит неполная партикуляция, внутренняя часть каудекса и главного корня разрушается, растения слабеют, вступает фактор ограничения потенциальных возможностей материнских особей. Возрастные изменения морфобиологических показателей отражаются на пока-

зателях сухого вещества и урожайности зеленой массы (табл. 2).

На снижение урожайности свербиги восточной также влияет фактор усиления засоренности посевов. В первые годы жизни не наблюдается вытеснение из травостоя растений сорной растительностью, так как формируется мощная розетка листьев диаметром около 60 см, покрывающая междурядья. Отражается лишь фактор конкуренции и саморегуляции на площади питания. Хозяйственно-полезные показатели свербиги восточной к четвертому году жизни достигают максимальных значений. По мере биологического старения происходит постепенное изреживание многолетних посевов, наиболее заметное с шестого года жизни. В семилетних одновидовых посевах свербиги восточной в раннелетний период отмечены основные сорные растения: пырей ползучий, одуванчик лекарственный, бодяк огородный, осот полевой, в позднелетний – пырей ползучий, крапива двудомная, щавель конский, лютик ползучий. Из интродуцированных растений встречается борщевик Сосновского, окопники шершавый и лекарственный. В условиях проводимого эксперимента сорные растения характеризовались более высокой способностью противостоять весеннему затоплению, ранними сроками отрастания и высокой побегообразовательной способностью.

Таким образом, в результате исследований установлено, что свербига восточная является

перспективной культурой для создания долголетних и продуктивных агроценозов на европейском Северо-Востоке России. Она достаточно морозо- и зимостойчива, конкурентоспособна, до шестого года жизни гарантированно сохраняется в одновидовых посевах. Монопосевы свербиги восточной обеспечивают получение достаточно высоких урожаев зеленой массы на уровне от 1.6 до 6.2 кг/м² на протя-

Таблица 2
Урожайность надземной массы свербиги восточной, кг/м²

Годы наблюдений	Возраст растений, лет	Число побегов, шт./м ²	Урожайность зеленой массы	Доля сухого вещества, %	Облиственность, %
2004	2	10±4	1.6±0.3	12.6±0.2	32.7±1.7
2005	3	35±10	3.8±1.2	15.1±0.2	37.5±1.3
2006	4	53±4	6.2±0.2	15.2±1.0	41.7±2.4
2007	5	41±5	3.1±0.2	16.6±1.0	25.6±3.5
2008	6	37±2	2.0±0.1	17.1±1.8	22.4±0.7
2009	7	36±3	1.6±0.1	18.9±0.5	20.9±2.1

жении пяти-шести лет. Начиная со второго года жизни ежегодно наблюдается полноценная семенная репродукция, что способствует самовозобновлению посевов. Эффективность посевов существенно увеличивается, благодаря использованию растения в качестве медоноса.

ЛИТЕРАТУРА

Введение в культуру и сохранение на Севере коллекций полезных растений. Екатеринбург, 2001. 231 с.

Голубев В.Н. Эколого-биологические особенности травянистых растений и растительных сообществ лесостепи. М., 1965. 286 с.

Зозулин Г.М. Система жизненных форм высших растений // Бот. журн., 1961. Т. 46. № 1. С. 1-20.

Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М., 1962. 377 с.

Сысоев В.А., Пасынкова Е.Н. Научное обеспечение Северо-Восточного региона на современном этапе // Состояние и перспективы развития научного обеспечения сельскохозяйственного производства на Севере. Сыктывкар, 2007. С. 3-16.

Технология выращивания и использования нетрадиционных кормовых и лекарственных растений / А.Н. Кишикаткина, В.А. Гущина, В.А. Варламов и др. М., 2003. 373 с.

Утеуш Ю.А. Новые перспективные кормовые культуры. Киев, 1991. 190 с.

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАЗЕМНОЙ ФОРМЫ *BATRACHIUM CIRCINATUM* (SIBTH.) SPACH

Е.А. Мовергоз

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

E-mail: katerina@ibiw.yaroslavl.ru

Существование двух форм (водной и наземной) свойственно многим растениям водоемов и водотоков из разных экологических групп. При этом общие признаки наземной формы одинаково проявляются у водных и прибрежно-водных растений: низкорослая компактная структура, миниатюризация вегетативных и генеративных частей растения, редкое цветение (чаще особи стерильны), придаточное укоренение побегов почти в каждом узле. Тем не менее, если для гелофитов и ряда земноводных растений существование наземной формы – обычное явление, то для типично водных растений (гидрофитов) – это способ выживания в экстремальных условиях переменного уровня. Именно поэтому интерес представляет изучение морфологических особенностей наземной формы у этой группы растений.

Анализ литературных источников показал, что в условиях переменного уровня воды представители рода *Batrachium* (DC.) S.F. Gray способны образовывать наземную форму (Gluck, 1924; Кутова, 1957; Иванова, 1996; Бобров, 2003; Барыкина, 2005; Чорна, 2007; Лебедева, Лапиров, 2009 и др.). Однако в имеющихся работах даны разрозненные краткие данные, без подробной характеристики структуры ее вегетативной и генеративной сферы. Все это справедливо и для наземной формы *B. circinatum*, необходимость изучения которой диктуется еще и тем, что в настоящее время только у этого вида она закреплена номенклатурно как var. *terrestre* Lunell (The international..., 2010). Цель нашей работы – изучение биоморфологических особенностей наземной формы *Batrachium circinatum*.

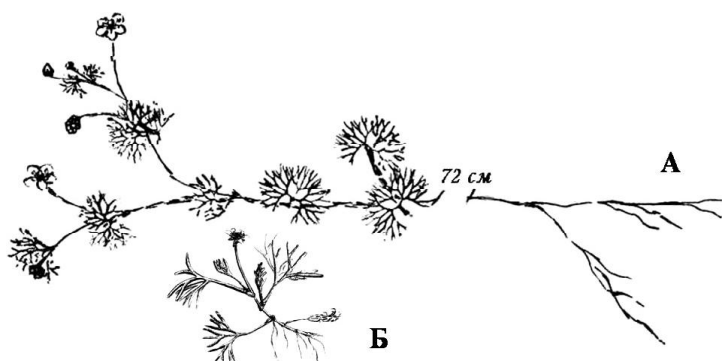
Объект исследования *Batrachium circinatum* – гидрофит, распространен в различных водоемах евтрофного, реже олиготрофного типов, преимуще-

ственно в областях с субконтинентальным климатом. Вид считается пионером зарастания новообразованных аллювиальных участков, приурочен к карбонатным илам и предпочитает водоемы со щелочной реакцией. Глубина произрастания колеблется от 0.1 до 3 м. По сравнению с остальными видами рода *B. circinatum* наименее требователен к силе течения и чистоте воды. Отмечен на мелководьях Рыбинского водохранилища, а также в прибрежной зоне впадающих в водохранилище малых рек (Бобров, 2003).

Материал собирали с мая по август 2007-2008 гг. на Рыбинском водохранилище (пос. Борок, Ярославская обл.), впадающих в него рек Ильдь, Сунога (Некоузский р-н) и р. Корожечна (Угличский р-н). Экземпляры целиком выкапывались из грунта, тщательно очищались, после чего переносились в лабораторные условия для последующей морфологической обработки.

Типичная водная форма *Batrachium circinatum* (см. рисунок, А) в условиях Рыбинского водохранилища и впадающих в него малых рек представляет собой симподиально нарастающий олиго- или монокарпик с анизотропными и плагиотропными удлиненными укореняющимися или плавающими моноциклическими побегами. По продолжительности жизни это однолетник вегетативного происхождения. Морфология вегетативных и генеративных органов водной формы *B. circinatum* была рассмотрена ранее (Моввергоз, Лапиров, 2009).

Наземная форма *B. circinatum* (см. рисунок, Б) так же, как и родственного вида *Batrachium trichophyllum* (Chaix.) Bosch, образуется при понижении уровня воды, связанного со сработкой водохранилища с конца мая в течение всего вегетационного сезона. Она формируется на базе

Водная (А) и наземная (Б) формы *Batrachium circinatum*.

укореняющихся во влажном грунте вегетативных и вегетативно-генеративных (с заложенными цветочными) фрагментов побегов, возникших в результате неспециализированной морфологической дезинтеграции водной формы.

Оба варианта укореняющихся фрагментов изначально проходят один сценарий развития: формируются компактные особи 5-11 см длиной, состоящие из 6-9 метамеров, напоминающие плотную дернину («подушку», куртину)¹ благодаря вновь образующимся стелющимся побегам с укороченными междоузлиями. Такие растения имеют от семи до 10 длинночерешковых листьев, которые по степени рассеченности близки к структуре ювенильных или имматурных листьев водной формы. Листовая пластинка полукруглая, а не округлая, как у типичной водной формы, диаметром от 0.6 до 1 см. Число конечных долей листа от 12 до 25, хотя по данным Н. Gluck (1924) может достигать 63. Из почек, расположенных в пазухах листьев, формируются два-три боковых побега ($n+1$ порядка). Они вегетативные ортотропные, длиной до 2 см, розеточные с супротивным листорасположением, несущие до четырех ассимилирующих листьев, разделенных на уплотненные широкие доли. Отметим, что у обоих фрагментов боковые побеги к цветению не переходят, таким образом, не успевая пройти полный цикл разви-

тия. Кроме того, на протяжении всего побега имеются многочисленные слабо ветвящиеся (до II порядка) узловые или подузловые придаточные корни.

Дальнейшая «судьба» таких растений различна.

Наземная форма, возникшая из вегетативного фрагмента, не способна перейти к цветению. При благоприятных условиях ее побеги продолжают нарастать моноподиально до окончания вегетационного сезона, сохраняя возможность «перехода» к водной форме, при повышении уровня воды.

Наземная форма, сформированная из вегетативно-генеративного фрагмента, переходит к цветению. Генеративная сфера такого растения представлена либо одиночным мелким цветком на короткой цветоножке диаметром до 0.5 см, имеющим типичное строение и окраску венчика, либо монохазием-извилиной, состоящим максимум из пяти метамеров. В последнем случае далее образуется участок вторичного вегетативного нарастания, который включает в себя два-три листа на сближенных, почти укороченных междоузлиях. Кроме того, нами обнаружено, что у цветков таких растений количество тычинок в три-четыре раза меньше (равно пяти), чем у водной формы. Более того, при формировании плодов (многоорешков) количество плодиков (орешков) в них не превышает 20, что в 2.5 раза меньше, чем у типичной водной формы (см. таблицу). В дальнейшем растение либо погибает, либо при благоприятных условиях способно образовать еще до двух листьев и пережить зимний период на дне водоема в состоянии вегетативной диаспоры. Таким образом, биоморфа наземной формы, как и водной, является однолетником вегетативного происхождения.

Наиболее важные отличия наземной формы от типично водной приведены в таблице.

Сравнение водной и наземной форм *B. circinatum*

Признаки	Водная форма	Наземная форма
Положение побегов в пространстве	Анизотропные и плагитропные укореняющиеся в узлах	Ортотропные и анизотропные ползучие, укореняющиеся в узлах
Характер междоузлий побега	Удлиненные	Укороченные сближенные
Диаметр листовой пластинки, см	0.7-1.4	0.6-1
Степень рассечения или деления листа	Многokrратно рассеченный	Многokrратно раздельный
Сегменты листа	Тонкие, нитевидные	Широкие, уплотненные
Количество конечных сегментов	90-180	12-25
Диаметр цветка, см	1-2	До 0.5
Размеры цветоножки	Во много раз длиннее листьев, ее длина ко времени плодоношения достигает 5-10 см	Длина цветоножки приближена к длине листьев, длина ко времени плодоношения не более 5 см
Число тычиночных нитей	15-20	5
Число плодиков в многоорешке	24-50	Не более 20

¹ Подобные пятна, состоящие из этих растений, были отмечены ранее на Рыбинском водохранилище, на влажном грунте в маловодные годы после осушения (Кутова, 1957; Лебедева, Лапиров, 2009).

Вместе с тем, следует отметить, поскольку наземная среда в отличие от водной имеет более разнообразный спектр экологических условий, предложенная характеристика наземной формы может незначительно отличаться в других районах исследования.

Таким образом, в нестабильных условиях водного уровня способность перехода одной экологической формы в другую у *B. circinatum* говорит о широких адаптивных возможностях вида. Кроме того, данный факт со всей очевидностью показывает, что, как и подавляющее большинство водных растений – организмов, вторично приспособившихся к водному образу жизни, *B. circinatum* не утратил в какой-то мере связи с воздушной средой.

Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю к.б.н. А.Г. Лапирову (ИБВВ РАН, Борок) за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

- Барыкина Р.П. Морфолого-экологические закономерности соматической эволюции в семействе лютиковых (*Ranunculaceae* Juss.) // Бюл. МОИП. Отд. биол., 2005. Т. 110. Вып. 3. С. 44-67.
- Бобров А.А. Шелковники (*Batrachium* (DC.) S.F. Gray, *Ranunculaceae*) европейской части России и их систематика // Материалы Школы по гидрботанике «Гидрботаника: материалы, методы». Рыбинск, 2003. С. 70-81.
- Иванова С.В. Изменчивость и таксономия подрода *Batrachium* (DC.) Peterm. рода *Ranunculus* L. (*Ranunculaceae* Juss.) Европейской России и Украины: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1996. 17 с.
- Кумова Т.В. Экологическая характеристика растений зоны временного затопления Рыбинского водохранилища // Тр. Дарвинского гос. заповедника. Вологда, 1957. Вып. IV. С. 403-466.
- Лебедева О.А., Лапиров А.Г. Ритм сезонного развития и морфологическая поливариантность *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach на Рыбинском водохранилище // Биология внутренних вод, 2009. № 3. С. 36-40.
- Мовержоз Е.А., Лапиров А.Г. О морфологических признаках, используемых при описании *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach // Вестн. Тверского гос. ун-та. Сер. Биология и экология, 2009. Вып. 16. С. 103-111.
- Чорна Г.А. Під *Batrachium* (DC.) S. F. Gray (*Ranunculaceae*) у флорі України // Укр. бот. журн., 2007. Т. 64, № 4. С. 534-539.
- Gluck H. Biologische und morphologische Untersuchungen über Wasser- und Sumpfgewächse. Vierter Teil: Untergetauchte und Schwimmblattflora. Jena, 1924. 736 p.
- The international plant name index (IPNI). 2010: <http://www.ipni.org/index.html>.

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЧВЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЯХ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА

И.В. Новаковская, Ю.Н. Шабалина*
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: novakovskaya@ib.komisc.ru

* Сыктывкарский государственный университет

E-mail: julia-n-shabalina@rambler.ru

Приполярный Урал – наиболее высокая часть Уральских гор с суровым климатом и обильными осадками. В горных экосистемах с экстремальными условиями среды почвенные водоросли являются основными автотрофными организмами, которые участвуют в круговороте биогенных элементов, создают органическое вещество почвы и формируют на поверхности субстратов макроскопические разрастания. В примитивных горных почвах альгоценозы создают основу криптогамных корочек, которые вместе с другими споровыми растениями и лишайниками участвуют в организации растительных сообществ горных тундр и гольцов на значительных площадях высокогорных экосистем (Штина и др., 1995). При этом данная группа организмов на территории Приполярного Урала остается наименее изученной как во флористическом, так и фитоценотическом отношении. Актуальность изучения этой группы организмов связана с особой ролью почвенных водорослей в структурно-функциональной организации горной биоты. Кроме того, существует необходимость инвентаризации споровых растений национального парка «Югыд ва» и оценки состо-

яния природных ландшафтов этой ООПТ в условиях антропогенного влияния, связанного с золотодобычей, разработкой кварцевых месторождений, рекреационной нагрузкой и оленеводством.

Цель работы – выявление видового разнообразия почвенных водорослей горных экосистем Приполярного Урала.

Исследования проводились на территории национального парка «Югыд ва», расположенного на Приполярном Урале. Почвенно-альгологические сборы проводились сотрудниками Института биологии Е.Н. Патовой и Е.Е. Кулигиной в начале августа 2009 г. Было изучено 10 проб с 10 ключевых участков из разных горно-тундровых ландшафтов. Пробы отбирали общепринятыми в почвенной альгологии методами (Штина, Голлербах, 1976). Почвенно-альгологические пробы отбирали на глубине 0-2 см из нижеперечисленных сообществ: злаково-ивняковое (правый берег оз. Большое Балбанты, высота 650 м над уровнем моря (далее – над ур. м.); кустарничково-лишайниковая тундра, гольцовый пояс (1077 м над ур. м.); кустарничково-лишайниковая тундра, корочки с пятен пу-

чения (830 м над ур. м.); сообщество с единично встречающимися политриховыми мхами и злаками (корочки гольцовый пояс, 1000 м над ур. м.); осоково-моховая тундра (1078 м над ур. м.); зарастание разнотравно-злаковым-ивняковым сообществом, корочки на дороге (630 м над ур. м.); кварцевый песок из штольни, гора Баркова (850 м над ур. м.); пятнисто-каменисто-лишайниковая тундра, корочки на обнаженном грунте (окрестности оз. Большое Балбанты, гора Баркова, 700 м над ур. м.); пятно в кустарничково-лишайниковой тундре на склоне (650 м над ур. м.); кустарничково-лишайниково-моховый склон, корочки вокруг пятен пучения, оз. Грубепендиты (900 м над ур. м.).

Для выявления видового разнообразия использовали накопительные культуры с последующим выделением из них 130 монокультур. Выращивание водорослей проводили с применением жидких и агаризованных сред 3N-BBM+V, Bg 11. Диатомей определяли в постоянных препаратах на среде Эльяшева. Для идентификации видов использовали отечественные и зарубежные определители.

Всего было выявлено 56 (57 разновидностей, включая номенклатурный тип вида) видов водорослей из пяти отделов, восьми классов, 19 порядков, 27 семейств, 34 родов. Большинство видов относится к отделам Chlorophyta – 27 (28 разновидностей) и Bacillariophyta – 21, а также обнаружены представители Cyanoprokaryota – 6, Xanthophyta и Eustigmatophyta – по 1.

Согласно данным литературы, в горных экосистемах видовое разнообразие почвенных водорослей варьирует в пределах от 29 видов в горных тундрах Северного Урала до 218 – в разных типах лесов Украинских Карпат (Гецен и др., 1994; Штина и др., 1995; Дариенко, 2000 и др.). Для южных районов характерно повышение разнообразия водорослей всех систематических групп по сравнению с северными, что объясняется усложнением состава и структуры растительных сообществ горных экосистем, изменением напочвенного покрова, более благоприятными температурными условиями в почвенных горизонтах, режимом увлажнения.

В изученных пробах из национального парка «Югыд ва» преобладают водоросли из отделов Chlorophyta, Bacillariophyta и Cyanoprokaryota.

Относительно высокое разнообразие диатомовых водорослей (20 видов) было отмечено лишь в одной пробе (пятнисто-каменисто-лишайниковая тундра), что может быть связано с влиянием расположенного поблизости оз. Большое Балбанты. Вероятно, большинство диатомей, отмеченных в пробе, являются заносными. Например, типичный реофильный вид *Hannaea arcus* (Ehr.) Patr., который, как и *Encyonema minutum* (Hilse in Rabenh.) Mann, в озере был обнаружен в заметном количестве (Биоразнообразие..., 2010). В исследованных образцах не отмечены типичные и широко распространенные почвенные виды (например, *Hantzschia amphioxys* (Ehr.)

Grun., *Navicula mutica* Kutz. и др.), но с заметным обилием были обнаружены *Achnanthydium kryophila* (Peters.) Bukht., *Encyonema minutum*, *Eunotia paludosa* Grun., *Nitzschia perminuta* (Grun.) M. Peragallo, *Pinnularia subcapitata* Greg. Некоторые из этих видов могут встречаться в почве или на ее поверхности в большом количестве, как правило, это лесные почвы с развитым моховым покровом, аллювиальные, торфяно-подзолистые лесные почвы, где большого разнообразия достигают роды *Pinnularia*, *Eunotia*, гидрофильные виды.

Из цианопрокариот ведущими родами были *Phormidium*, *Nostoc*. Из зеленых водорослей – *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Scotiellopsis*, *Pseudococcomyxa*. Наибольшую частоту встречаемости в основном имели мелкие одноклеточные неподвижные Chlorophyta: *Chlorella vulgaris* Beijer. var. *vulgaris*, *Pseudococcomyxa* cf. *pringsheimii* (Jaag) Kostikov et al., *Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott, а также *Chlorococcum lobatum* (Korsch.) Fritsch et John и *Scotiellopsis levicostata* (Hollerbah) Puncoccharova et Kalina.

В горных экосистемах других регионов России по данным литературы также наибольшее число видов выявлено из отделов Cyanoprokaryota и Chlorophyta. Многочисленными по числу видов, кроме отмеченных в наших пробах *Nostoc*, *Phormidium* и *Chlamydomonas*, из цианопрокариот являются представители родов *Oscillatoria*, *Gloeocapsa*, *Microcoleus*, из зеленых водорослей – *Chlorella*, *Klebsormidium*, из эустигматофитовых – *Eustigmatos*. В большинстве обследованных горных альгофлор по сведениям других авторов с высокой частотой встречаемости наблюдались *Phormidium foveolarum* (Mont.) Gom., *Gloeocapsa alpine* Nag. emend Brand, *Nostoc commune* Vauch. sensu Elenk., *Eustigmatos magnus* (B.-Peters.) Hibberd, *Hantzschia amphioxys*, *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Menegh., часто эти виды входят в состав доминирующих комплексов и формируют основу альгоценозов.

Обнаруженные виды из горных экосистем Приполярного Урала относятся к коккоидной, а также нитчатой, сарциноидной и монадной формам. Преобладание водорослей с коккоидной организацией таллома объясняется их мелкими размерами, наличием твердой оболочки, особенностью строения протопласта, способностью многих представителей образовывать слизистые колонии, все это способствует высокой устойчивости к экстремальным условиям среды, быстрому размножению и заселению свободных пространств.

Распределение почвенных водорослей в горных экосистемах имеет определенную приуроченность к высотным поясам. При переходе от одного горно-высотного пояса к другому с увеличением высоты наблюдается уменьшение видового разнообразия водорослей. Согласно нашим данным, в гольцовом и горно-тундровом поясах преобладают цианопрокариоты из порядков Oscillatoriales, Nostocales, представленные преимущественно родами *Phormidium*, *Nostoc*,

и одноклеточные зеленые из родов *Chlamydomonas*, *Pseudococcomyxa*, *Scotiellopsis*. С уменьшением высоты увеличивается роль видов из семейств *Chlorococcaceae* и нитчатых зеленых *Klebsormidiaceae*. Наибольшее видовое разнообразие выявлено в пробах, отобранных в пятнисто-каменисто-лишайниковой тундре в окрестности оз. Большое Балбанты, гора Баркова, корочки на обнаженном грунте (высота около 700 м над ур. м.), разнотравно-злаковым-ивняковым сообществе, корочки на дороге, каменистые почвы (630 м над ур. м.) и на кустарничково-лишайниково-моховом склоне, корочки вокруг пятен пучения, окрестности оз. Грубепендиты (900 м над ур. м.). Наименьшее видовое разнообразие отмечается в гольцовом поясе в кустарничково-лишайниковой тундре (1077 м над ур. м.) и на участке с редкими куртинами политриховых мхов и злаков (1000 м над ур. м.).

По данным литературы, в гольцовом и горно-тундровом поясах так же, как и в исследованных почвах, доминируют цианопрокариоты из порядков *Oscillatoriales*, *Nostocales*, зеленые из родов *Chlamydomonas*. Кроме того, в почвах вышеперечисленных поясов в исследованиях других авторов преобладали Цианопрокариоты из порядка *Chroococcales* и *Chlorophyta* из родов *Chlorococcum* и *Chlorella*, иногда в качестве содоминантов выступают желтозеленые из порядков *Tribonematales*, *Mischococcales*. В нижнем горно-лесном поясе в доминантном комплексе, как и в горных экосистемах Приполярного Урала, возрастает роль зеленых водорослей из семейства *Klebsormidiaceae*, а также из порядков *Volvocales*, *Chlorococcales* (Гецен и др., 1994; Штина и др., 1995; Дариенко, 2000).

Почвенные водоросли горных экосистем Приполярного Урала ранее не исследовались, имеются лишь единичные данные по альгогруппировкам западного и восточного склонов Северного Урала (Гецен и др., 1994) для горно-тундрового пояса мохово-пятнистой тундры на трассе газопровода, где всего было выявлено 29 видов почвенных водорослей. Кроме того, В.М. Андреевой и О.Я. Чаплыгиной были изучены почвенные неподвижные зеленые микроводоросли Полярного Урала (2007). Всего выявлено 46 видов. Учитывая, что в первом случае исследования проводили на антропогенно-нарушенных участках, а во втором исследовали только не-

подвижные зеленые водоросли, это затрудняет проведение сравнения с нашими результатами. Тем не менее, наблюдается общая тенденция доминирования цианопрокариот из родов *Phormidium* и *Nostoc*, а также мелких одноклеточных *Chlorophyta* из порядков *Chlorellales* и *Chlorococcales*.

Таким образом, почвы горных районов Приполярного Урала характеризуются относительно высоким видовым разнообразием водорослей. Всего было выявлено 57 видов водорослей (с учетом разновидностей) из пяти отделов. В большинстве исследованных проб преобладали зеленые водоросли, в отличие от данных по другим горным регионам здесь несколько ниже видовое разнообразие Цианопрокариот. Наибольшее число видов было отмечено из родов *Nostoc*, *Phormidium*, *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Chlorella*, что соответствует сведениям литературы.

Исследования проведены при частичной поддержке Президиума РАН «Биологическое разнообразие» по теме: «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала» и гранта РФФИ 10-04-01446-а.

Авторы выражают благодарность Е.Е. Кулюгиной и Е.Н. Патовой за предоставление собранного материала, а также Е.Н. Патовой и А.С. Стениной за помощь в определении цианопрокариот и диатомовых водорослей.

ЛИТЕРАТУРА

Андреева В.М., Чаплыгина О.Я. Почвенные неподвижные зеленые микроводоросли (*Chlorophyta*) Полярного Урала // Новости систематики низших растений, 2007. Т. 41. С. 15-19.

Биоразнообразие водных и наземных экосистем бассейна реки Кожим (северная часть национального парка «Югыд ва») / Отв. ред. Е.Н. Патова. Сыктывкар, 2010. 192 с.

Гецен М.В., Стенина А.С., Патова Е.Н. Альгофлора Большеземельской тундры в условиях антропогенного воздействия. Екатеринбург: Наука, 1994. 148 с.

Дариенко Т.М. Почвенные водоросли заповедников Горного Крыма: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 2000. 22 с.

Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 144 с.

Штина Э.А., Онопченко В.Г., Разран Л.М. Почвенные водоросли высокогорных фитоценозов Тебердинского заповедника (Северо-Западный Кавказ) // Альгология, 1995. Т. 5. № 1. С. 17-28.

СЪЕДОБНЫЕ АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

М.А. Паламарчук

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: palamarchuk@ib.komisc.ru

Люди давно и широко используют грибы как продукт питания. Они не только вкусны и ароматны, но и питательны. Сухие вещества грибов, несмотря на то, что их количество редко превышает 10%, уникальны по своему составу:

отличаются значительным содержанием белковых веществ, своеобразием углеводного комплекса, биологически активных и ароматических веществ.

В грибах, в отличие от свежих плодов и овощей, азотистые вещества являются основой сухой массы. Абсолютное содержание белка колеблется от 0.2 до 3.0% в зависимости от вида гриба (в сухом веществе до 40%) (Экспертиза грибов, 2002). Количество углеводов в плодовых телах грибов уступает содержанию азотистых веществ, что принципиально отличает грибы от растений, где наблюдается обратное соотношение. Особенностью грибов является присутствие гликогена, который не содержится в растительных организмах. Содержание клетчатки колеблется от 6.3 до 13% (Экспертиза грибов, 2002). В отличие от высших растений в грибах клетчатка пропитана хитином и хитиноподобными веществами. Долгое время считалось, что хитин отрицательно влияет на усвояемость грибов. Однако он оказался съедобным (Феофилова, 1992). Синтезированные на его основе вещества способствуют росту бифидобактерий. На долю липидов в грибах приходится 0.2-1.6% от массы (Экспертиза грибов, 2002). По соотношению отдельных кислот липиды грибов наиболее близки к растительным маслам. В грибах достаточно много витаминов группы В и витамина РР. Минеральную ценность грибов можно охарактеризовать как достаточную. Большинство видов можно считать поставщиками калия, магния, фосфора, а из микроэлементов – железа, марганца и цинка.

Первые сведения о съедобных грибах Республики Коми содержатся в публикациях Н.С. Котелиной «Съедобные и ядовитые грибы Коми АССР» (Котелина, 1966) и «Дары тайги» (Котелина, Улле, 1974). Примерно в это же время вышли две статьи посвященные урожайности грибов (Гром, 1970; Мироненко, 1986). Особого внимания заслуживает работа Н.С. Котелиной «Грибы тайги и тундры» (1990), в которой рассказывается об основных видах съедобных и ядовитых грибов, растущих в лесах и тундре республики. В книге «Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми» (2000) имеются данные о грибных ресурсах наших лесов.

С 1941 г. в равнинном районе Печоро-Ильчского заповедника проводится мониторинг урожайности съедобных шляпочных грибов. Первоначально учитывали только несколько наиболее распространенных видов. Эти учеты проводила Л.Б. Ланина. С 1972 г. их продолжила И.З. Мегалинская, а с 1989 г. к работе подключилась Т.К. Тертица. Имеется ряд работ сотрудников заповедника, посвященных изучению урожайности и фенологии 22 видов агарикоидных базидиомицетов (Мегалинская, Тертица, 1997; Мегалинская, 2000а, 2000б; Мегалинская, Тертица, 2004).

На сегодняшний день биота агарикоидных базидиомицетов Республики Коми с учетом литературных данных насчитывает 459 видов и внутривидовых таксонов, относящихся к пяти порядкам, 20 семействам и 86 родам. Веду-

ми семействами являются *Cortinariaceae* (147 видов), *Tricholomataceae* (110), *Russulaceae* (65), *Strophariaceae* (27) и *Boletaceae* (18), что характерно для всей лесной зоны Голарктики. Ведущие рода – *Cortinarius* (67 видов), *Inocybe* (37), *Russula* (35), *Lactarius*, *Mycena* (по 30 видов), *Galerina* (22 вида).

Среди съедобных грибов наибольшей популярностью у населения традиционно пользуются агарикоидные базидиомицеты. На территории республики встречается 174 вида съедобных агарикоидных базидиомицетов, что составляет 38% от общего видового разнообразия. Население же собирает порядка 20 видов. Санитарными правилами в России разрешено заготавливать только 57 видов (Санитарные правила..., 1993), из которых 44 встречаются на территории республики. Такое небольшое число видов, разрешенных к заготовке, объясняется тем, что в список были включены лишь общеизвестные съедобные грибы, с крупными плодовыми телами, легко определяемые в природе даже не специалистами, растущие в лесах северной и средней полосы России. Съедобные грибы разделены на четыре категории пищевой ценности. Это деление довольно условно, в России было впервые предложено Б.П. Васильковым (1948).

К I категории относятся самые вкусные и ценные виды, дающие лучшую грибную продукцию, которые обычно собираются всеми и всегда. В наших лесах встречается четыре вида этой категории – белые грибы сосновый и еловый (*Boletus pinophilus* и *B. edulis*), рыжик сосновый (*Lactarius deliciosus*) и груздь настоящий (*L. resimus*).

Ко II категории относят виды хорошие и довольно ценные, но уже значительно уступающие предыдущим, которые собираются всеми, но не всегда, и когда имеются в большом количестве грибы I категории, то они оставляются. На II категорию приходится 10 видов – опенок осенний (*Armillaria mellea*), подосиновик красный (*Leccinum aurantiacum*), подберезовик (*L. scabrum*), подосиновик желто-бурый (*L. versipelle*), масленок поздний (*Suillus luteus*), колпак кольчатый (*Rozites caperata*) и др.

Грибами III категории считаются виды, по вкусу и ценности характеризующиеся «так себе», т.е. неплохие, но и не такие хорошие, как отнесенные к двум предыдущим, вследствие чего их собирают не все и не всегда. К III категории относятся 17 видов – козляк (*Suillus bovinus*), моховики желто-бурый (*S. variegates*) и зеленый (*Xerocomus subtomentosus*), вешенки обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*) и легочная (*P. pulmonarius*), сыроежки зеленая (*Russula aeruginosa*), желтая (*R. claroflava*), сереющая (*R. decolorans*), болотная (*R. paludosa*) и буреющая (*R. xerampelina*) и др.

К грибам IV категории относят сравнительно уже малоценные и в основном малоизвест-

ные съедобные грибы, которые обычно не собирают или собирают лишь в редких случаях и отдельными лицами. На IV категорию приходится 13 видов – зеленушка (*Tricholoma flavovirens*), рядовки фиолетовая (*Lepista nuda*) и серая (*T. portentosum*), серушка (*Lactarius flexuosus*), горькушка (*L. rufus*), волнушка розовая (*L. torminosus*), груздь обыкновенный (*L. trivialis*), валуй (*Russula foetens*), сыроежка охристая (*R. ochroleuca*) и др.

Съедобных видов больше всего в семействах *Russulaceae* (54 вида), *Tricholomataceae* (36), *Boletaceae* (18), *Agaricaceae* (12) и *Cortinariaceae* (12). К съедобным относится 83% сыроежковых грибов. Все виды рода *Russula*, за исключением нескольких видов с жгуче-едкой мякотью (*R. emetic*, *R. nana*, *R. rhodopoda*), являются съедобными. Из рода *Lactarius* несъедобны *L. helvus* и *L. porninsis*. Практически все млечники, кроме рыжиков, условно съедобны, т.е. их можно употреблять в пищу только после отваривания или отмачивания.

В семействе *Tricholomataceae* наиболее ценны в пищевом отношении виды родов *Tricholoma*, *Armillaria*, *Lepista*, *Clitocybe*. Грибы этого семейства практически не используются местным населением. Однако в последнее время довольно охотно собирают опенок осенний. На лугах в летнее время в больших количествах появляется опенок луговой (*Marasmius oreades*), который, несмотря на его хорошие вкусовые качества, вообще не используется.

Все виды семейства *Boletaceae* являются съедобными. Самые популярные съедобные грибы относятся к этому семейству. Это белые грибы еловый (*Boletus edulis*) и сосновый (*B. pinophilus*), подосиновик (*Leccinum versipelle*), моховик (*Suillus variegatus*) и др. Практически все трубчатые грибы съедобны. Из-за жгуче-едкого вкуса не используется лишь перечный гриб (*Chalciporus piperatus*), однако его можно использовать в качестве острой приправы. Горький вкус присущ также желчному грибу (*Tylopilus felleus*), который внешне схож с белым. Отличить желчный гриб можно по розовеющей на срезе горькой мякоти и сетчатому рисунку на ножке.

Из семейства *Agaricaceae* наиболее известные съедобные виды относятся к родам шампиньон (*Agaricus*) и гриб-зонтик (*Macrolepiota*). Однако население их практически не собирает и на территории республики представители этого семейства встречаются довольно редко. С большой осторожностью нужно относиться к употреблению в пищу грибов семейства *Cortinariaceae*, так как многие виды являются ядовитыми. Из съедобных и хорошо отличимых в природе видов можно назвать паутинники браслетчатый (*Cortinarius armillatus*) и чешуйчатый (*C. pholideus*).

Некоторые съедобные грибы не используются населением, хотя они довольно многочисленны в наших лесах. Колпак кольчатый (*Rozites caperata*) – один из самых многочисленных ви-

дов в сосняках – не собирают в Республике Коми, хотя в некоторых регионах, например, в Ленинградской обл., этот гриб популярен. В Финляндии и Чехии этот гриб считается деликатесным. Согласно исследованиям И.Э. Цепаловой и Н.П. Кутафьевой, по пищевой ценности этот гриб можно приравнять к белым грибам (Экспертиза грибов, 2002). Из других неиспользуемых съедобных грибов следует отметить мокруху еловую (*Gomphidius glutinosus*), вешенки (*Pleurotus pulmonarius*, *P. ostreatus*), опенок летний (*Kuehneromyces mutabilis*), поплавок (*Amanita fulva*), паутинник браслетчатый (*Cortinarius armillatus*).

Некоторые съедобные грибы являются редкими и включены в Красную книгу Республики Коми. Это *Cortinarius violaceus* – паутинник фиолетовый, *Macrolepiota procera* – гриб-зонтик пестрый, *Lepista nuda* – рядовка фиолетовая, *Phaeolepiota aurea* – феолепиота золотистая (чешуйчатка травяная), *Phyllotopsis nidulans* – вешенка оранжевая, *Tricholomopsis decora* – рядовка красивая, *Gyroporus cyanescens* – синяк, *Suillus placidus* – масленок (подкедровник) белый.

Ядовитых грибов в республике немного – 5.7% от общего количества видов, из них часто встречаются: мухомор красный (*Amanita muscaria*), мухомор пантерный (*A. pantherina*), рядовка заостренная (*Tricholoma virgatum*), свинушка тонкая (*Paxillus involutus*), галерина окаймленная (*Galerina marginata*), опенок ложный серно-желтый (*Hypholoma fasciculare*). Из смертельно ядовитых можно назвать только мухомор вонючий (*Amanita virosa*), но он встречается очень редко и только на юге республики.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильков Б.П. Съедобные и ядовитые грибы: Определитель. М., 1948. 134 с.
- Гром И.И. Урожайность съедобных грибов в северных районах Коми АССР // Микология и фитопатология, 1970. Т. 4, вып. 4. С. 356-359.
- Котелина Н.С. Съедобные и ядовитые грибы Коми АССР. Сыктывкар, 1966. 50 с.
- Котелина Н.С., Улле З.Г. Дары тайги. Сыктывкар, 1974. 52 с.
- Котелина Н.С. Грибы тайги и тундры. Сыктывкар, 1990. 128 с.
- Котелина Н.С. Ресурсы грибов // Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми. М., 2000. С. 372-384.
- Мироненко О.Н. Грибные угодья на севере Коми АССР // Интенсификация подсоски и использование вторичной продукции леса. Архангельск, 1986. С. 136-143.
- Мегалинская И.З. Динамика урожайности съедобных грибов // Закономерности полувековой динамики биоты девственной тайги Северного Предуралья. Сыктывкар, 2000а. С. 52-58.
- Мегалинская И.З. Шляпочные съедобные грибы // Земля девственных лесов. Сыктывкар, 2000б. С. 133-138.
- Мегалинская И.З., Тертица Т.К. Опыт оценки продуктивности съедобных грибов в Печоро-Илыч-

ском заповеднике // Вопросы прикладной экологии (природопользования), охотоведения и звероводства. Киров, 1997. С. 246-248.

Мегалинская И.З., Тертица Т.К. Динамика урожайности съедобных грибов равнинного района Печоро-Илычского заповедника // Проблемы особо охраняемых природных территорий европейского Севера (к 10-летию национального парка «Югыд ва»):

Матер. науч.-практ. конф. Сыктывкар, 2004. С. 98-99.

Санитарные правила по заготовке, переработке и продаже грибов: СП 2.3.4.009-93. М., 1993. 50 с.

Экспертиза грибов: учебно-справочное пособие / И.Э. Цапалова, В.И. Бакайтис, Н.П. Кутафьева, В.М. Поздняковский. Новосибирск, 2002. 256 с.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФЛОРЫ ЛУГОВ ОСТРОВНОЙ ПОЙМЫ НИЗОВИЙ РЕКИ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ

Т.А. Паринова

Поморский государственный университет имени М.В. Ломоносова

E-mail: NadeinaTA@mail.ru

Северная Двина – крупнейшая река Архангельской обл. Ее пойма до 40% состоит из групп мелких и крупных островов, значительная площадь которых покрыта луговой растительностью. Островная пойма – уникальный природный объект, что обусловлено особенностями происхождения и развития. Нередко даже в пределах одного пойменного острова встречаются места высокие и низкие, избыточно увлажненные и избыточно дренируемые участки, различные почвы. Флористическое разнообразие увеличивается за счет различных геоморфологических типов поймы и благодаря многообразному сочетанию экологических факторов. Помимо представителей цветковых, на заливных лугах обитают папоротники, хвощи и мхи. Флористический состав отличается большой изменчивостью по годам. Соотношение видов растений в травостоях колеблется в зависимости от режима половодья и его продолжительности, характера хозяйственного использования. Некоторые флористические и экологические особенности пойменных лугов Северной Двины приводятся в работах А. Сняtkова, А.М. Дмитриева, А.П. Шенникова, А.А. Шахова, Л.А. Соколовой, В.В. Липатовой, Л.Н. Алексеенко, И.К. Морозовой, В.М. Шмидта и др.

Наши исследования проводились в течение полевого сезона 2009 г. (Холмогорское котловинное расширение, о-в Куростров и острова дельтового расширения Северной Двины). В работе принимали участие студенты, аспиранты и преподаватели Поморского государственного университета им. М.В. Ломоносова и Архангельского государственного технического университета. Исследования выполнены под руководством д.с.-х.н. Е.Н. Наквашиной и к.б.н. О.В. Сидоровой и поддержаны грантом Администрации Архангельской обл. и «Молодые ученые Поморья» № 03-24. Для выявления флористического состава проанализированы материалы со 150 пробных площадей, дополненные маршрутными исследованиями по стандартной методике (Лайдинен и др., 2001). Латинские названия видов, родов, семейств приведены по С.К. Черепанову (1995).

Флористический список включает 148 видов сосудистых растений, относящихся к 39 семействам и 100 родам. Выявленный видовой состав по фоновым видам не противоречит литературным данным, значительные различия наблюдаются по обилию отдельных видов. Основу флоры составляют покрытосеменные (97.96%), среди них преобладают двудольные (78.23%). Отдел хвощевидные представлен тремя видами из рода хвощ (табл. 1).

Флора в целом составляет 160 видов за счет обогащения 12 видами из отдела моховидные. Среди них *Brachythecium campestre*, *Leptodictum riparium*, *Plagiomnium ellipticum*, *Cirriphylum piliferum*, *Oxyrrhynchium hians* и др.

Из 10 ведущих семейств наибольшим числом видов представлены *Asteraceae* – 17, *Poaceae* – 16, *Ranunculaceae* – 12, *Apiaceae* – 12, *Rosaceae* – 10, *Fabaceae* – 9. На долю перечисленных семейств приходится 68.2% всех видов. Набор этих семейств обычен для бореальных флор в подзоне северной тайги. Если сравнить полученный семейственный спектр с аналогичным спектром флоры всей области (табл. 2), то они выпадают по двум ведущим семействам *Asteraceae* и *Poaceae*. По остальным позициям есть различия. Семейство *Rubiaceae* в островном семейственном спектре входит в десятку ведущих семейств с рангом 8, а по области в целом имеет 19 ранг по числу видов. Объяснением этому может служить устойчивость выявленных видов подмаренников к специфическим условиям обитания на пойменных лугах. Семейство *Ranunculaceae* занимает в островной флоре более высокие позиции, что также связано с подходящими условиями обитания (главным образом – достаточным увлажнением). В целом, несовпадение островного семейственно-видового и семейственно-родового с аналогичными спектрами всей области подтверждает, что систематический состав флор крупных территорий более консервативен, чем таковой их дробных частей (Баранова, 2000). Значительная часть числа семейств имеет небольшое количество родов и видов. Это можно связать и со специфи-

Таблица 1

Систематическая структура и основные пропорции изученной флоры

Таксоны	Число видов		Число родов	Число семейств	Пропорции флоры (семейство:род:вид)
	Абсолютное	Доля от общего числа видов, %			
Equisetophyta	3	2.04	1	1	1.0:1.0:3.0
Magnoliophyta	145	97.96	99	38	1.0:2.6:3.8
в том числе					
Magnoliopsida	116	78.23	80	31	1.0:2.6:3.7
Liliopsida	29	19.73	19	7	1.0:2.7:4.1
Всего	148	100	100	39	1.0:2.7:3.8

Таблица 2

Структура ведущих по числу видов семейств во флоре лугов островной поймы низовий Северной Двины и Архангельской области в целом

ческими экологическими условиями пойменных лугов, главным образом с отношением каждого вида в отдельности к режиму поемности. Например, представители семейства *Poaceae* относятся на исследованных лугах к родам, виды которых наиболее устойчивы к затоплению: *Agrostis*, *Alopecurus*, *Bromus*, *Calamagrostis*. Перечисленные роды наиболее устойчивы и к перекрытию наилком значительной толщины. Половина всех выделенных семейств включает по одному роду и виду (*Alismataceae*, *Melanthiaceae*, *Urticaceae* и др.). Такая же ситуация характерна и для флоры области. Это свидетельствует о некоторой обедненности бореальных флор, а также их миграционном характере.

Новым во флоре островных пойменных лугов является заносной ядовитый сорный вид с большой семенной продуктивностью – *Heracleum osnowskyi*, который, достигая огромных размеров, вытесняет все растущие рядом виды и наносит вред населению в виде ожогов. Один вид – *Epipactis helleborine* – занесен в Красную книгу Архангельской обл. (2007).

Исследования показали, что общий вклад флоры лугов островной поймы низовий р. Северная Двина во флору Архангельской обл. составляет 13.5%. Значение изученной флоры в сложении луговых сообществ значительно больше: 40% всех луговых растений области встречаются на островных лугах. Такой показатель может быть оценен как довольно высокий, так как в Архангельской обл. на долю наиболее ценных в кормовом отношении пойменных лугов приходится всего 1.6 % всей территории, а на луга островной поймы – менее 1%.

Сравниваемые флоры/ спектр ведущих семейств изучаемой флоры	Флора лугов островной поймы низовий Северной Двины			Флора Архангельской области в целом (Шмидт, 2005)		
	Число видов	%	Ранг	Число видов	%	Ранг
<i>Asteraceae</i>	18	12.6	1	114	10.4	1
<i>Poaceae</i>	16	11.9	2	102	9.3	2
<i>Ranunculaceae</i>	11	8.9	3	45	4.1	8
<i>Apiaceae</i>	10	7.4	4	23	2.1	13
<i>Rosaceae</i>	10	6.7	4	47	4.3	7
<i>Fabaceae</i>	9	6.7	5	52	4.7	5
<i>Polygonaceae</i>	8	5.2	6	30	2.7	11
<i>Cyperaceae</i>	7	5.2	7	85	7.7	3
<i>Caryophyllaceae</i>	7	4.4	7	25	2.3	4
<i>Rubiaceae</i>	6	4.4	8	10	0.9	19
Всего						
в семейственном спектре	102	68.2		533	48.5	
Общее число						
видов		148			1098	
родов		100			430	
семейств		39			97	

ЛИТЕРАТУРА

Баранова О.Г. Материалы к сравнительному изучению флоры Вятско-Камского междуречья // Сравнительная флористика на рубеже тысячелетий: достижения, проблемы, перспективы. СПб.: БИН РАН, 2000. С. 95-102.

Лайдинен Г.Ф., Ларионова Н.П., Лантратова А.С. Геоботаническое изучение луговой растительности // Методы полевых и лабораторных исследований и растительных сообществ. Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. С. 243-296.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

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

ОРХИДНЫЕ КРАСНОЙ КНИГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ В ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

И.А. Плотникова

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. Половина всех видов орхидных, произрастающих на территории России, включена в Красную книгу Российской Федерации (ККРФ) (Перечень..., 2005). Наиболее эффективной формой сохранения этих редких видов являются ООПТ. Размер территории при этом имеет огромное значение. Печоро-Илычский биосферный заповедник относится к числу самых крупных резерватов в Европе (721.3 тыс. га). Он расположен на юго-востоке Республики Коми в пределах самой восточной части Русской равнины и Уральской горной страны (Северный Урал). Слабая освоенность территории заповедника и разнообразие экологических ниш обеспечили хорошую сохранность его флоры, в том числе и множества редких видов (Улле, 2000). Одно из первых мест по их количеству в резервате принадлежит семейству *Orchidaceae*. На территории Печоро-Илычского заповедника оно представлено 20 видами. В новое издание Красной книги Республики Коми (ККРК) (2009) вошло 10 видов орхидных заповедника, еще четыре вида включено в приложение (см. таблицу). Наибольшая их часть (семь видов) относится к редким, три вида являются уязвимыми. Кроме того, *Calypso bulbosa*, *Dactylorhiza traunsteineri* s.l. и *Cypripedium calceolus* включены в ККРФ.

Для разработки конкретных научно обоснованных рекомендаций по сохранению того или иного вида в природе и оценки его состояния необходимы сведения о его биологии и экологии. Нами с 1999 по 2008 г. проводилось изучения орхидных в Печоро-Илычском заповеднике. Уточнены их распространение и фитоценологическая приуроченность (с учетом литературных данных и материалов гербарной коллекции Института биологии Коми НЦ (SYKO), получены данные о численности и структуре ценопопуляций (ЦП) этих видов в резервате. Ниже приводится краткая информация об орхидных заповедника, включенных в ККРК.

***Calypso bulbosa* (L.) Oakes.** Очень редкий вид, отмечен всего в нескольких точках предгорного ландшафтного района резервата: на р. Печора в окрестностях кордонов Шежим-Печорский и Собинская-Заостровка, где произрастает на карнизных по-скалистым известняковым склонам коренных берегов, под пологом елового леса, и ниже устья р. Большая Порожная в еловом травяно-папоротничково-зеленомошном лесу. Единственная изученная нами ЦП этого вида в заповеднике в 2006 г. была представлена 24 ра-

стениями, которые располагались на 12 м², в 2008 г. она насчитывала 33 растения. Онтогенетический спектр ЦП нормальный полночленный с максимумом на взрослых вегетативных растениях.

***Cypripedium calceolus* L.** Известно пять местонахождений этого вида в заповеднике. В долине р. Илыч встречается на скалах Шантым-Прилук, в 3 и 4.5 км к северу от устья р. Ыджид-Ляга и на р. Ыджид-Сотчемъель, произрастает на известняковых скалах под пологом елового и осиново-березового леса. Образует здесь довольно крупные ЦП численностью до 500 побегов. Распространены растения отдельными куртинами, находящимися на некотором удалении друг от друга, насчитывающими от двух до 50 побегов. Состояние ЦП стабильное, о чем свидетельствует высокая плотность, наличие молодых особей семенного происхождения и преобладание в онтогенетических спектрах взрослых растений, что соответствует характерному спектру этого вида. Небольшая ЦП *C. calceolus* (13 побегов) обнаружена нами в долине р. Печора в разнотравно-сфагновом ельнике на окраине болота.

***C. guttatum* Sw.** В заповеднике встречается в предгорном ландшафтном районе, в долинах рек Печора, Илыч и их притоков. Произрастает на облесенных известняковых скалах или щебнистых береговых склонах, в основном в ельниках зеленомошных. Образует в резервате довольно крупные ЦП, насчитывающие от нескольких сотен до тысяч побегов. Самая крупная ЦП расположена на скалах напротив устья р. Большой Шежим и насчитывает свыше 5000 побегов. В онтогенетических спектрах ЦП этого вида преобладают имматурные особи, что свидетельствует об активном вегетативном размножении. За счет интенсивного ветвления корневища образуются обширные клоны-куртины, которые достигают десятков квадратных метров. Средняя плотность таких скоплений в заповеднике составляет 12-102 побега на 1 м².

***Dactylorhiza cruenta* (O. F. Muell) Soo.** Очень редкий в заповеднике вид, отмечен в двух точках предгорного района резервата. Довольно крупная ЦП, насчитывающая сотни растений, расположена на правом берегу р. Печора в 6 км выше устья р. Большой Шежим на кустарничково-осоково-травяно-гипновом болоте. Эту ЦП обследовали в течение четырех лет, численность и плотность ее оставались стабильными, в онтогенетическом спектре преобладали генеративные и имматурные особи. Одиночные растения обнаружены на левом берегу р. Печора напротив устья р. Большая Порожная на разнотравно-осоково-гипновом болоте.

***D. incarnata* (L.) Soo.** В заповеднике встречается в предгорном ландшафтном районе, немного заходя в горный. Произрастает в основном на болотных массивах и их облесенных окраинах, только в районе р. Ыджид-Аню отмечен на сыром травяно-осоковом бечевнике. ЦП вида в заповеднике небольшие по численности – несколько десятков (реже сотен) растений, со средней плотностью размещения 1-4 экз. на 1 м². В ЦП преобладают молодые растения, отмечена также высокая доля генеративных особей. Средний спектр всех исследованных нами ЦП в заповеднике составил 23:36:11:30 (j:im:v:g).

***D. traunsteineri* (Saut.) Soo.** Довольно редок в заповеднике, распространен в основном в бассейне р. Печора. Для Илыча известно одно местонахождение – на водоразделе р. Пырью и руч. Елперчукель. Произрастает на болотах в составе травяно-осоково-сфагновых, ерниково-осоково-сфагновых, вахтово-ситниково-сфагновых, кустарничково-осоково-травяно-гипновых, ерниково-вахтово-осоково-гипново-сфагновых сообществ. ЦП этого вида в резервате небольшие – несколько десятков особей, плотность низкая – 0.6-1.5 особей на 1 м². Онтогенетические спектры полночленные правосторонние с максимумом на генеративных растениях.

***D. russowii* (Klinge) Holub.** – редчайший на Урале вид. В составе *D. traunsteineri* l. включен в ККРК и ККРФ. Найден на левом берегу р. Печора напротив устья р. Большая Порожная; на южном макросклоне хребта Яныпупунер, в истоках р. Малая Порожная; на водоразделе рек Укью и Неримью; на левом берегу р. Илыч, ниже устья р. Укью. Произрастает на откры-

тых участках болот, в составе ситниково-осоково-гипново-сфагновых, ерниково-пушицево-гипново-сфагновых сообществ. ЦП довольно крупные – несколько сотен растений, со средней плотностью размещения – 4.0-5.5 экз. на 1 м². ЦП полночленные, с преобладанием имматурных и генеративных растений.

***Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess.** Встречается в предгорном районе резервата, в долинах рек Печора и Илыч в местах выхода известняковых коренных пород. Образует небольшие ЦП, в несколько десятков растений, со средней плотностью размещения 0.8-6.0 особей на 1 м². В онтогенетических спектрах ЦП преобладают взрослые вегетативные или генеративные растения. Самоподдержание ЦП осуществляется вегетативным и семенным путем.

***E. helleborine* (L.) Crantz.** Очень редкий для заповедника вид, отмечен в трех точках на юге резервата в равнинном ландшафтном районе. Найден в ельнике осоково-сфагновом и сосняке кустарничково-сфагновом на левом берегу р. Печора по дороге на Гусиное болото и в ельнике разнотравно-осоково-сфагновом на правом берегу р. Печора (госфонд), в 7 км выше пос. Якша. Численность особей небольшая (60-100 экз.) и плотность их низкая (1.4-2.2 экз. на 1 м²). Растения расположены одиночно или небольшими группами по 2-7 особей.

***Hammarbya paludosa* (L.) O. Kuntze.** Очень редкий в заповеднике вид. Известны лишь два его местонахождения в предгорном ландшафтном районе резервата. *H. paludosa* найдена на левом берегу р. Большая Шайтановка, севернее и западнее устья и на левом берегу р. Печора в 4-5 км ниже устья р. Большой Шежим. Произ-

Характеристика орхидных ККРК в Печоро-Илычском заповеднике

Вид	Статус редкости		Ареал	ЖФ	Экотоп	Число находок в резервате
	ККРФ	ККРК				
<i>Calypso bulbosa</i>	3	3	Голарктический	II	1, 2	3
<i>Cypripedium calceolus</i>	3	3	Евразийский	I	1, 4	5
<i>C. guttatum</i>	–	2	Голарктический	III	1	17
<i>Dactylorhiza cruenta</i>	–	2	Евросибирский	V	4	2
<i>D. hebridensis</i>	–	5	Евросибирский	V	1-7	67
<i>D. incarnata</i>	–	3	Евразийский	V	4, 6	22
<i>D. maculata</i>	–	5	Евросибирский	V	3, 4	38
<i>D. russowii</i>	–	–	Евросибирский	V	4	4
<i>D. traunsteineri</i>	3	3	Европейский	V	4	10
<i>Epipactis atrorubens</i>	–	3	Евразийский	I	1	22
<i>E. helleborine</i>	–	2	Евразийский	I	3	3
<i>Gymnadenia conopsea</i>	–	5	Евразийский	V	1, 3, 4	16
<i>Hammarbya paludosa</i>	–	3	Голарктический	IV	4	2
<i>Malaxis monophyllos</i>	–	3	Голарктический	IV	2	1
<i>Platanthera bifolia</i>	–	5	Европейско-малоазиатско-сибирский	VI	2-5	7

Примечание. ЖФ – жизненная форма (по И.В. Татаренко, 1996): I – короткокорневищная многолетняя, II – короткокорневищно-клубнелуковичная зимнезеленая, III – длиннокорневищная многолетняя, IV – корневищная с надземным побеговым клубнем, V – вегетативный однолетник с пальчато-раздельным стеблекорневым тубероидом, VI – вегетативный однолетник с утолщенным веретеновидным стеблекорневым тубероидом. Экотоп: 1 – известняковые обнажения, скалы, 2 – водораздельные леса, 3 – заболоченные леса, 4 – болота, 5 – луга, 6 – бечевники, 7 – горные луга.

растает на болотах в пухоносво-осоково-сфагновых мочажинах, а также найдена на пятнах торфа на пухоносво-осоково-гипново-сфагновой протоке.

Malaxis monophyllos (L.) Sw. Во «Флоре Печоро-Илычского биосферного заповедника» (Лавренко и др., 1995) вид приводится для равнинного района резервата. Найден в 1 км к северу от пос. Якша в сосновом чернично-зеленомошном лесу. Но нами при проведении полевых исследований в 2002 г. не обнаружен, возможно эта популяция исчезла или особи находились в состоянии вторичного покоя под землей и существовали за счет симбиоза с грибами.

Четыре вида орхидных заповедника нуждаются в бионадзоре (см. таблицу). *Dactylorhiza hebridensis* (Wilmott) Aver. – самая распространенная орхидея заповедника, произрастает в разнообразных местообитаниях во всех ландшафтных районах. Образует довольно крупные ЦП. *D. maculata* (L.) Soo встречается по всей территории резервата, но большинство его местонахождений приурочено к равнинному району. Произрастает в основном на осоково-сфагновых болотах и в заболоченных кустарничково-сфагновых и сфагновых сосняках. Численность ЦП – от нескольких десятков до сотен растений. *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. – довольно редкий в резервате вид, встречается в

основном в предгорном ландшафтном районе на болотах и их окраинах. Образует небольшие ЦП, численностью до нескольких сотен растений. *Platanthera bifolia* (L.) Rich. – редкий в заповеднике вид. Отмечена в нескольких местонахождениях в долине р. Печора. Численность ЦП – несколько десятков особей.

В процессе комплексных исследований орхидных ККРК в резервате выявлено, что большинство их ЦП находятся здесь в устойчивом состоянии. Приурочены они в основном к выходам карбонатных пород и эутрофным болотным массивам предгорного района. Таким образом, Печоро-Илычский заповедник можно рассматривать как уникальный резерват, где в неизменном виде сохраняются местонахождения таких редких и уязвимых растений, как орхидные.

ЛИТЕРАТУРА

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

Лавренко А.Н., Улле З.Г., Сердитов Н.П. Флора Печоро-Илычского биосферного заповедника. СПб., 1995. 256 с.

Перечень объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, утвержден 25.10.2005 г. приказом по МПР РФ №289 и зарегистрирован Министерством РФ 29.11.2005 г. (№ 7211).

Татаренко И.В. Орхидные России: жизненные формы, биология, вопросы охраны. М., 1996. 207 с.

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ СОРТОВ И СОРТООБРАЗЦОВ КАРТОФЕЛЯ К УСЛОВИЯМ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

А.В. Попов

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Республики Коми РАСХН

E-mail: nipti@bk.ru

Одна из актуальных проблем для всех производителей картофеля при существующих технологиях его выращивания – это правильный подбор сорта с учетом устойчивости его к вирусам, фитофторозу, парше, раку, гнилям, картофельной нематодой, а также длительности вегетационного периода, который необходим для созревания клубней. Невызревшие клубни при уборке сильно повреждаются и, как правило, плохо хранятся. Высокая степень устойчивости к фитофторозу позволяет избежать массового распространения его при возможно минимальном числе химических обработок (Уромова, 2008).

Работа по выявлению высокопродуктивных сортов картофеля, адаптивных к условиям республики, является актуальной. Проведение испытания на стадии сортотипов позволяет ускорить селекционный процесс, не потерять перспективные образцы и обеспечить быстрое внедрение новых сортов в производство, отобрать сорта, отличающиеся большей устойчивостью к негативным абиотическим и биотическим факторам, с целью получения материала для выведе-

ния сортов с закрепленными признаками устойчивости.

Климатические (температура, свет, влага и др.), эдафические (физические и химические свойства, механический состав почвы) и биотические (сорные растения, патогены, вредители, почвенные микроорганизмы, внутри- и межвидовая конкуренция) факторы являются важнейшими комплексными компонентами экологических условий, а их распределение характеризуется пространственной и временной неравномерностью. Температуру, влажность и свет обычно считают ключевыми и первично действующими факторами (как по степени влияния на рост и развитие растений, так и по их изменчивости).

Различают биологическую и агрономическую устойчивость культурных растений к стрессам. При этом биологическая устойчивость характеризует тот уровень стрессовой нагрузки, при которой сохраняются воспроизводительные функции растений, а агрономическая – степень снижения урожая в результате действия абиотических и биотических стрессоров. Каждый род,

вид, экотип, сорт растений обладает специфическим комплексом механизмов и структур приспособления к условиям окружающей среды в целом и к каждому из компонентов (свет, вода, температура и т.д.) в отдельности (Жученко, 2008).

Цель работы – подобрать сорта картофеля, адаптированные к природно-климатическим условиям Республики Коми, отличающиеся высокой урожайностью и устойчивостью к болезням.

Основная задача опыта – ускорение процесса внедрения новых перспективных сортов в производство.

Известно, что при переносе растений из одних ареалов в другие можно столкнуться с рядом проблем, возникших из-за влияния почвенно-климатических условий, характеризующихся снижением урожая, замедленным ростом и развитием, большей поражаемостью болезнями и вредителями. Наряду с этим может выразиться и обратное действие – ускоренный рост и развитие, более быстрое размножение. Также возможны изменения по внешним признакам: степень облиственности, длина побегов, форма и окрас цветков, корневая система и др.

При возделывании картофеля в широком ассортименте зачастую не учитывается требование сортов к почве и влаге. Путем изыскания и внедрения в производство высокоурожайных сортов, наиболее пригодных для данной агроклиматической зоны и конкретных почвенно-гидрологических условий, можно не только увеличить урожай, но и улучшить качество продукции, повысить рентабельность производства (Ермолаев, 2008).

Наряду с сортом не менее важное значение имеет качество посадочного материала. Клубни, пораженные вирусами, вириоидами и бактериальными инфекциями даже при самых современных технологиях дают урожай в три-пять раз ниже потенциальных возможностей сорта (Гордеева и др., 2008).

Выращивание картофеля на Севере связано с рядом особенностей. К благоприятным факторам относятся длинный световой день в мае-июне, достаточное количество влаги, умеренные температуры в период клубнеобразования; к неблагоприятным – сравнительно короткий вегетационный период (80-110 дней), при котором только ранние и среднеранние сорта полностью реализуют потенциальные возможности по накоплению урожая (Бабенко, Осипов, 2005).

Ассортимент возделываемых сортов в Республике Коми ограничен ранними и среднеранними сортами (Изора, Невский, Удача), поэтому необходимо их обновление и расширение на основе подбора и экологического испытания новых сортов и сортообразцов для почвенно-климатической зоны Севера (Васильев, Дергилев, 2004). В этих целях в ГНУ НИИСХ Республики Коми в 2007-2009 гг. проводили экологическое

испытание 18 новых сортов и сортообразцов, в том числе одного стандарта, картофеля селекции различных научных учреждений: УралНИИСХ, Нарымской Государственной селекционной станции, Белорусского НИИ картофелеводства, Фаленской селекционной станции Южно-Уральского НИИ плодовоощеводства и картофелеводства.

Опыты проводили на полях опытно-производственного хозяйства ГУП ОПХ «Северное» по методике полевого опыта. Использовали сортообразцы предварительно откалиброванные весом 50-80 г, прошедшие яровизацию. Площадь учетной делянки 5.3 м², повторность четырехкратная. Размещение делянок рендомизированное, схема посадки растений 70×30 см.

Агрохимические показатели почвы. Почва дерново-подзолистая, хорошо окультуренная, с механическим составу среднесуглинистая, с содержанием гумуса 4.1%, pH – 6.2, P₂O₅ – 552, K₂O – 163 мг/100 г почвы. Предшественник – морковь.

В период вегетации проводили следующие учеты и наблюдения: учет полевой всхожести, фенологические наблюдения, биометрические измерения, учеты пораженности болезнями, учеты ранней и общей урожайности, структуры урожая, содержание крахмала, сухого вещества в клубнях, лежкость в период зимнего хранения, дегустация сортов (Методика..., 1985).

Наиболее ранние всходы (19-20 дней) в годы исследований отмечены у сортов: ранний – Глория, среднеранний – Лилея, среднеспелый – Дубрава, Невский (st) – 21 день, наиболее позднее – у сорта Родник – 27 дней. Наступление фазы бутонизации у сортов Томич, Памяти Коваленко, Дарик наблюдали на 20-23 день после появления всходов, что на один-четыре дня раньше, чем у стандартного сорта Невский. У сорта Фрегат, относящегося к среднеранней группе, фазы бутонизации и цветения наступили на три дня позже, чем у стандарта. Интенсивное цветение за годы изучения отмечено у сортов Томич, Памяти Коваленко, Родник.

Продолжительность от посадки до уборки в среднем за три года составила 86 дней, продолжительность вегетации (от всходов до уборки) – 59-69 дней.

Высота растений в среднем за три года колебалась от 49.7 (Памяти Коваленко) до 65.9 см (Дарик); у стандарта – 58.4 см.

В период вегетации наблюдалось поражение ботвы картофеля фитофторозом от единичных пятен до 1.7 балла, у сорта Невский (st) – 1.6 балла. Устойчивость к фитофторе показали сорта Лилея, Дарик, Глория, Чая. Сорта Бриз, Касатик, Памяти Коваленко, Томич поражались в средней степени.

По скороспелости (65-й день), выделились сорта Глория, Чая, Касатик, Лилея, Дарик, Дубрава. Их урожайность составила 13.5-14.6

т/га, что на 0.6-1.7 т/га больше, чем у стандарта (12.9 т/га).

В среднем за три года изучения по урожайности в период уборки выделились сорта Чая, Касатик, Глория, Лилея, которые на 1.0-3.4 т/га превысили стандартный сорт Невский (18.3 т/га). В 2009 г. по общей урожайности девять сортов превысили сорт Невский (st) – сорт Касатик на 50%, Памяти Коваленко – на 49, Томич – на 47, Глория – на 45%.

Самая высокая товарность за годы исследований наблюдалась у сортов Глория – 94.8%, Томич – 88.2, Касатик – 86.8, стандарт – 76.3%.

По содержанию в клубнях сухих веществ (более 21.0%) и крахмала (более 15.5) выделились сорта Фрегат, Памяти Коваленко, Чая, Курастор, Лилея, Касатик, сорта Невский (st) – 21.6 и 15.2%.

Дегустация сортов картофеля проводилась в сравнении с эталонными сортами, такими как Удача, Снегирь, Аврора, Рябинушка, районированными в Республике и прошедшими экологическое испытание в предыдущие годы. Оценка вкусовых качеств велась по пятибалльной шкале по двум стандартным методикам. Среди изучаемых и изученных сортов выделились: Глория – 4.9, Дарик – 4.6, Касатик – 4.5, Удача и Чая – 4.2 балла. Наихудшие вкусовые качества показали сорта Идеал – 2.1, Невский – 2.6 балла.

Таким образом, исследования показали, что для условий подзоны средней тайги Республики Коми из изученных сортов наиболее перспективными по урожайности, устойчивости к болезням и хозяйственно ценным признакам оказались сорта: из ранней группы – Глория, среднеранней – Чая, Дарик, Касатик, Лилея, Памяти Коваленко. Из среднеспелой группы, по комплексу показателей в сравнении со стандартном (Невский), не выделился ни один сорт.

ЛИТЕРАТУРА

- Урмова И.П. Перспективные сорта для Нижегородской области // Картофель и овощи, 2008. № 2. С. 6.
- Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика. М.: ООО «Издательства Агрорус», 2008. Т. 1. 413 с.
- Ермолаев С.В. Учитывать адаптивность сортов к почвам и климату Чувашии // Картофель и овощи, 2008. № 1. С. 4-5.
- Гордеева А.В., Замятин С.А., Роженцова А.В. Перспективные сорта для республики Марий Эл // Картофель и овощи, 2008. № 6. С. 6.
- Бабенко В.В., Осипов А.И. Испытание сортов и гибридов в Приполярье // Картофель и овощи, 2005. № 5. С. 23.
- Васильев А.А., Дергилев В.П. Сорт – основа урожая // Картофель и овощи, 2004. № 7. С. 6-7.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985.

ОРХИДНЫЕ В КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УРО РАН

М.Л. Рябинина, А.В. Вокуева
Институт биологии Коми НЦ УРО РАН
E-mail: mryabinina@ib.komisc.ru

Семейство Орхидные (Orchidaceae Juss.) является самым крупным в классе однодольных, насчитывает 750-800 родов, 25-30 тыс. видов и составляет 1/7 часть всех видов цветковых растений. Основная часть его представителей сосредоточена в тропических и субтропических областях, а родиной семейства считается Юго-Восточная Азия. В настоящее время орхидные распространились по всей Земле, кроме наиболее аридных пустынь и полярных районов, но в ландшафтах умеренного пояса число видов орхидных во много раз меньше, чем в тропиках.

Коллекция тропических и субтропических орхидей оранжереи Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УРО РАН включает 29 видов, относящихся к 20 родам. Начало ее создания положено в 1985 г., когда была пущена в эксплуатацию политеплическая теплица, тогда же были завезены первые образцы *Calanthe vestita* Lindl. var. *regnieri* (Reichenb. fil.) Veitch, *Coelogine fimbriata* Lindl., *Dendrobium kingianum* Bidw. ex Lindl., *Stanhopea tigrina* Batem. ex

Lindl. и *Oncidium sphacelatum* Lindl. из Ботанического института им. Комарова. Два последних вида на сегодняшний день в коллекции не сохранились. Первые же три вида показали себя очень устойчивыми, так как культивируются уже около 25 лет и ежегодно цветут в условиях оранжереи. Основная часть коллекции орхидных завезена в 2002-2004 гг. из Главного ботанического сада РАН (29 видов) и в 2006 г. из Ботанического сада Иркутского государственного университета (10 видов). Наибольшим числом таксонов представлены рода *Coelogine* LDL. – шесть видов, *Dendrobium* Sw. – три и *Bulbophyllum* Thou – два, остальные (17 родов) – один вид.

По жизненным формам в коллекции оранжереи орхидные представлены многолетними травянистыми наземными растениями (шесть видов) и эпифитами (23 вида).

Следует отметить, что условия оранжереи с нерегулируемым режимом, в которых культивируются орхидные совместно с другими тро-

пических и субтропическими растениями, не являются для них оптимальными. В течение года наблюдаются относительно резкие перепады температур. В частности, весной (апрель-май) – с окончанием, а осенью (сентябрь-октябрь) – с началом отопительного сезона, температура нередко снижается до 5-10 °С, что негативно сказывается на росте и развитии растений. На основании многолетних наблюдений над представителями семейства орхидных в защищенном грунте Республики Коми установлено, что определяющим фактором для успешной интродукции орхидей является холодостойкость видов. Наша коллекция орхидных представлена в основном субтропическими видами. Плохо адаптируются в условиях оранжереи с умеренной температурой виды тропической флоры. Несмотря на то, что совместное выращивание растений из разных климатических районов (тропики и субтропики) в одной оранжерее создает большие трудности в содержании и сохранении экзотов, цветут в условиях оранжереи 18 видов орхидных, что составляет 62% от общей численности коллекции.

По срокам цветения, согласно методике Г.Я. Степанюк (2003), орхидные разделяют на четыре феноритмогруппы: зимне-весенние, летние, летне-осенние и осенне-зимние. К группе зимне-весенних отнесены шесть видов: *Calanthe vestita* var. *regneri*, *Cattleya hybrida* hort., *Coelogine flaccida* Lindl., *C. lactea* Reichenb. fil., *Odontoglossum pulchellum* Batem., *Physosiphon loddigesii* Lindl., *Pholidota ventricosa* (Blume) Reichenb. fil., *Thunia marschalliana* Reichenb. fil. Рекордсменом по продолжительности и красоте цветения в этой группе является *Miltoniopsis hybrida* cv. 'Trinitati', начинающий цветение в декабре и заканчивающий его лишь к концу февраля.

У *Coelogine fimbriata* и *Dendrobium kingianum* проявляется цикличность, чередование зимне-весеннего и летнего периодов цветения. При этом феноритмы *Coelogine fimbriata* сдвигаются в сторону летне-осенней феноритмической группы и занимают промежуточное положение. Осенне-зимняя группа представлена четырьмя таксонами: *Bletilla hyacinthina* Rchb., *Coelogine speciosa* (Blume) Lindl., *Eria convallarioides*, *Phalaenopsis lueddemanniana* Reichenb.

Особняком стоят в коллекции и так называемые «драгоценные орхидеи»: *Anaecholis dawsonianus* Law., *Ludisia discolor* (Ker Gawl.) A. Rich. и ее разновидность *L. d. var. dawsoniana* Low. Их цветение непостоянно, в некоторые годы периодически возникающее вновь до трех-четырех раз за год, как это было в 2008 и 2009 гг. Неизменным у них остается цветение в осенне-зимний период. Цветки этих орхидей мелкие и невзрачные, а ценятся они прежде всего за нежные, бархатистые листья с разноцветными жилками, образующими затейливые кружевные узоры.

Проведенный анализ географического распространения оранжерейных орхидных, согласно районированию С.М. Разумовского (1980), показал, что большинство видов являются растениями влажных субтропиков Юго-Восточной Азии, Америки и Австралии. Большинство видов распространены в Верхнебирманской и Японо-Китайской ботанико-географической провинции. Вышеуказанные провинции наиболее перспективны и являются мобилизационными центрами для привлечения к процессу интродукции новых экологически устойчивых видов из семейства Орхидные.

Таким образом, необходимо отметить, что всего за годы наблюдений интродукционное испытание в условиях нашей оранжереи прошли около 50 таксонов. Высокую жизнестойкость в оранжерейной культуре проявили *Bletilla hyacinthina*, *Calanthe vestita* var. *regneri*, *Dendrobium kingianum*, *Ludisia discolor*, *Miltoniopsis hybrida* cv. 'Trinitati', *Coelogine fimbriata* и *C. speciosa*. У этих видов регистрируется ежегодное цветение. Работа по интродукции тропических и субтропических орхидных в условиях закрытого грунта Республики Коми будет продолжена, несмотря на трудности поддержания необходимого для их выращивания микроклимата.

Представители семейства Орхидные выращиваются также в коллекции травянистых многолетников местной флоры в открытом грунте. Коллекция была заложена в 2000 г., в это же время были привлечены и первые представители семейства орхидных. Изначально привлекались только виды, включенные в Красную книгу Республики Коми (1998), с 2007 г. завозятся и другие виды местной флоры. В 2000 г. из Сыктывдинского р-на республики завезено восемь образцов (в том числе *Cypripedium calceolus* L., *C. guttatum* Sw., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br., *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., образцы р. *Dactylorhiza*). В 2001 г. из Усть-Вымского р-на привлечено еще три вида, в 2004-2005 гг. завозилось по одному-два образца. В 2007-2009 гг. в Усть-Куломском, Усть-Цилемском, Троицко-Печорском районах собрано еще 15 образцов орхидных.

На осень 2009 г. коллекция насчитывала 27 образцов восьми родов следующих видов: *Cypripedium calceolus* (три образца), *C. guttatum* (два), *Gymnadenia conopsea* (три), *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess. (два), *Platanthera bifolia* (L.) Rich. (три), *Coeloglossum viride* (L.) Hartm. (два), *Goodyera repens* (L.) R.Br. (один), *Dactylorhiza hebridensis* (Wilmott) Aver., *D. maculata* (L.) Soo s.l. Следует отметить трудности в определении видов рода *Dactylorhiza*, привлеченных в коллекцию до 2008 г. в связи со сложностями как самой классификации рода, так и с изменчивостью признаков в измененных условиях выращивания. Всего в коллекции на настоящий момент имеется семь образцов этого рода, до-

стоверно точно определены только два образца – *D. maculata* и *D. hebridensis*, поэтому в данной статье мы упоминаем только их.

Растения переносились из природных популяций в коллекцию в виде куртин с сохраненным комом земли вместе с фрагментами травяного покрова. Материал отбирали в крупных по численности популяциях или на нарушенных участках. Коллекция размещается на делянках размером 1×1 м. В основном образцы орхидных выращиваются в тени и полутени под кронами елей. Наблюдения за сезонным ростом и развитием орхидных по методике, разработанной в ГБС АН СССР (Методика, 1975), в ботаническом саду проводятся с 2001 г.

В Красную книгу Республики Коми (2009) включено шесть видов, имеющих в коллекции сада, из них со статусом редкости 2 – один вид (*Cypripedium guttatum*), со статусом редкости 3 – два вида (*Cypripedium calceolus*, *Epipactis atrorubens*), со статусом редкости 5 – три вида (*Dactylorhiza maculata*, *Gymnadenia conopsea*, *Platanthera bifolia*).

Из привлеченных до 2009 г. в коллекцию образцов орхидных местной флоры сохранилось к настоящему моменту 85%. Сразу же после посадки выпал *Malaxis monophyllos* (2001 г.). После шести лет культивирования выпал *Epipactis helleborine*. Повторно эти виды пока не привлекались. За годы наблюдений происходило уменьшение количества особей у ряда образцов. У привлеченных в 2000 г. видов к настоящему времени сохранились в основном единичные экземпляры.

Ежегодно цветут и плодоносят *Cypripedium calceolus*, *Gymnadenia conopsea*, *Platanthera bifolia*, образцы рода *Dactylorhiza*. В течение трех лет (2003-2005 гг.) цвел *Cypripedium guttatum*, в настоящее время осталось незначительное количество экземпляров, формирующих только вегетативные побеги. В 2009 г. не цвел *Coeloglossum viride*, у *Epipactis atrorubens* не отросли побеги, хотя этот вид и достаточно успешно культивируется в других ботанических садах (Орхидные Урала..., 2004; Ключкова, 2007).

Вегетация в годы наблюдений у разных видов начиналась практически в одни сроки: с 3 (в 2007 г. – самый ранний срок) по 12 мая. Самый короткий период от начала вегетации до цветения (так называемый префлоральный период) наблюдается у *Cypripedium calceolus* – в среднем 35 дней, цветение начинается во второй декаде июня. Префлоральный период *Dactylorhiza maculata* – 39, *Platanthera bifolia* – 42, *Gymnadenia conopsea* – 45 дней. Эти виды зацветают в конце июня – первых числах июля. Продолжительность цветения составляет в среднем за годы наблюдений у *Cypripedium calceolus*

12 дней, у *Gymnadenia conopsea* и *Platanthera bifolia* – 25. Наиболее продолжительное цветение у *Dactylorhiza maculata* – 34 дня. Продолжительность созревания плодов – от 74 дней у *Dactylorhiza maculata* до 84 у *Platanthera bifolia*. Вегетация продолжается в разные годы до начала-конца сентября и составляет в среднем 123-143 дня у разных видов. На настоящий момент вегетативного и семенного размножения не отмечено ни у одного вида орхидных в коллекции.

В заключение следует отметить, что продолжительность наблюдений за коллекцией орхидных открытого грунта в ботаническом саду еще недостаточна, чтобы подводить итоги по возможности культивирования и продолжительности жизни растений в культуре. Необходимо направить усилия на разработку агротехнических приемов выращивания орхидных, с соблюдением их экологических требований, а также методов выращивания их из семян и способов вегетативного размножения. Сотрудниками отдела флоры и растительности Севера Института биологии Коми НЦ УрО РАН проводятся популяционные исследования видов орхидных на территории республики (к.б.н. И.А. Плотниковой, к.б.н. Л.В. Тетерюк, к.б.н. О.Е. Валуевских). Данные же, полученные в условиях интродукции, позволяют более полно выявить особенности биологии и экологии видов, что необходимо для разработки стратегии их сохранения *ex situ* и *in situ*.

Работа выполняется при финансовой поддержке Программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» по теме «Сохранение и воспроизводство полезных видов флоры европейского Северо-Востока России».

ЛИТЕРАТУРА

- Ключкова И.С. Орхидные природной флоры в коллекции ботанического сада Тверского государственного университета // Вест. Тверского гос. ун-та, 2007. № 7(35). С. 183-187.
- Красная книга Республики Коми. М.-Сыктывкар: ДИК, 1999. 528 с.
- Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 791 с.
- Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М., 1975. 157 с.
- Орхидные Урала: систематика, биология, охраны / Мамаев С.А., Князев М.С., Куликов П.В., Филиппов Е.Г. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 124 с.
- Разумовский С.М. Ботанико-географическое районирование Земли как предпосылка успешной интродукции растений // Интродукция тропических и субтропических растений. М., 1980. С. 10-27.
- Степанюк Г.Я. Сохранение биоразнообразия тропических и субтропических орхидей при интродукции // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: Матер. III Междунар. науч. конф. СПб., 2003. С. 60-61.

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА *SORBUS* L.
НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА СЕВЕРЕ****О.В. Скроцкая**

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: mishurov@ib.komisc.ru

Морфологические особенности начальных возрастных состояний прегенеративного периода развития, когда устанавливается тип роста побегов, могут служить основой направленного отбора более устойчивых к зимним условиям особей, что особенно важно при интродукции древесных растений (Чепик, 2008).

Цель данной работы – изучение особенностей развития разных видов рода *Sorbus* на начальных этапах онтогенеза. Для выделения онтогенетических состояний использована классификация Т.А. Работнова (1960), дополненная А.А. Урановым (1975) и его учениками. Изучение проводилось в 2008-2009 гг. в Ботаническом саду Коми НЦ УрО РАН. Объектами исследования являлись 11 видов и образцов рябины второго года жизни (посев 2007 г.), 13 видов и образцов первого года жизни (посев 2007 и 2008 гг.).

Семена разных видов рябины светло- или темно-коричневые, иногда коричнево-красные. Меньшими размерами семян отличаются рябины из секции *Sorbus*, их длина составляет 3.5-4.3, ширина – 1.6-2 мм, масса 1000 шт. семян – 6.5-7.7 г; крупнее семена видов секции *Lobatae*: их длина варьирует от 5.1 до 6.2, ширина – от 2.2 до 2.9 мм, масса 1000 шт. семян – 8.3-11.4 г.

Семена разных видов рябины характеризуются промежуточным и глубоким физиологическим покоем, для нарушения которого нужна длительная холодная стратификация (Николаева и др., 1999). В наших исследованиях применялся подзимний посев: 20-22 октября 2007 и 2008 гг. Число дней от посева до появления всходов в разные годы исследований для разных видов составляло от 204 до 228 дней, но прорастание семян наблюдалось и через два года после посева.

Появление проростков разных видов рябины происходило с 12 мая по 5 июня при среднесуточной температуре воздуха от 7 до 12.5 °С, причем для одних и тех же видов этот период был более длительным в 2008 г. Наиболее раннее прорастание наблюдалось в основном у видов из семян местной репродукции с 12 по 28 мая (рябина австрийская, гибридная, мужо, обыкновенная, американская). Прорастание семян надземное. У проростков всех видов хорошо выражен главный корень, боковых корней нет. Гипокотиль белый, бело-розовый или красный 0.8-4.5 см длиной.

Переход к ювенильному онтогенетическому состоянию у разных видов рябины происходит при появлении первого настоящего листа на 3-16 день после прорастания, более длительным

этот период был у видов местной репродукции, независимо от секции, к которой они относятся. По первым настоящим листьям довольно просто отличить всходы разных секций. Так, у рябины секции *Sorbus* первый лист трехраздельный, крупнозубчатый. У видов, относящихся к секции *Lobatae*, первые листья цельные, крупнозубчатые. Второй настоящий лист появляется через 8-29 дней. У видов из секции *Sorbus* он имеет уже две пары листочков. Растения достигают 1.5-10 см в высоту. Продолжается рост гипокотили. Происходит рост главного и боковых корней, появляются нитевидные боковые корни и придаточные, отходящие от основания гипокотили.

Имматурное онтогенетическое состояние характеризуется наличием свойств и признаков, переходных от ювенильных растений к взрослым. В данное состояние разные виды рябины переходят через 35-126 дней после прорастания и остаются до конца вегетационного сезона. Для некоторых (*S. discolor*, *S. austriaca*) характерно начало ветвления, т.е. идет формирование побегов второго порядка, которые несут от двух до пяти листьев. Происходит увеличение размеров и усложнение листовой пластинки. Увеличиваются диаметр стволика и высота растений. Длина корневой системы составляет 25-27 см.

Следует отметить, что семядоли в первый год жизни сохраняются на растениях разных видов в течение 48-135 дней. На момент их опадения у разных видов насчитывается от трех до 14 листьев. К концу вегетационного сезона у всех видов рябины сформирована верхушечная почка. Окончание вегетации растений (определявшееся по наступлению массового листопада) в разные годы исследований наблюдалось в третьей декаде сентября (2008 г.) – во второй-третьей декадах октября (2009 г.). Продолжительность первого вегетационного периода для разных видов и образцов рябины составила 119-164 дня в разные годы исследований, наиболее продолжительным он был в 2009 г., что, вероятно, зависело от метеоусловий последних месяцев вегетации. Таким образом, в первый год жизни все изучаемые виды рябины переходят в имматурное возрастное состояние.

На второй год жизни они также остаются в данном онтогенетическом состоянии в течение всего вегетационного сезона. Зимостойкость всех видов и образцов составляла 100%.

К концу вегетационного периода второго года жизни растения достигают 6-45 см в высоту. Низкие темпы роста, как и в первый год жиз-

ни, сохраняет *S. sambucifolia* (местной репродукции), она не превышает 6 см. Наибольшей высотой в течение двух лет отличаются *S. discolor* (Чехия) и *S. austriaca* (Чехия) – 34 и 45 см соответственно. Продолжительность вегетации растений второго года жизни – 148-164 дня.

Таким образом, все изучаемые виды и образцы рода *Sorbus* L. в первый год жизни проходят следующие онтогенетические состояния прегенеративного периода: проростки, ювенильное и имматурное. На второй год жизни все виды остаются в имматурном онтогенетическом состоянии. Продолжительность вегетационного периода в первый год жизни составила 119-164 дня, на второй год жизни – 148-164 дня в зависимости от вида и образца рябины.

Работа выполнена при частичной поддержке Программы Президиума РАН «Сохранение и

воспроизводство полезных видов флоры европейского Северо-Востока России», финансируемой из средств Уральского отделения РАН (2009-2011).

ЛИТЕРАТУРА

Работнов Т.А. Методы определения возраста и длительности жизни у травянистых растений // Полевая геоботаника. М.-Л., 1960. Т. 2. 500 с.

Уранов А.А. Возрастной спектр фитопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Науч. докл. высшей школы, 1975. № 2. С. 7-34.

Чепик Ф.А. Этапы онтогенеза древесных растений и их морфобиологическая обусловленность /Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Матер. Всерос. конф. Ч. 6. Экологическая физиология и биохимия растений. Интродукция растений. Петрозаводск, 2008. С. 368-370.

К ПОЗНАНИЮ БОЛОТ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ: КЕМСКО-ИТКОЛЬСКИЙ БОЛОТНЫЙ РАЙОН

Д.А. Филиппов

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

E-mail: philippov_d@mail.ru

Для обобщения и расширения представлений о болотах Вологодской обл. наиболее эффективным и оптимальным способом обработки информации, с нашей точки зрения, является «встраивание» ее в систему предложенного ранее (Абрамова, 1965) болотного районирования. В связи с тем, что ранее лишь для семи из 24 болотных районов была дана относительно детальная характеристика, то настоящее обобщение направлено на познание не только болот собственно Кемско-Иткольского болотного района, но и на решение ряда теоретических задач болотоведения, а также вопросов рационального использования болот Вологодской обл. в целом.

Историю исследований болот Кемско-Иткольского болотного района можно проследить путем анализа данных «Торфяного фонда...» (1970), условно разделив ее на четыре этапа. На первом (довоенном) этапе (в 1934-1938 и 1940 гг. силами Ленинградского отделения треста «Сельхозторф») проводилась детальная разведка около 15 небольших (до 200 га) мелко- и среднезалежных болот, располагающихся в южной части района вблизи крупных населенных пунктов. Второй этап – с 1948 по 1952 г. – связан с интенсивными экспедиционными исследованиями, проводившимися Ленинградским отделением института «Росторфразведка», Вологодскими отделениями «Мелиоводстрой» и Управления торфяного фонда. Это позволило маршрутно выявить около 90-95% болот района от их количества и общей площади. На третьем этапе – в начале 1960-х гг. – Горьковским государственным проектно-изыскательским и торфоразведочным институтом «Гипроторфразведка» и Ленинградской геологоразведочной экс-

педицией было обследовано около десятка торфяных болот. Почти все они к настоящему времени подверглись осушению и торфодобыче. Исследования современного этапа носят обобщающий и уточняющий характер. Основное внимание уделено типологии и распределению болот по территории, вопросам познания биоразнообразия и выявлению характерных черт и отличительных особенностей, разработке стратегии рационального использования болот района.

Материал и методы

Материал для работы был собран в результате полевых исследований в 2005-2007 гг. в ландшафтном заказнике «Шалго-Бодуновский лес» и его окрестностях (болото Голое; 60°18' с.ш., 38°30' в.д. и два безымянных (№ 1 и 2) пойменных болота (~60°16' с.ш., ~38°28' в.д.)), а также в 2009 г. при комплексных исследованиях водно-болотных объектов Вытегорского р-на совместно с сотрудниками Вологодской лаборатории ФГНУ «ГосНИОРХ» к.б.н. И.В. Филоненко и к.б.н. М.Я. Борисовым. Обследовано приозерное безымянное болото (№ 3) в районе оз. Ковжское (севернее дер. Кябелево; 60°50' с.ш., 37°24' в.д.) и болото Яковлево (севернее оз. Янсорское; 61°07' с.ш., 37°55' в.д.). Основное внимание было уделено выявлению и анализу состава флоры высших растений, вопросам естественной динамики растительного покрова (на основании изучения торфяной залежи), а также проблемам антропогенного воздействия на болотные экосистемы. При работе применялся стандартный набор методов и приемов болотоведения, торфоведения, геоботаники и флористики. Используемые в работе методики деталь-

но охарактеризованы нами ранее (Филиппов, 2008). Анализ ботанического состава и степени разложения торфов выполнен в лабораторных условиях Н.В. Стойкиной (Институт биологии КарНЦ РАН). Картографический материал подготовлен к.б.н. И.В. Филоненко.

Результаты и их обсуждение

Кемско-Иткольский болотный район располагается в северо-западной части Вологодской обл. на территории Вашкинского, Вытегорского и Кирилловского муниципальных районов. Район вытянут в северо-западном направлении и располагается к северо-востоку от оз. Белое, к югу – от оз. Ковжское и Кемское, к западу от оз. Воже. Основная часть района лежит в пределах Кемской равнины и Кирилловской возвышенности. Рельеф представлен холмисто-моренными, камовыми и конечно-моренными образованиями. Коренные образования – карбонатные и сульфатные породы нижней перми (Атлас..., 2007). Район имеет средние размеры, занимая ориентировочно около 5.2% территории Вологодской обл. Заболоченность Кемско-Иткольского болотного района окончательно не определена. Т.Г. Абрамова (1965) приводит 8.2%, по нашим же данным – 33.9%. Полагаем, что основная причина кроется в необходимости уточнения границ. В частности, необходимо исключить из состава района сильнозаболоченную часть Воже-Кубенской низины. Ориентировочная площадь болот в районе находится в пределах 12-15%.

В анализируемом болотном районе преобладают переходные кустарничково-осоковые и осоково-пушицевые болота (54%), доли верховых глядово-мочажинных и сосново-кустарничково-сфагновых и низинных гидрофильнотравяно-гипновых болот приблизительно одинаковы – 24 и 22% соответственно. Болота сформировались путем суходольного и озерного заболачивания. Ниже дадим более подробную характеристику исследованных типов болот.

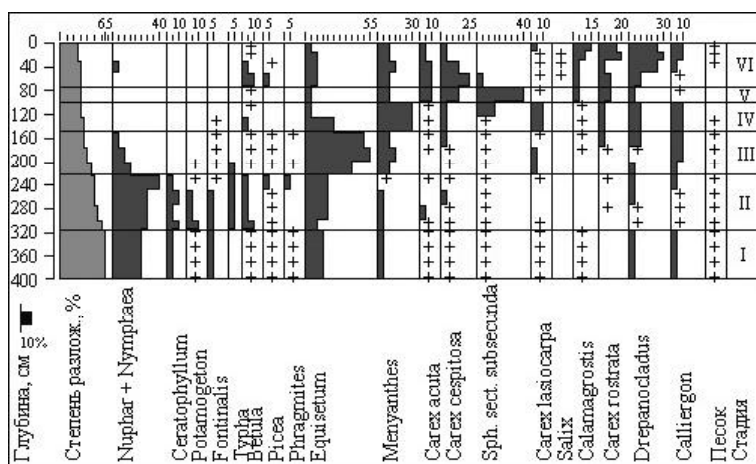
Верховые болота в районе, как правило, имеют водораздельное положение и небольшие размеры. Для них характерны все признаки печорско-онежских олиготрофных болот, но в случае (как, например, на болоте Голое), если вблизи массивов прошла гидrolесомелиорация, то происходит понижение уровня грунтовых вод, увеличение высоты, сомкнутости и биомассы древесного яруса, уменьшение роли *Sphagnum fuscum* и замещение его на *Sphagnum magellanicum*.

В 2009 г. на севере района нами было обследовано болото Яковлево. На олиготрофных грядах и кочках весьма обычны болотные формы *Pinus sylvestris*, кустарнички (*Rubus chamaemorus*, *Andromeda polyfolia*, *Chamae-*

daphne calyculata, *Oxycoccus palustris*, *Betula nana*, *Empetrum nigrum*), *Eriophorum vaginatum*, *Carex pauciflora*, *Drosera rotundifolia* и ряд олиготрофных видов мхов (*Sphagnum fuscum*, *S. angustifolium*, *S. magellanicum*, *Polytrichum strictum*). Растительный покров мочажин формируют *Scheuchzeria palustris*, *Carex limosa*, *Sphagnum balticum* и *S. lindbergii* и несколько видов печеночников. Болото интересно в своей центральной части, где протекают болотные ручьи, берущие начало из-под минеральных лесных островов. Здесь вполне обычными являются *Carex lasiocarpa*, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum fluviatile*, *Phragmites australis*, евтрофные виды зеленых мхов. Данные участки невелики по площади и лишь наличие проточности не позволяет отнести их к глядово-озерковым комплексам аапа болот. Болото Яковлево представляется крайне интересным для дальнейших наблюдений и более детальных исследований и вероятно требует охраны.

Евтрофные болота имеют преимущественно пойменное или приозерное положение в рельефе. Исследованные пойменные болота (№ 1 и 2) расположены в неразвитых долинах малых рек Мунгицы и Малой Ухтомицы, имеют малую площадь (до несколько гектар). Они сформировались в озеровидных расширениях реки на глинистых и песчано-глинистых подстилающих породах. К настоящему времени торфяные залежи имеют значительную для пойменных болот мощность (местами более 3.5 м). Ширина правого и левого бережных участков болота колеблется в пределах 20-80 м и зависит от степени и характера извилистости русла, выраженности пойменного процесса. Историю развития растительности евтрофных болот Кемско-Иткольского р-на можно проследить косвенным методом на примере болотного участка в пойме р. Малая Ухтомица (см. рисунок).

При анализе торфов было отмечено, что в придонных образцах (см. рисунок, стадия I) высокая доля минеральных частиц (песок и глина),



Динамика растительного покрова болота в пойме р. М. Ухтомица в голоцене.

что отражает постепенность зарастания мелко-водных озероподобных водоемов. При этом торфообразование сопровождалось отложением сапропелевидных торфов и заняло значительный отрезок времени. На водно-околоводном этапе (стадии I-II) в сложении сообществ принимают участие водные (в основном виды сем. кубышковые) и прибрежно-водные (*Equisetum fluviatile*, *Menyanthes trifoliata* и др.) виды. В суббореальный период (3500 лет назад) уровень воды продолжил снижаться (Елина и др., 1984), и это привело к смене гидрофильных сообществ гигрофильными ценозами (III-VI). Общая схема смены болотных сообществ выглядит следующим образом: хвощевые ценозы (III) → вахтово-осоковые (IV) → осоково-субсекундносфагновые (V) → осоково-гипновые (VI).

Современный растительный покров пойменных болот (в частности болот № 1 и 2) представлен сообществами осок (*Carex lasiocarpa*, *C. acuta*, *C. nigra*, *C. cespitosa*, *C. rostrata*) в сочетании с болотным разнотравьем (*Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Calamagrostis neglecta*, *Utricularia* ssp. и др.) и формирующимся кустарниковым ярусом (виды рода *Salix*, в частности *S. pentandra*, *S. phylicifolia*, *S. cinerea*), а также редкими вкраплениями подраста березы пушистой (до 5 м) и ели (до 2-3 м) ближе к окрайкам болота. По причине низкой аэрации корней и постоянных сезонных затоплений поймы (в торфах верхних горизонтов имеется примесь минеральных частиц) наблюдается тенденция выпадения из ценозов остатков некогда обильного древесного яруса по направлению от окрайки болота к руслу реки. Моховой ярус развит слабо (проективное покрытие мхов не превышает 40%).

Слабо выраженный (иногда слегка кочковатый) микрорельеф, повышенный уровень болотно-грунтовых вод (+5...+25 см), относительно однородная (местами мозаичная) структура растительного покрова, преобладание в составе гигрофильных евтрофных и болотных (чуть реже прибрежно-болотных или болотно-лесных) видов с широкой экологической валентностью,

низкое видовое богатство болотных участков (среднее количество видов в одном описании не превышает 12-14) являются характерными признаками неразвитых пойменных евтрофных болот (Филиппов, 2008 и др.). Отличия пойменных болот Кемско-Иткольского от других районов связаны с сильной закустаренностью отдельных участков и наличием лимногенных стадий на начальных этапах развития. Например, в долинах малых рек Южно-Прионежского болотного района (поймы рек Илекса, Палай, Поврека, Чундручей) болота в голоцене развиваются, минуя водные стадии, путем последовательной смены древесных сообществ древесно-тростниковыми и древесно-осоковыми, а затем уже открытыми осоковыми, осоково-тростниковыми и осоково-травяно-моховыми (Филиппов, 2008).

Облик приозерных евтрофных болот (болото № 3) схож с пойменными, но отмечается увеличение роли сфагнов (*Sphagnum teres*, *S. warnstorffii*, *S. squarrosum*), а ручьи, стекающие с коренного берега через болото в озеро, как правило, зарастают евтрофной растительностью с доминированием не осок, а *Menyanthes trifoliata*.

Автор выражает глубокую признательность к.б.н. И.В. Филоненко за помощь в работе с картографическим материалом и благодарит Н.В. Стойкину, к.б.н. М.А. Бойчук, д.б.н. О.Л. Кузнецова за помощь в обработке материала и консультации.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова Т.Г. Болота Вологодской области, их районирование и сельскохозяйственное использование // Северо-Запад европейской части СССР. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1965. Вып. 4. С. 65-93.
- Атлас Вологодской области / Гл. ред. Е.А. Скупинова. Череповец: ООО «Порт-Апрель», 2007. 107 с.
- Елина Г.А., Кузнецов О.Л., Максимов А.И. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л.: Наука, 1984. 128 с.
- Торфяной фонд РСФСР. Вологодская область. М., 1970. Т. LIV. 617 с.
- Филиппов Д.А. Структура и динамика экосистем пойменных болот бассейна Онежского озера (Вологодская область): Дис. ... канд. биол. наук. Вологда, 2008. 219 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ *HYPERICUM PERFORATUM* L. В КУЛЬТУРЕ НА СЕВЕРЕ

Э.Э. Эчишвили

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: elmira@ib.komisc.ru

Зверобой продырявленный – *Hypericum perforatum* L. – перспективный продуцент биологически активных веществ – нафтодиантроновых пигментов и флавоноидов, широко используется в народной и научной медицине, входит в фармакопеи многих стран (Растительные..., 1985). Препараты на его основе обладают вяжущим, противовоспалительным, антисептическим, ан-

тидепрессивным действием, а также воздействуют на вирусы герпеса, гепатита В, парагриппа 3 и др. (Соколов, 2000; Лебедева и др., 2006). Запасы его незначительны, так как в ценозах он встречается спорадически и редко образует плотные заросли (Атлас..., 1983). Средняя урожайность надземной сырьевой массы дикорастущих растений *H. perforatum* низкая. В свя-

зи с этим является актуальным введение данного вида в культуру в разных регионах России.

Цель исследований – изучение биологии *H. perforatum* для введения его в культуру как источника получения высококачественного лекарственного сырья и ценных биологически активных веществ.

Исследования проводили в 2004-2009 гг. в отделе Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар, подзона средней тайги). Объектами исследований стали семь образцов *H. perforatum* разного географического происхождения. Исходный материал (семена) был получен по обмену из ботанических садов России и один образец привлечен из природы. Происхождение исходного материала следующее: 1) сорт Золото долины, семена репродукции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (ЦСБС, г. Новосибирск); 2) природный образец из Кировской обл., собран с.н.с. ВНИИОЗ Т.Л. Егошиной; 3) Сыктывкар (вторая местная репродукция исходного образца из Ботанического сада Саратовского государственного университета); 4) Новосибирск (ЦСБС); 5) Горный Алтай (филиал ЦСБС, с. Камлак); 6) Барнаул (Южно-Сибирский ботанический сад Алтайского государственного университета); 7) Саратов (семена репродукции Ботанического сада Саратовского государственного университета).

При проведении интродукционных исследований мы придерживались методики, рекомендованной Всероссийским институтом лекарственных и ароматических растений (1984), и основными положениями «Проекта общесоюзной программы исследований по интродукции лекарственных растений» (Сацыперова, Рабинович, 1990). Материал статистически обработан (Зайцев, 1973). Полевой опыт был заложен на однородном выровненном агрофоне в тщательно контролируемых условиях интродукционного питомника. Растения каждого образца были высажены на делянки со схемой посадки 40x40 см по 35 экз. каждого образца в двухкратной повторности.

В большом жизненном цикле *H. perforatum* первого-шестого годов жизни выделено три периода: латентный, прегенеративный и генеративный. Постгенеративный период выявлен не был. В первый год жизни в процессе онтогенеза растения проходят последовательно все возрастные состояния прегенеративного периода: проростки, ювенильное, имматурное, виргинильное. На второй год жизни, на 40-50-й день вегетации, особи вступают в генеративный период. На третий год *H. perforatum* достигает максимального развития и находится в средневозрастном генеративном состоянии. Растения четвертого, пятого и шестого годов жизни мы также относим к средневозрастным генеративным растениям, хотя у них значительно снижается число генеративных побегов на особь по сравнению с

растениями третьего года жизни. Морфологические же показатели, характеризующие генеративную сферу, не уступают показателям растений третьего года.

К концу первого года жизни образцы *H. perforatum* формируют один вегетативный побег с 10-19 (27) парами стеблевых листьев. Со второго года жизни *H. perforatum* регулярно цветет и плодоносит. Фаза массового цветения отмечается во второй-третьей декадах июля, на 62-85 день от начала отрастания растений. Периоды цветения и плодоношения растянуты, поэтому сбор семян проводится уже перед первыми заморозками в конце сентября-начале октября. Установлено, что все изучаемые образцы формировали зрелые семена, но их качество зависело от метеорологических условий вегетационного сезона и происхождения образца. С третьего года жизни все образцы зверобоя продолжавшего характеризовались высокими показателями энергии прорастания (48-79%) и лабораторной всхожести (60-96%) семян.

При рассадном способе выращивания зимостойкость многолетних растений *H. perforatum* высокая (68-100%) и зависит от метеоусловий осенне-зимнего периода.

Высота многолетних растений *H. perforatum* зависит от возраста, происхождения образца и метеорологических условий сезона. К концу вегетации высота растений первого года жизни варьировала у образцов от 15 до 31 см. На второй год жизни высота растений составляла 52-61 см, на третий достигала максимальных значений (80-98) и в последующие годы снижалась до 57-82 см. Наиболее высокорослыми были растения образцов из Кировской обл. и Барнаула.

Как было сказано выше, к концу вегетации у *H. perforatum* первого года жизни формируется один разветвленный вегетативный побег. На второй год жизни у растений всех образцов в основном формируются вегетативные побеги, число же генеративных побегов было стабильным и составляло у большинства образцов 5.7-8.8 шт./особь (см. таблицу). На третий год жизни число генеративных побегов возросло в 9-27 раз, наибольшим значением данного показателя отличался образец из Кировской обл., наименьшим – с Горного Алтая. Число же вегетативных побегов было не высоким. На четвертый год жизни число побегов на особь у всех образцов значительно снизилось, что, возможно, связано с неблагоприятными метеорологическими условиями осенне-зимнего периода 2006/07 гг. В последующие два года жизни число генеративных побегов изменялось незначительно по сравнению с растениями четвертого года. Наибольшим показателем данного признака характеризовались образцы из Кировской обл. и Новосибирска.

Основными показателями, определяющими сырьевую фитомассу *H. perforatum*, являются масса соцветия с одного побега и число генера-

Число побегов на одно растение *Hypericum perforatum* разных лет жизни в фазе массового цветения (2005-2009 гг.)

Побеги	Год жизни	Номер образца						
		1	2	3	4	5	6	7
Генеративные	Второй	7.8±0.5	6.6±0.4	5.7±0.4	8.8±0.6	7.5±0.6	6.2±0.4	2.6±0.3
Вегетативные		18.1±1.3	54.8±3.0	18.9±1.5	24.4±2.4	35.9±3.1	25.3±1.7	11.9±1.4
Генеративные	Третий	52.0±1.3	182.0±1.5	68.9±1.4	74.4±0.9	51.3±0.6	77.3±0.8	76.2±0.9
Вегетативные		8.0±0.4	6.9±0.6	5.5±0.4	6.9±0.4	3.7±0.2	5.8±0.3	5.9±0.2
Генеративные	Чет- вертый	26.7±4.2	40.7±7.7	17.7±1.9	34.3±3.2	28.7±4.4	11.7±1.2	24.7±2.4
Вегетативные		7.3±0.9	8.7±1.3	4.7±0.7	3.7±0.7	8.7±1.3	4.3±0.7	6.7±1.7
Генеративные	Пятый	20.4±2.7	24.0±4.8	16.5±4.2	22.8±3.9	13.0±1.9	11.7±1.2	22.4±3.6
Вегетативные		19.5±3.6	30.8±3.6	12.1±2.9	14.0±2.2	19.7±2.9	12.4±3.4	20.3±3.3
Генеративные	Шестой	15.4±2.1	12.4±2.1	12.7±2.5	18.8±2.9	13.0±2.9	14.9±3.2	11.7±1.5
Вегетативные		3.5±0.9	4.5±1.0	2.7±0.7	5.7±1.3	2.9±0.6	1.8±0.3	1.3±0.3

Примечание. Происхождение образцов: 1 – сорт Золото долинский, 2 – Кировская область, 3 – Сыктывкар, 4 – Новосибирск, 5 – Горный Алтай, 6 – Барнаул, 7 – Саратов.

тивных побегов на особь. В свою очередь, масса соцветия зависела от мощности и интенсивности ветвления побега, а также от длины соцветия. Наблюдения показали, что при высоте растений второго года жизни 46.8-53.8 см, длина соцветия изучаемых образцов составляла 24.2-29.7 см. Продуктивность образцов второго года жизни варьировала от 8 до 31 г/особь. Трехлетние растения имели более ускоренный ритм развития и превышали двухлетние по высоте побега (на 20-40 см), длине соцветия (на 5-15 см), числу генеративных побегов на особь (в 6.7-27.6 раза), массе соцветия (в 1.5-4.8 раза). В результате продуктивность воздушно-сухой фитомассы образцов третьего года жизни увеличилась в 13-125 раз и составила 241-1620 г/особь. На четвертый и последующие годы жизни выявлено снижение многих показателей, влияющих на сырьевую фитомассу растения. Так, число генеративных побегов на особь снизилось в среднем в 4.7 раза, сырьевая часть побега – в два. В результате сырьевая фитомасса особи снижалась в 2.8-13.5 раз и варьировала у образцов от 42 до 104 г/особь. По средним многолетним данным наиболее продуктивными являются растения образцов из Кировской обл., Новосибирска и Барнаула, которые превосходят сорт Золото долинский.

Таким образом, по результатам исследований сделаны следующие выводы:

1. В условиях среднетаежной подзоны Республики Коми в культуре *H. perforatum* формирует стержнекорневую с короткими резидями многолетнюю биоморфу с симподиальной системой безрозеточных побегов возобновления. На второй год жизни особи *H. perforatum* вступают в молодое генеративное возрастное состояние, на третий год переходят в средневозрастное генеративное состояние, которое длится четыре года. Особей в старом генеративном и сенильном возрастных состояниях не наблюдалось.

2. Установлено, что в условиях культуры *H. perforatum* со второго года жизни цветет и плодоносит, с третьего – формирует полноценные семена с высокой энергией прорастания (48-79%) и лабораторной всхожестью (60-96%).

3. В условиях культуры зимостойкость многолетних растений *H. perforatum* высокая (68-100%) и зависит от метеоусловий осенне-зимнего периода.

4. Выявлено, что максимального развития *H. perforatum* в культуре достигает на третий год жизни: высота 80-98 см, побегообразовательная способность 51-182 шт./особь, сухая сырьевая фитомасса 241-1620 г/особь. В последующие годы продуктивность растений снижается в 2.8-13.5 раза. Наиболее продуктивными являются растения образцов из Кировской обл., Новосибирска и Барнаула.

Работа выполнена при частичной поддержке Программы Президиума РАН «Сохранение и воспроизводство полезных видов флоры европейского Северо-Востока России», финансируемой из средств Уральского отделения РАН (2009-2011 гг.).

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М., 1983. 340 с.
 Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. М.: Наука, 1973. 256 с.
 Лебедева А.Ф., Джуренко Н.И., Исайкина А.П., Собко В.Г. Лекарственные растения: Самая полная энциклопедия. М., 2006. 912 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.
 Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Раецониасеae-Thymelaeaceae. Л.: Наука, 1985. 336 с.
 Сацыперова И.Ф., Рабинович А.М. Проект общесоюзной программы исследований по интродукции лекарственных растений // Раст. ресурсы, 1990. Т. 26. Вып. 4. С. 587-597.
 Соколов С.Я. Фитотерапия и фитотерапевтика: Руководство для врачей. М., 2000. 976 с.

Секция 2. ИЗУЧЕНИЕ, ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИВОТНОГО МИРА

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООБЕНТОСА РЕКИ СЫСОЛА И ЕЕ ПРИТОКОВ

М.А. Батурина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: baturina@ib.komisc.ru

Река Сысола (длина 485 км) – один из крупных притоков р. Вычегда, берет начало на плоском заболоченном Вятско-Камском междуречье. Равнинная сильно меандрирующая река с множеством стариц, прирусловых озер и курий. Русло изобилует мелями и песчаными перекадами. Небольшие притоки Сысолы относятся к округу Северных увалов, берут начало на заболоченных равнинах, характеризуются слабо выраженными долинами в верховьях и глубоко врезанными в высокие берега руслами в среднем течении, в нижних участках русла этих рек сильно извилисты. Вычегдский бассейн наименее изучен в гидробиологическом плане по сравнению с Печорским. О составе и количественном развитии водных беспозвоночных р. Сысола некоторые сведения содержатся в работах О.С. Зверевой (1969) и В.Н. Шубиной (Природа Сыктывкара..., 1972).

Наши исследования проводились в период с 2006 по 2009 г. на малых притоках Сысолы (реки Важелью, Тыб-ю), основном русле Сысолы (от верховьев до впадения в Вычегду), также в анализ включены данные по двум водохранилищам: Кажимскому (верхнее течение Сысолы), Тыб-ю (среднее течение Сысолы).

Донная фауна любого водотока формируется под влиянием геоморфологического строения отдельных участков реки, физико-химических показателей различных биотопов, антропогенного воздействия на реку.

В верховьях Сысолы дно реки выстлано песками, у высоких берегов изредка отмечены галечные отложения. Глубина реки до 0.5 м (местами до 1 м). На этом участке отмечено 17 групп донных беспозвоночных, средняя численность их – 3.1 тыс. экз./м² при биомассе 1.7 г/м². Основу численности (76.2%) составляли личинки амфибиотических насекомых (Odonata, Chironomidae, Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Simuliidae, Diptera, ближе не определенные), эти же группы определяли высокую биомассу на этом участке реки, составляя 88% от общей,

при этом 43% всей массы приходилось на долю крупных личинок стрекоз.

Ниже по течению (ниже места впадения протоки из Кажимского водохранилища, в районе с. Кайгородок) русло Сысолы расширяется, берега становятся пологими, отмечаются редкие заросли макрофитов. Преобладает песчаный грунт, местами покрытый наилком. Зообентос представлен 17 группами донных беспозвоночных, его численность (на 86%) и биомасса (на 67.3%) определяются личинками хирономид. В целом численность и масса бентоса возрастают на этом участке по сравнению с верховьем реки и составляют 8.2 тыс. экз./м² и 1.8 г/м², что, вероятно, связано с влиянием Кажимского водохранилища.

У дер. Зимовка река характеризуется крутым обрывом по правому берегу и длинной песчаной косой по левому. Дно выстлано песком, у основания косы сильно заилено. Глубина реки в этом месте от 0.3 м по берегам до 1.5 м в середине. Количественные показатели развития зообентоса снижаются по сравнению с верхними участками до 1.3 тыс. экз./м² (численность) и до 0.3 г/м² (биомасса). В составе бентоса установлено только 13 групп донных беспозвоночных, из них ракообразные и личинки хирономид доминируют по численности (39.8 и 41.3% соответственно), а основу биомассы (64.3%) составляют личинки амфибиотических насекомых, в основном хирономид и поденок.

Ниже по течению у дер. Палауз (после впадения р. Тыб-ю) Сысола делает изгиб. Левый берег обрывистый, с правого – песчаная коса. Грунт в основном песчаный, с левого берега местами встречается мелкая и средняя галька. На этом участке в реке установлено 15 групп донных беспозвоночных. Численность и биомасса бентоса сравнимы с таковыми на участках, расположенных выше по течению, и составляют 1.8 тыс. экз./м² и 0.9 г/м² при доминировании личинок амфибиотических насекомых. Крупные личинки стрекоз, составляющие 36%

общей массы бентоса, были встречены в закосье на правом берегу.

В следующей точке (выше дер. Заозерье) река заметно расширяется, дно выстлано мелким песком, с левого берега слегка заилено. Глубина реки меняется от 0.15 м у правого берега, 0.5 – левого и до 1.5 м в середине. Количественные характеристики зообентоса заметно не меняются и составляют 2.9 тыс. экз./м² и 0.5 г/м², однако изменяется структура донной фауны: численность в равных долях формируется личинками хирономид (28.8%), паукообразными (пауки и клопы) – 34%, червями (малощетинковые и круглые) – 28.3 и бентосными ракообразными – 18.2%. Из них личинки хирономид (24.4%), клопы (16) и малощетинковые черви (21%) составляли основу биомассы бентоса.

На участке Сысолы у пос. Ясног река делает излучину и характеризуется высоким обрывом по правому берегу и песчаной отмелью слева. Дно в основном песчаное, справа покрыто тонким наилком. Наибольшая глубина отмечена у правого берега – до 2 м, в середине и у левого берега – до 0.5. В донной фауне установлено 16 групп беспозвоночных. Численность и биомасса бентоса снижаются до 1.1 тыс. экз./м² и 0.3 г/м² при доминировании на этом участке личинок хирономид и олигохет, которые составляют 63 и 12.2% общей численности, 33 и 15.3% общей биомассы бентоса соответственно.

В нижнем течении Сысолы (после впадения р. Важелью) установлены наименьшие показатели количественного развития зообентоса: 0.5 тыс. экз./м² и 0.1 г/м² соответственно численность и биомасса. На этом участке реки отмечено всего семь групп донных беспозвоночных. Малощетинковые черви составляют 44% общей численности зообентоса, 27% приходится на долю ракообразных и 20 – на долю личинок хирономид. В биомассе бентоса доминируют личинки амфибиотических насекомых: хирономиды (29.1%), поденки (21.5) и малощетинковые черви (28.5).

Таким образом, в результате наших исследований мы выяснили, что количественные показатели развития донной фауны в р. Сысола колеблются в больших пределах, несмотря на однообразие биотопов на протяжении всего русла реки. В большинстве случаев доминантами являлись личинки амфибиотических насекомых (чаще хирономид и поденок), в биомассе местами переобладали личинки стрекоз и моллюски. Ближе к устью реки в числе доминантов встречались донные ракообразные и малощетинковые черви. Нами было высказано предположение о влиянии притоков на структуру и развитие зообентоса в основном русле.

Анализ развития зообентоса в притоках и водоемах, имеющих связь с рекой, показывает, что состав донной фауны в них более разнообразен, а показатели развития зообентоса выше, чем в р. Сысола. Так, в Кажимском водохрани-

лище установлено 16 групп донных беспозвоночных. Количественные показатели развития зообентоса в этом водоеме на порядок выше таковых в реке и составляют 8.3 тыс. экз./м² и 5.4 г/м² численность и биомасса соответственно. Высокую численность бентоса обеспечивают ракообразные (Cladocera, Copepoda, Ostracoda), составляя 33.3% от общей, и малощетинковые черви Oligochaeta, на долю которых приходится 42.5% общей численности. Высокая биомасса в водохранилище формируется за счет олигохет (36.8%), моллюсков (33.1) и в меньшей степени – личинок хирономид (12.5). После впадения протоки из водохранилища численность и биомасса бентоса в р. Сысола возрастают в несколько раз.

В р. Тыб-ю, в устьевой зоне которой расположено водохранилище Тыб-ю, отмечаются более разнообразные по сравнению с основным руслом грунты (валуны, галька, гравий и песок). В составе зообентоса малого притока установлены 22 систематические группы донных беспозвоночных, количественные показатели развития которых составляли 3.6 тыс. экз./м² и 1.3 г/м² при доминировании личинок хирономид (в среднем 34.6% общей численности зообентоса) и поденок (13.2), а также малощетинковых червей (9.8) и низших ракообразных (копеподы, кладоцеры и остракоды – 18.9%). Русло Тыб-ю в нижнем течении до впадения в р. Сысола служило водохранилищем, на сегодняшний день не действующим. В водоеме было отмечено 15 групп беспозвоночных, сходных по составу с речным бентосом. Средняя численность и биомасса донной фауны составляли 2.9 тыс. экз./м² и 1 г/м² при доминировании личинок хирономид, поденок и малощетинковых червей. На участке реки ниже водохранилища было установлено меньшее разнообразие групп и наименьшие показатели развития зообентоса в водотоке. Это является возможной причиной незначительного повышения численности и биомассы бентоса в р. Сысола ниже устья Тыб-ю.

Ниже по течению в р. Сысола впадает еще один малый приток – р. Важелью. Этот водоток долгое время испытывает антропогенное загрязнение, вызванное стоками Вильгортской птицефабрики. Изменением естественных условий существования донной фауны в этом водотоке можно объяснить нехарактерные для малых притоков значения численности и биомассы, которые составляли в среднем 13.4 тыс. экз./м² и 5.3 г/м² при доминировании олигохет (40% общей численности и 20 – общей биомассы) и личинок хирономид (38 и 57% соответственно). В отличие от основного русла реки в этом водотоке заметна роль ракообразных в общей численности бентоса (свыше 10%), более половины которых приходится на долю фильтрующих Cladocera.

В результате проведенных исследований в р. Сысола наблюдались изменения структурных

характеристик зообентоса, показателей количественного развития бентоса, состава доминирующих групп. Анализ распределения зообентоса по продольному профилю реки указывает на то, что сообщества беспозвоночных образуют континуум, а различия в составе и количественных показателях зообентоса определяются местными условиями: чередованием элементов русла – плесов и перекатов, извилистостью русла, подвижностью грунтовых наносов и влиянием притоков.

Работа выполнена в рамках научного проекта Президиума УрО РАН для молодых ученых

и аспирантов УрО РАН «Сообщество водных организмов в малых водоемах бассейна р. Вычегда в среднем течении в условиях долговременных изменений окружающей среды».

ЛИТЕРАТУРА

Водоросли и водные беспозвоночные / М.В. Гецен, З.И. Попова, А.С. Стенина, В.Н. Шубина // Природа Сыктывкара и окрестностей. Сыктывкар, 1972. С. 90-108

Зверева О.С. Особенности биологии главных рек Коми АССР. Л.: Наука, 1969. 279 с.

Состояние изученности природных ресурсов Республики Коми. Сыктывкар, 1997. 199 с.

РЖАНКООБРАЗНЫЕ ГОРОДА ПЕРМЬ

И.Г. Бобырь, Г.К. Матвеева

Пермский государственный педагогический университет

E-mail: igbbirds@yandex.ru

Пермь – промышленный город Западного Урала. Наличие крупной водной артерии (р. Кама) и множества мелких рек (Егошиха, Данилиха, Мулянка, Черная, Юрчим), озер (Дикое, Источное, Татарское), заболоченных карьеров и водоемов очистных сооружений обуславливает большое количество птиц водно-болотного экокомплекса, в том числе куликов и чаек.

Материалы, собранные авторами с 1999 по 2009 г., являются итогом 10-летнего мониторинга ржанкообразных в Перми. Учеты видового и количественного состава птиц проводились на территории города и его окрестностей ежегодно с первой декады апреля до первой декады ноября.

Отряд Ржанкообразные *Charadriiformes* на территории Перми представлен 37 видами пяти семейств двух подотрядов (ржанковые *Charadrii*, чайки *Lari*). В настоящее время здесь гнездятся 19 видов куликов, чаек и крачек. Из них для 13 видов гнездование установлено достоверно (находка кладок, нелетных птенцов). А для большого улиты (*Tringa nebularia*), поручейника (*Tringa stragatilis*), большого веретенника (*Limosa limosa*), большого кроншнепа (*Numenius arquata*), черной крачки (*Chlidonias niger*) и малой чайки (*Larus minutus*) гнездование предполагается (встречи территориальных пар с характерным поведением в гнездовой период). 18 видов являются пролетными.

В историческом аспекте на формирование современной фауны ржанкообразных города повлияло создание в 1954 г. Камского водохранилища. Затопление берегов, расширение русла, уменьшение площади галечника и пойменных лугов способствовало сокращению количества гнездящихся куликов и чаек, например, малого зуйка (*Charadrius dubius*), травника (*Tringa totanus*) и сизой чайки (*Larus canus*). Лишь численность перевозчика (*Actilis hypoleucos*) остается стабильной. Мощное освоение береговой линии в настоящее время (прибрежная застрой-

ка, создание городских пляжей) привело к исчезновению нескольких крупных колоний озерной чайки (*Larus ridibundus*). Серебристая чайка «в широком смысле» (*Larus argentatus sensu lato*), представленная в мировой фауне несколькими видами и группами с неясным таксономическим статусом (Рябицев, 2008), стала распространяться в Прикамье с возникновением Камского водохранилища. До этого ее гнездование известно не было (Воронцов, 1949). Сейчас в черте города гнездятся нескольких пар, которых предположительно можно отнести к виду барабинская чайка (*Larus barabensis*), а халей (*Larus heuglini*) встречается на пролете.

На территории г. Пермь можно условно выделить несколько основных биотопов, наиболее типичных для представителей изучаемого отряда.

Урочище Красава площадью 75 км², расположенное на западной окраине города, представляет собой заливные луга, поля, разделенные густой сетью дренажных каналов, и комплекс биологических очистных сооружений ТЭЦ-9 со шламонакопителями и прудами-отстойниками.

На данной территории представлены практически все основные типы и сукцессионные ряды водно-болотных угодий, характерных для Пермского края, что отражается на количественном и качественном составе местной фауны (Казakov, 2001), несмотря на высокую антропогенную нагрузку.

Многочисленен на гнездовании чибис (*Vanelus vanellus*), занимающий территорию обрабатываемых полей. На заливных лугах гнездятся большой веретенник, травник и, вероятно, большой кроншнеп, в лесных массивах – черныш (*Tringa ochropus*) и вальдшнеп (*Scolopax rusnicola*). В заболоченной пойме р. Юрчим – бекас (*Gallinago gallinago*) и дупель (*Gallinago media*). Исключительную роль в привлечении на гнездование куликов играют пруды-отстойники:

только здесь гнездится мородунка (*Xenus cinereus*) и, по данным В.П. Казакова, в 2001 г. успешно отгнезвился ходулочник (*Himantopus himantopus*), на других техногенных водоемах – малый зуек, травник.

Озерная чайка является фоновым видом для водоемов Красавы. Две крупные колонии, расположенные на торфоразработке и на р. Юрчим, достигают на современном этапе около 2000 пар.

Сизая чайка в 80-х гг. прошлого века являлась самым многочисленным видом чайковых птиц (Болотников, Каменский, 1988). В настоящее время в урочище отмечены на гнездовании всего около 10 пар, крупные стаи встречаются на пролете.

Красава – место крупных скоплений пролетных куликов на территории города. Птицы концентрируются на иловых площадках техногенных водоемов и на заливных лугах. Весенний пролет очень сжатый и быстротечный. Первыми (6-10 апреля) появляются чибисы, затем травник, бекас, большой кроншнеп, большой веретенник, поручейник и перевозчик. В мае пролетают турухтан (*Philomachus pugnax*), чернозобик (*Calidris alpina*), фифи (*Tringa glareola*) и малый зуек.

Осенний пролет – затяжной, сопряжен с летними кочевками (середина июля – первая декада октября). Первыми улетают чибис, черныш и фифи. В конце июля появляются турухтаны – самцы в брачном наряде, краснозобик (*Calidris ferruginea*). Весь август идет пролет круглоногого плавунчика (*Phalaropus lobatus*), а в конце месяца отмечаются на полях стаи золотистой (*Pluvialis apricaria*) и бурокрылой (*P. fulva*) ржанок. В сентябре останавливаются на водоемах представители подсемейства песочники *Calidridinae*: камнешарка (*Arenaria interpres*), галстучник (*Charadrius hiaticula*), кулик-воробей (*Calidris minuta*). Завершает осенний пролет в начале октября тулес (*Pluvialis squatarola*).

Аэропорт «Большое Савино» располагается в непосредственной близости от урочища. Территория площадью 15 км² представляет собой участок окультуренного ландшафта с признаками суходольного луга в центральной части и кустарниками на приграничных участках. По шкале Департамента воздушного транспорта аэропорт находится на четвертом месте среди птицепасных аэропортов России. Взлетно-посадочная полоса, создающая иллюзию водного зеркала, привлекает для отдыха большое количество мигрирующих птиц, в том числе чаек (озерная, сизая, малая). На заболоченном лугу рядом со взлетно-посадочной полосой гнездятся около 20 пар чибисов, до пяти пар травников. Летом популяции ржанкообразных, обитающих в окрестностях аэропорта, увеличиваются за счет покидающих гнезда птенцов. Озерные чайки с Красавы прилетают на свалку в окрестности аэропорта на кормежку.

«Черняевский лес» – городской парк культуры и отдыха. Это обширный лесной массив в

черте города площадью около 21 км², испытывающий высокую антропогенную и рекреационную нагрузку, является одним из самых богатых в видовом разнообразии птиц парков Перми. Наличие мелких речек, выхода канализационных стоков на почвенную поверхность, заболачивающих участки вторичных мелколиственных фитоценозов, благоприятны для гнездования бекаса и вальдшнепа. Последний в условиях парка показывает высокий уровень толерантности – гнездится в непосредственной близости от центральных аллей в сырых березово-осиновых растительных сообществах. Отмечен на гнездовании у небольших водоемов черныш.

Пойма р. Гайва. Удаленность от городского центра привлекает сюда множество птиц водно-болотного экокомплекса. Здесь гнездятся травник, перевозчик, чибис, бекас, малый зуек. Чайковые птицы образуют поливидовые колонии на заболоченных участках поймы, старицах и озерах. Это озерная и сизая чайки, речная крачка (*Sterna hirundo*).

Пойма р. Кама. Основной пролет ржанкообразных идет вдоль русла Камы. Город протянулся вдоль берега более чем на 70 км, и наблюдение массовых пролетных видов возможно даже в центре. Летят различные чайки, кулик-сорока (*Haematopus ostralegus*). В пойме гнездятся перевозчик, озерная чайка. Наличие Камской ГЭС создает условия для сохранения в осенне-зимний период незамерзающей акватории на реке, что способствует длительной задержке здесь чайковых во время пролета. Отмечены единичные встречи чаек даже в декабре, январе.

Ржанкообразные встречаются и в **селитебной территории города**. Первозчик гнездится в пойме р. Егошиха в центре города. Озерные чайки, гнездящиеся на Каме, с молодняком кормятся на мусорных баках, подстригаемых газонах эспланады.

Таким образом, фауна ржанкообразных такого крупного промышленного города Урала, как Пермь, формируется в основном из вобранных видов. Синантропизация наблюдается только для озерной чайки. Урочище Красава, располагающееся в непосредственной близости от центральных микрорайонов города, является основным резерватом для гнездования и отдыха птиц на пролете.

ЛИТЕРАТУРА

- Болотников А.М., Еремченко М.И. Чайковые птицы в Уральском Прикамье // Экология птиц Волжско-Уральского региона. Свердловск, 1988. С. 14-16.
- Воронцов Е.М. Птицы Камского Приуралья (Молотовской области). Горький, 1949. 114 с.
- Казаков В.П. Орнитологическая значимость урочища Красава // Региональный компонент в преподавании биологии, валеологии, химии. Пермь, 2001. С. 32-39.
- Рябицев В.К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири: Справочник-определитель. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2008. 634 с.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЖЕЛТОГОРЛОЙ МЫШИ В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.П. Бородин

Кировский областной филиал ФГУ «Камуралрыбвод»

E-mail: kamuralribvod@rambler.ru

Желтогорлая мышь в Кировской обл. впервые была отмечена В.А. Поповым в 40-е гг. прошлого века в низовьях Вятки во время исследований по фауне Волжско-Камского края (Попов, 1960) и определена им как *Apodemus flavicollis samariensis* (Ognev, 1922). В слиянии пойм Камы и Вятки близ границы Кировской обл. с Республикой Татарстан в то время она была обычной, хотя и немногочисленной. Началом ее продвижения на север по долине Вятки в Кировскую обл. послужил, вероятно, рост численности, начавшийся в 1941 г. С тех пор практически все известные у нас находки приурочены к 500-километровому участку от Вятскополянского р-на (близ устья Вятки) до пос. Вишкиль Котельничского р-на. Несколько зверьков были отловлены в 1963 г. и в долине р. Большая Кокшага (Злобин, Плесский, 1978) Санчурского р-на близ границы с Республикой Марий Эл. Новые сведения отсутствуют, хотя в заповеднике «Большая Кокшага», расположенном в 95 км южнее по ходу долины этой реки, она обычна.

В долине Вятки как уже нередкий вид желтогорлая мышь отмечалась А.Н. Чарушиной в 1970-е гг. и в Вятскополянском, и в расположенных чуть севернее правобережных Малмыжском и Уржумском и левобережном Кильмезском районах. Можно констатировать ее продвижение от точки первого обнаружения (55° 35' с.ш.) до самого северного установленного тогда пункта в окрестностях с. Лазарево Уржумского района (56° 49' с.ш.). В 1989-2009 гг. сотрудники Кировского городского зоологического музея и энтузиасты (В.Н. Сотников, А.Н. Ляпунов, В.М. Рябов, А.А. Микулин и Д.В. Седлов) постоянно отмечали ее на данной территории вплоть до пос. Заречный (57° 11' с.ш.) Уржумского р-на и пос. Рыбная Ватага (57° 12' с.ш.) Кильмезского р-на.

Участок долины Вятки от ее слияния с Камой до г. Котельнич служит единственно пригодным путем ее распространения к северу, поскольку по своим условиям более отвечает потребностям желтогорлой мыши, чем окружающие зональные междуречья. Пойменные широколиственные леса с дубом и дубняки выстраиваются в долине без значительных разрывов на пути расселения вида, что способствует созданию и поддержанию местных очагов и реализации второй составляющей расселения – размножению на завоеванных территориях. Образованный ею тип поселения можно считать ленточным, а тип пространственной структуры – мозаичным с выраженной тенденцией использования сходных растительных ассоциаций. Сформированное население как признак успешной

акклиматизации на пути экспансии свидетельствует о том, что в настоящее время источник подпитки особями «кировского» населения сместился из низовьев Вятки на нашу территорию. В этом свете ее обнаружение в бассейне средней Вятки в Нургушской долине (58° 03' с. ш.) близ пос. Вишкиль (Ляпунов, 2009) можно объяснить наличием указанного «плацдарма подскока».

Рассмотрим климатические условия, определяющие распространение нашего вида. В 1940-1950-е гг. на стартовой позиции в низовьях Вятки природные условия можно оценить как пригодные для желтогорлой мыши, хотя бы потому, что она там обитала. Но даже минимальные отличия чуть более северных районов нижней Вятки, в которых безморозный период был на 5 сут. короче, а период с температурой выше 10° короче на 10 и 20 сут., снежный покров лежал на 5 сут. дольше, сдерживали ее расселение. В то же самое время в бассейне средней Вятки условия были еще более жесткими: средняя годовая температура на 1.4 °С ниже, безморозный период на 20 дней короче, снежный покров устанавливался в среднем на 5 сут. раньше и сходил на семь дней позже, дней со снежным покровом было на 15 больше, чем в исходном Вятскополянском р-не.

Оценка современного распространения желтогорлой мыши позволяет считать более вероятным именно расселение, чем представление о широкой пульсирующей переходной полосе. К числу ведущих факторов в заселении новых территорий относятся климатические и кормовые условия (в том числе с возникающими на их основе трофическими отношениями со сходными потребителями). Несомненно, выявлять адаптивные возможности желтогорлой мыши целесообразно в экстремальных для нее условиях новых территорий, коей является крайняя северная точка ее современного обнаружения в Котельничском р-не. Климатические условия данного района для нее не экстремальны, поскольку определены длительным периодом общего потепления климата и изменениями сопутствующих ему природных условий еще с 1970-х гг. Средняя годовая температура возросла до 3.4 °С, в том числе холодного периода на 2.4 °С, длительность безморозного периода увеличилась до 176 дней. Рассмотрим с этой точки зрения условия самого северного пункта ареала вида в Котельничском р-не.

Лесной массив в Нургушской долине Вятки сложен старыми коренными мелколиственными лесами с участием хвойных пород и участками широколиственных лесов (Бородина, Кантор, 2004). Чистые дубняки, которые существу-

ют здесь на крайнем северном пределе их распространения на европейской территории России около 2.5 тыс. лет, занимают 2.0% лесопокрываемой площади, плодоносящие дубы часто встречаются и в смешанных насаждениях. В связи с пойменной азональностью растительные сообщества близки по составу к таковым низовьев Вятки, хотя, конечно, менее продуктивны для желтогорлой мыши, поскольку до широт данного участка не доходят клен, лещина и др., семена, которых являются обычным основным ее кормом. Урожай желудей в дубняках изменялся от 2 до 5 баллов по Каперу, при этом урожайность 5 баллов соответствовала массе желудей 523 кг/га, часто наблюдающиеся средние урожаи – 2-3 балла – 154-238 кг/га. Липа с урожайностью по 4-5 баллов и вяз плодоносили практически ежегодно, рябина – 2-5, черемуха – 3-4, шиповник – 3-5 баллов.

Сходные по питанию мышевидные грызуны в данной крайней северной точке распространения желтогорлой мыши типичны для ландшафтов долин рек европейской части России от Пензенской до Кировской областей (Бородин, 2008). Встреча желтогорлой мыши только увеличила сходство. К моменту созревания желудей сходные потребители их представлены рыжей (1.1-10.2), красной (0.1-4.0) полевками и лесной мышью (0.1-6.6 экз./100 ловушко-суток). Из других потребителей этого основного сезонного наживочного корма учитывали 10-15 барсуков, столько же енотовидных собак, а из-за редкости дубняков в округе здесь отмечены осенние скопления медведей (5-10 экз.) и кабанов (25-110 экз.). Другие потребители и разносчики желудей представлены обитающими здесь белками (15-155 экз.) и скапливающимися в осенние периоды глухарями (около 4.0 экз.) и сойками.

О напряженности пищевых отношений между названными потребителями желудей в Нургушской долине в отсутствии желтогорлой мыши может свидетельствовать полнота использования их урожаев предыдущей осени. Так, например, после пятибалльного урожая желудей при обычном обилии всех потребителей сохранившийся резерв для возобновления дуба обеспечил более 272 всходов, после средних двух-трехбалльных урожаев – более 79 всходов на 100 м², что в расчете на 1 га соответствует 10-30 тыс. экз. подроста. На пробных геоботанических площадях количество разновозрастного подроста оценивались Н.В. Бородиной в 11-20 тыс. экз./га. Даже после невысоких урожаев остается неиспользованной часть желудей, что не позволяет считать острой внутри- и межвидовую пищевую конкуренцию. Последняя наступает в годы или сезоны отсутствия или недостатка этого основного корма, что могут компенсировать замещающие корма. Весной доступность желудей определяется приуроченностью дубняков к кратковременно заливаемым высо-

ким участкам, из чего следует, что периоды с возможно обостряющейся конкуренцией даже при повышении уровней разливов оказываются переносимыми для мышевидных. В отношениях с пищевыми конкурентами желтогорлая мышь является отнюдь не слабейшей.

Для устойчивости субклимаксовых Нургушских дубняков, зависящих от семенного возобновления, обилия надежного подроста достаточно, так как на поздних стадиях развития экосистем отбор направлен не на максимизацию продукции, а на разнообразие экологических ниш, иначе – на видовую насыщенность сообществ ООПТ, что мы видим на примере вселения желтогорлой мыши. Однако не исключено, что вселение желтогорлой мыши может оказать негативное влияние на возобновление дуба из-за относительной бедности местных сообществ замещающими кормами и ее активности в запасах кормов, к примеру, желудей. Так, исследовавшие этот вопрос Н.П. Наумов, Б.В. Образцов, П.А. Свириденко установили, что в разных кладовых желтогорлых мышей содержалось и 1 кг орешков липы, и 4 кг желудей, и от 3 до 10 кг орехов лещины.

Рассмотрим наш вопрос в историческом аспекте, поскольку результаты исследований (Прокашев и др., 2003) о формировании растительного покрова в бассейне среднего течения Вятки в данном ракурсе могут получить любопытное продолжение. Расчеты абсолютного возраста пойменного аллювия в Нургушской пойме, сделанные сотрудницей лаборатории геохронологии НИИ географии СПбГУ Т.В. Тертычной на основе метода радиоуглеродного датирования (по C_{14}), указывают на то, что растительность этого участка долины формировалась главным образом в теплый период 10130±240 лет назад. В аллювии поймы на глубинах от 1 до 3.5 м была отмечена пыльца липы, дуба и лещины, что говорит как о продолжительности существования здесь лещины, так и сравнительно недавнем ее исчезновении. Следовательно, трофическая ниша целого комплекса семеноедов из числа мышевидных грызунов была шире настоящей, а наличие богатых кормовых ресурсов (в том числе и не выявленных палинологическим методом) не могло не сопровождаться увеличением обилия и разнообразия их потребителей. Из изложенного о климате и кормовой базе в настоящем и прошлом вытекает предположение о том, что желтогорлая мышь ранее обитала здесь, а ее современное расселение имеет вторичный характер, вызванный очередным этапом потеплением климата.

Подводя итог, отметим, что достигнутая желтогорлой мышью южного подвида *S.f. samariensis* Ognev, 1922 Нургушская долина Вятки является в настоящее время самой северной точкой ее распространения в восточной части ареала в России, находящейся в Кировской обл. Хотя следовало бы ожидать расселение *S.f. flavicol-*

lis Melchior, 1834, обитающего в северных районах европейской России. Продвижение на север по долине Вятки вплоть до указанного конечного пункта в настоящем обусловлено потеплением климата на всем 500-километровом пути расселения вида по долине Вятки. Современный климат по своим показателям приблизился к таковому бассейна нижней Вятки (в Вятскополянском р-не в 1891-1957 гг.) и превзошел их даже в бассейне средней Вятки в Котельничском р-не. Это делает актуальными фаунистические исследования.

ЛИТЕРАТУРА

Агроклиматический справочник по Кировской области. Л.: Гидрометеиздат, 1960.

Бородин Д.П. Характерные черты и особенности населения мелких млекопитающих долины средней Вятки в системе речных долин Средневолжского бассейна // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. Всерос. науч.-практ.

конф. с международным участием. Киров, 2008а. Вып. VI. Ч. 1. С. 163-166.

Бородина Н.В., Кантор Г.Я. Оценка биоразнообразия лесной растительности государственного природного заповедника «Нургуш» в Кировской области // Вест. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН, 2004. № 10 (84). С. 29-37.

Злобин Б.Д., Плесский П.В. Млекопитающие Кировской области // Фауна и экология млекопитающих. Киров, 1978. 120 с.

Ляпунов А.Н. Новая находка желтогорлой мыши (*Apodemus flavicollis*) в Кировской области // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. Всерос. науч.-практ. конф.-Киров, 2009. Вып. 7. Ч. 2. С. 315-316.

Попов В.А. Млекопитающие Волжско-Камского края. Насекомоядные, рукокрылые, грызуны. Казань, 1960. 468 с.

Прокашев А.М., Жуйкова И.А., Пахомов М.М. История почвенно-растительного покрова Вятско-Камского края в последледниковье. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2003. 143 с.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ РЯПУШКИ БЕЛОГО ОЗЕРА

А.А. Вальков

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: aleksandr.valkov@mail.ru

Введение

Озеро Белое является одним из важнейших рыбохозяйственных водоемов Вологодской обл. В озере постоянно обитают и нерестятся 24 вида рыб, из них 18 видов имеют промысловое значение (Болотова, Коновалов, 2002). В структуре рыбного населения оз. Белого одним из наиболее ценных видов является белозерская ряпушка. Эта жилая форма имеет статус уникального ледникового реликта, сформировавшегося после отступления Валдайского оледенения (Дрягин, 1933). Ряпушка также является одним из наиболее ценных промысловых объектов, значение которого в промысле крайне мало за счет малочисленности и неблагоприятного состояния ее популяции.

Таксономический статус ряпушки в Белом озере является дискуссионным вопросом. Первоначально белозерская ряпушка была отнесена П.А. Дрягиным (1933) в самостоятельный подвид сибирской ряпушки *Coregonus sardinella vessicus*. В последующих работах она упоминалась как сибирский подвид *C. sardinella*. Ю.С. Решетниковым (1980) жилая форма ряпушки Белого озера была отнесена к виду «европейская ряпушка» (*C. albula*). В 2000-е гг. появились работы, в которых белозерская ряпушка рассматривалась как гибридная форма между европейской и сибирской ряпушками (Коновалов, Болотова, 2004). Для уточнения таксономического статуса данной формы важное значение имеет проведение исследований специфики ее морфометрических признаков. Цель настоя-

щей работы – изучение особенностей морфологических признаков популяции белозерской ряпушки.

Материал и методика

Сбор собственного полевого материала осуществлялся в сентябре 2008 г. в ходе осенней траловой съемки. Рыба добывалась с борта научно-исследовательского теплохода «Ихтиолог» с применением донного трала конструкции ГосНИОРХ. В ходе проведения исследований отловлено и обработано 36 рыб в возрасте от 4+ до 6+, из которых по численности преобладали пятилетки. В выборке были представлены только самки, половые продукты которых имели четвертую стадию зрелости. Морфометрический анализ выполнен по стандартной схеме измерения сиговых рыб, разработанной И.Ф. Правдиным (1966). Обработка проводилась по 30 пластическим и 16 меристическим признакам. При статистической обработке данных определялись отношения значений пластических признаков к длине тела по Смитту. Измерения, произведенные на голове рыб, отнесены к ее длине. Статистическая обработка результатов включала сравнение средних по t-критерию Стьюдента (Ивантер, Коросов, 2003). Для изучения многолетних изменений морфологических признаков ряпушки Белого озера результаты статистической обработки сравнивались с данными по морфометрии ряпушки, выполненной в 1998 г. А.Ф. Коноваловым. Для оценки влияния специфики условий обитания на морфологию ряпушки Бе-

лого озера также производилось сравнение ее морфометрических признаков с таковыми у популяций озер Онежского (Бревнова, 2004) и Водлозеро (Петрова, Кудерский, 2006). Выбор популяций из этих водоемов был обусловлен тем, что ряпушка Онежского озера – типичный представитель вида европейской ряпушки (Решетников, 1980). В то же время систематическое положение популяции ряпушки из соседнего с ним оз. Водлозеро является дискуссионным (Петрова, Кудерский, 2006).

Результаты работы и их обсуждение

Результаты изучения изменчивости морфологических признаков ряпушки Белого озера представлены в табл. 1. Наибольшим уровнем изменчивости (коэффициент вариации более 10) характеризуются длина основания хвостового стебля, ширина верхнечелюстной кости и высота площадки рыла. Средний уровень изменчивости (коэффициент вариации колеблется от 5 до 9) имеют показатели наибольшей и наимень-

Таблица 1

Изменение морфометрических признаков ряпушки Белого озера за 10-летний период

Признаки	Белое озеро, 1998 г. (50 экз.)			Белое озеро, 2008 г. (36 экз.)			t
	Колебания	Среднее	Ошибка	Колебания	Среднее	Ошибка	
Пластические признаки							
Доля длины тела, %							
Длина головы	18.40-22.01	20.02	0.1	15.82-19.14	17.57	0.13	14.94
Длина рыла	3.81-5362	4.56	0.04	3.09-4.78	3.96	0.06	8.32
Диаметр глаза	5.35-6.86	6.06	0.04	4.52-5.53	4.99	0.04	18.92
Заглазничный отдел головы	6.09-12.12	9.98	0.12	7.65-10.23	8.46	0.08	10.54
Высота головы у затылка	10.54-15.36	13.26	0.17	13.40-16.85	15.32	0.16	8.82
Длина верхнечелюстной кости	6.18-9.23	7.37	0.09	5.64-7.43	6.31	0.08	8.80
Ширина верхнечелюстной кости	1.90-3.39	2.51	0.06	1.36-2.40	1.82	0.05	8.83
Наибольшая высота тела	22.27-31.35	27.14	0.21	25.99-33.18	29.2	0.28	5.89
Наименьшая высота тела	7.54-9.43	8.46	0.06	7.53-10.05	8.57	0.08	1.10
Длина хвостового стебля	6.85-16.35	10.42	0.27	10.58-18.06	13.44	0.23	8.51
Ангедорсальное расстояние	39.67-46.99	42.91	0.22	37.71-46.23	42.31	0.26	1.76
Постдорсальное расстояние	23.36-41.76	37.95	0.34	37.63-44.26	40.99	0.26	7.10
Расстояние P-V	11.30-32.42	25.88	0.7	27.09-31.82	29.4	0.23	4.78
Расстояние V-A	16.46-32.12	23.16	0.39	22.97-31.82	25.24	0.22	4.65
Длина основания D	10.44-15.59	12.6	0.14	10.22-14.13	12.37	0.15	1.12
Высота D	17.32-23.06	20.26	0.2	15.82-20.34	18.25	0.17	7.66
Длина основания A	12.33-31.30	16.29	0.55	12.37-16.85	14.58	0.16	2.99
Высота A	8.39-18.30	13.43	0.22	10.73-14.69	12.59	0.14	3.22
Длина P	19.20-25.50	21.87	0.16	13.43-16.74	15.16	0.11	34.56
Доля длины головы, %							
Длина рыла	19.15-26.49	22.82	0.88	18.92-26.67	22.55	0.3	0.29
Диаметр глаза	25.91-35.29	30.31	0.27	25.71-31.25	28.45	0.24	5.15
Заглазничный отдел головы	32.62-55.06	49.79	0.48	45.16-54.55	49.23	0.37	0.92
Высота головы у затылка	53.66-76.92	66.28	0.88	78.79-103.23	87.28	0.91	16.59
Длина верхнечелюстной кости	30.88-48.34	36.89	0.55	30.30-41.94	35.98	0.47	1.26
Меристические признаки							
Количество							
позвонков	47-56	51	0.28	53-57	54.42	0.2	9.94
лучей							
в D простых	3-6	3.15	0.07	2-4	3.36	0.09	1.84
D ветвистых	7-12	9.94	0.16	9-11	9.94	0.1	0.00
в P простых	1-3	1.41	0.1	1	1	0	4.10
P ветвистых	10-15	13.43	0.15	12-14	13.08	0.12	1.82
в V простых	1-2	1.81	0.06	1-2	1.86	0.06	0.59
V ветвистых	8-11	9.75	0.09	9-11	9.78	0.11	0.21
в A простых	1-3	2.96	0.04	2-4	3.31	0.1	3.25
A ветвистых	11-18	14.08	0.2	11-16	13.5	0.16	2.26
тычинок на первой жаберной дуге	27-45	36.48	0.56	33-41	35.53	0.31	1.48

Примечание. Здесь и в табл. 2: D – спинной плавник, P – грудной плавник, V – брюшной плавник, A – анальный плавник; расстояние P-V – расстояние между грудным и брюшным плавником, расстояние V-A – между брюшным и анальным. Полу жирным шрифтом выделены достоверные отличия признаков.

шей высоты тела и головы у затылка, диаметра глаза, длины рыла, заглазничного отдела головы, а также длины основания и высоты спинного и анального плавников. Наименьшей изменчивостью (коэффициент вариации менее 5) характеризуются длина головы, антедорсальное и постдорсальное расстояния, антеанальное и антевентральное расстояния и длины грудных и брюшных плавников.

Меристические признаки в меньшей степени подвержены варьированию, что обуславливается большей степенью их генетической детерминации. Число чешуй в боковой линии в среднем составляет 73. Количество позвонков колеблется от 53 до 57. Число жаберных тычинок на первой жаберной дуге варьирует в пределах 33-41, составляя в среднем 36. Количество простых лучей в спинном и анальном плавниках колеблется от двух до четырех, ветви-

стых – от 9 до 11 и от 11 до 16 соответственно. Число простых лучей в брюшном плавнике один-два, ветвистых – 9-11. В грудных плавниках имеется лишь один простой луч, количество ветвистых лучей варьирует от 12 до 14.

Результаты изучения изменений морфометрических признаков ряпушки Белого озера за 10-летний период (с 1998 по 2008 г.) свидетельствуют, что произошло увеличение относительных размеров для ряда признаков (табл. 1). В частности, возросло расстояние между грудным и брюшным плавниками, брюшными и анальным плавником, а также высоты спинного и анального плавников. Наиболее стабильными за рассматриваемый период оказались длина рыла, заглазничный отдел головы, наименьшая высота тела, длины верхнечелюстной кости и основания спинного плавника. Из меристических признаков отмечается достоверное увеличение

Таблица 2

Сравнение популяций ряпушки озер Белое, Онежское и Водлозеро

Признаки	Водлозеро, 2002 г. (25 экз.) – I		Белое озеро, 2008 г. (36 экз.) – II		t _(I-II)	Онежское озеро, 2002 г. (30 экз.) – III		t _(II-III)
	Средняя	Ошибка средней	Средняя	Ошибка средней		Средняя	Ошибка средней	
Пластические признаки								
Доля длины тела, %								
Длина головы	17.7	0.37	17.57	0.13	0.33	21.11	0.16	17.17
Длина рыла	3.7	0.14	3.96	0.06	1.71	5.73	0.11	14.13
Диаметр глаза	5.6	0.11	4.99	0.04	5.21	5.21	0.07	2.73
Заглазничный отдел головы	8.6	0.14	8.46	0.08	0.87	10.19	0.08	15.29
Высота головы у затылка	14	0.018	15.32	0.16	8.20	13.71	0.28	4.99
Длина верхнечелюстной кости	6.3	0.13	6.31	0.08	0.07	7.43	0.07	10.54
Длина первой жаберной дуги	12	0.36	10.11	0.13	4.94	9.66	0.17	9.95
Наибольшая высота тела	22.4	0.37	29.2	0.28	14.66	19.46	0.48	17.53
Наименьшая высота тела	6.6	0.2	8.57	0.08	9.15	5.86	0.1	21.16
Длина хвостового стебля	13.1	0.5	13.44	0.23	0.62	12.86	0.28	1.60
Антедорсальное расстояние	41.6	0.38	42.31	0.26	1.54	45.16	0.28	7.46
Постдорсальное расстояние	40.2	0.43	40.99	0.26	1.57	39.9	0.27	2.91
Антевентральное расстояние	44.1	0.44	46.41	0.24	4.61	47.91	0.43	3.05
Антеанальное расстояние	62.5	0.77	68.58	0.33	7.26	70.88	0.55	3.59
Расстояние P - V	26.4	0.45	29.4	0.23	5.94	29.07	0.41	0.70
Расстояние V - A	23.3	0.38	25.24	0.22	4.42	24.52	0.35	1.74
Длина основания D	10.8	0.16	12.37	0.15	7.16	9.57	0.12	14.58
Высота D	17.9	0.43	18.25	0.17	0.76	16.37	0.18	7.59
Длина основания A	15.3	0.42	14.58	0.16	1.60	10.71	0.22	14.23
Высота A	12.2	0.47	12.59	0.14	0.80	11.88	0.38	1.75
Длина P	15	0.22	15.16	0.11	0.65	15.98	0.28	2.73
Длина V	15.8	0.23	15.78	0.13	0.08	15.25	0.28	1.72
Меристические признаки								
Формула боковой линии	73.5	0.73	78.56	0.64	5.21	78.78	1.01	0.18
Количество лучей								
в D простых	3.1	0.66	3.36	0.09	0.39	3.79	0.08	3.57
D ветвистых	9.7	0.11	9.94	0.1	1.61	8.72	0.13	7.44
в P ветвистых	10.3	0.23	13.08	0.12	10.72	14.07	0.17	4.76
в V простых	2.2	0.09	1.86	0.06	3.14	1.97	0.03	1.64
V ветвистых	9.5	0.15	9.78	0.11	1.51	10	0.09	1.55
в A простых	2.9	0.08	3.31	0.1	3.20	3.55	0.09	1.78
A ветвистых	12	0.16	13.5	0.16	6.63	11.72	0.15	8.12

числа позвонков (с 51 до 54). В целом многолетние изменения морфологических признаков ряпушки, вероятно, связаны со сменой условий обитания в водоеме.

Сравнение морфологических особенностей популяций ряпушки озер Белого, Онежского и Водлозеро (табл. 2) показало, что белозерская ряпушка имеет наибольшее сходство с популяцией из Водлозеро (достоверные отличия $t > 1.96$ по девяти признакам). Так, популяции белозерской и водлозерской ряпушек отличаются по диаметру глаза, высоте головы у затылка, наибольшей высоте тела. Кроме того, отличия обнаружены по антевентральному и антеанальному расстояниям и расстояниям между грудными и брюшными плавниками, а также брюшным и анальным плавниками. По счетным признакам достоверные отличия наблюдаются только по количеству ветвистых лучей в грудном плавнике и числу чешуй в боковой линии. Отличия популяций ряпушки из Белого и Онежского озер обнаружены по 16 пластическим признакам. Наибольшие различия отмечены по длине головы, наибольшей и наименьшей высотам тела и длине основания спинного плавника.

Заключение

Таким образом, по результатам сравнения популяций ряпушки по меристическим призна-

кам наименьшие отличия имеют выборки из озер Белое и Онежское, что может свидетельствовать о родстве популяций. Отличия популяций ряпушки озер Белое, Онежское и Водлозеро по большинству исследованных пластических признаков достаточно велики, что, вероятно, является следствием специфики условий обитания в каждом водоеме. Изменения морфологических признаков ряпушки Белого озера за 10-летний период, по-видимому, также связаны со сменой условий обитания в этом водоеме.

ЛИТЕРАТУРА

- Бревнова М.А. Современное состояние популяций ряпушки озер Онежское и Белое. Вологда, 2004. 58 с.
- Дрягин П.А. Белозерская ряпушка и вопросы акклиматизации сигов в Белом озере // Известия ВНИОРХ, 1933. Т. 16. С. 22-39.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Основы биометрии. Введение в статистический анализ явлений и процессов. Петрозаводск, 1992. 164 с.
- Болотова Н.Л., Коновалов А.Ф. Жилые формы ряпушки на европейском Севере // Экологические проблемы северных регионов: Матер. Междунар. конф. Апатиты, 2004. С. 59-61.
- Петрова Л.П., Кудерский Л.А. Водлозеро: природа, рыбы, рыбный промысел. Петрозаводск, 2006. 196 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепромиздат, 1966. 375 с.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ГОРНОСТАЯ (*MUSTELA ERMINEA*) И ЛАСКИ (*M. NIVALIS*) ЧЕРЕПОВЕЦКОГО РАЙОНА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.А. Грушина, Е.С. Степина

Череповецкий государственный университет

E-mail: ogrushina@mail.ru

Виды семейства куньих (*Mustelidae*) представляют интерес не только как ценные объекты промысла, но являясь верхним звеном трофической цепи, могут быть важными объектами оценки загрязнения окружающей среды.

Работа выполнена в 2006-2010 гг. Череповецкий р-н как среда обитания куньих представлен хвойными лесами (28.4% от общей площади района), смешанными (25.9), лиственными (23.2), ольшаниками (2.7), полями (8), лугами (34) и болотами (0.7%). Для изучения куньих в этих биотопах нами использовались линейные учеты следов на субстрате и экскрементов (Новиков, 1949), а также материалы зимнего маршрутного учета (ЗМУ) (Кузякин и др., 1990) за 1973-2008 гг., анкетирование охотников и сбор тушек добытых особей. В районе находят подходящие условия для жизни восемь видов куньих: лесная куница, лесной хорь, барсук, американская и европейская норки, выдра, ласка и горностай. В 1973 и 1974 гг. последний раз регистрировалась россомаха. Фоновыми видами лесных участков являются лесная куница (19.2%

от всех встреченных следов на снегу) и горностай (16.5), открытых стадий – ласка (31% от всех встреченных следов).

Биотопическое распределение и численность. Ласка и горностай как типичные миофаги находят наиболее благоприятные условия в биотопах, где обитают дикие колониальные мышевидные грызуны – обыкновенная полевка, полевка-экономка и темная полевка. В лесных массивах горностай предпочитает ельники (зеленомошник – 23.6, черничник – 6.5 след/10 км) (табл. 1), а также ольшаник – 10.5 след/10 км. В лесных массивах он предпочитает заросли кустарника, приручьевые участки, а также те участки леса, где много валежника и старых деревьев, так как там проще найти укрытие и корм. В закрытых стадиях ласка преобладает в ельнике зеленомошнике: в бесснежный период – 21 след/10 км, в снежный – 12, а также в ельнике черничнике – 9.8 и 4 след/10 км. В отличие от горностая ласка предпочитает сухие участки леса, в которых имеются заросли кустарника, много сухостойных деревьев и валежни-

Таблица 1

Численность горностая и ласки (след/10 км) в разных биотопах

Биотоп	Горностай		Ласка	
	Снежный период	Бесснежный период	Снежный период	Бесснежный период
Луг				
разнотравный	26	11	28.8	14
злаковый	24	12	25	13
заболоченный	2	1	11.8	3
Сельскохозяйственные поля	10.5	9	15.2	14
Ельник-зеленомошник	23.6	14	21	12
Ельник-черничник	6,5	3	9.8	4
Ольшаник	10.5	2,2	4.7	2.5
Ивняк заболоченный	6.5	2	6.5	2.1
Смешанный лес	0	0	3.9	2
Болото	7.8	0	5.2	0
Околоводная территория	36.8	24	2	1
Антропогенная территория	18	16	32	21

ка, так как в этих местах достаточно мышевидных грызунов, которые являются основным кормом ласки.

К тому же, в нашем районе это разнотравный, злаковый и заболоченный луга, а также заброшенные сельскохозяйственные поля, межи и дороги обрабатываемых полей. Здесь встречаемость следов горностая составила от двух до 24 след/10 км. Наибольшие показатели имели место в разнотравном лугу – 26 след/10 км. Наибольшая численность горностая в бесснежный период отмечалась по берегам рек, ручьев, прудов – 24 след/10 км. На территории исследования ласка преобладает как в снежный период на разнотравном (28.8 след/10 км) и злаковом (25) лугах (табл. 1), так и в бесснежный период 14 и 13 след/10 км соответственно. Приуроченность ласки была нами отмечена к сельскохозяйственным полям особенно с насаждениями злаковых культур (пшеница, рожь, ячмень) с индексом встречаемости в снежный период 15.2, в бесснежный – 14 след/10 км. Основная причина этого – наличие большого количества грызунов на этой территории.

Ласка обычна вблизи жилья человека: у сельских домов с хозпостройками (16 след/10 км), на территории птицефабрик (17), свиноферм и ферм крупного рогатого скота, на дачных участках и даже в г. Череповец в районах одноэтажных домов (1.5 след/10 км), вдоль автодорог (1.8) и в придорожных канавах (0.7). В городе по берегам рек в снежный и бесснежный периоды в полукустарниковых зарослях преобладал горностай (встречаемость следов на 10 км от 3 до 18). Территория обитания горностая в антропогенной зоне в снежный и бесснежный периоды изменяется: в бесснежный наибольшая численность отмечается на дачных участках – 15 след/10 км, в снежный – на территории фермы крупного рогатого скота и свинофермы, птицефабрики – 18 след/10 км.

Такая тяга горностая и ласки к антропогенному ландшафту привела к тому, что их органы могут содержать высокие концентрации ртутных соединений. Например, у горностая в Череповецком р-не мышцы содержат 0.12 мг/кг сырого вещества, печень – 0.05, почки – 0.01, селезенка – 0.1, мозг – 0.13, тогда как в Белозерском р-не мышцы – 0.02 мг/кг сырого вещества, печень – 0.03, почки – 0.02, селезенка – 0.02, мозг – 0.04. У ласки в Череповецком р-не мышцы содержат 0.22 мг/кг сырого вещества, печень – 0.15, почки – 0.1, селезенка – 0.1, мозг – 0.14, тогда как в Белозерском районе мышцы – 0.12 мг/кг сырого вещества, печень – 0.03, почки – 0.12, селезенка – 0.12, мозг – 0.08.

Результаты трех троплений (2006-2008 гг.) показали, что средняя длина охотничьего следа горностая составила 2.2 км (минимальная – 0.8, максимальная – 3.9), у ласки – 0.6 км (минимальная – 0.5, максимальная – 1.2).

Анализ желудочно-кишечных трактов (n = 5) и экскрементов (n = 57) показал, что ласка является узкоспециализированным хищником и основу ее питания составляют мышевидные грызуны (77% встречаемости в экскрементах). Ласка имеет склонность запасать корм. За время нашего исследования были обнаружены две «столовые», в одной из них насчитывалось пять полевков, в другой – три. Также нами были найдены останки 10 полусъеденных полевков. Сезонная смена кормов у ласки не выражена. Во все времена года основу питания составляют полевки и мыши. Летом дополнительно она поедает лягушек – 3.3%, землероек, бурозубок – 6.4, мелких птиц – 3.3 и их яйца – 17.0%.

Основным кормом горностая являются мелкие грызуны (66% встречаемости в экскрементах). Из мышевидных грызунов преобладает водяная и обыкновенная полевки. В годы их обилия все остальные корма играют второстепенную роль. Их значение заметно возрастает в период депрессии численности мышевидных грызунов. В таких случаях горностай чаще поедает рыб (до 19.3%), птиц (до 11% встречаемости в отличие от 3.7% в другие годы). Реже горностай поедает ящериц и лягушек. Появление в питании горностая второстепенных и редких кормов указывает на недостаток корма, недоедание или просто голод.

Динамика численности. В ходе исследования нами был проведен учет численности горностая. В 2002 г. она составляла 0.7 особей/10 канавко-суток, 2003 г. – 0.9, 2004 г. – 1.6, 2005 г. – 0.3, 2006 г. – 1.9, 2007 г. – 0.6, 2008 г. – 2.0, 2009 г. – 1.0. Одновременно проводился учет численности мышевидных грызунов (табл. 2) с помощью ловчих конусов с направляющими поли-

Таблица 2

Численность горностая и ласки

Год	Горностай		Ласка	
	Относительная численность, след/10км	Плотность населения, особей/10 км ²	Относительная численность, след/10км	Плотность населения, особей/10 км ²
2007	1.9	0.6	1.8	–
2008	1.1	0.3	2.4	–
2009	1.7	0.3	1.0	–
2010	0.4	–	0.5	–

этиленовыми заборчиками (Охотина, Костенко, 1974). Периодические подъемы и спады численности горностая в районе исследования запаздывали на один год по сравнению с подъемом и спадом численности мышевидных грызунов (табл. 2). Пик численности мышевидных грызунов приходился на 2004 г. (1.6 особи/10 канавко-суток), 2006 г. (1.9) и на 2008 г. (2), тогда как пик численности горностая – на 2007 и 2009 гг. с абсолютной численностью 1.9 и 1.7 след/10 км особей соответственно.

У горностая, имеющего длительную латентную стадию, интенсивность размножения в значительной степени определяется от состояния кормовой базы в период гона (Монахов, 1968), реализуется только на следующий год после пика численности мышевидных грызунов (Поддубная, 1992, 1995).

В отличие от горностая подъемы и спады численности ласки происходили одновременно с соответствующими изменениями численности мышевидных грызунов. Пики численности ласки (2.4 след/10 км) (табл. 2) и мышевидных грызунов (1.9 и 2.0 особи/10 канавко-суток) пришлись на 2006 и 2008 гг. У ласки латентная фаза короткая и весь цикл размножения укладывается в один весенне-летний сезон. Как было

установлено Н.Я. Поддубной для куньих Дальнего Востока (1992, 1995), периодические подъемы и спады численности куньих-миофагов с короткой латентной стадией в беременности происходят одновременно с соответствующими изменениями численности мышевидных грызунов, а все фазы многолетних циклов куньих с длительной латентной стадией (горно-

стай) запаздывают на год, и наши данные подтверждают общий характер установленной закономерности.

ЛИТЕРАТУРА

Кузякин В.А., Челинцев Н.Г., Ломанов И.К. Методические указания по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в РСФСР. М., ЦНИЛ Главохоты РСФСР, 1990.

Монахов Г.И. Структура популяции, динамика воспроизводства и вопросы рационального использования запасов соболя в Прибайкалье и Забайкалье // Зоол. журн., 1968. Т. 47. Вып. 4.

Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. М.: Советская наука, 1949.

Охотина М.В., Костенко В.А. Полиэтиленовая пленка – перспективный материал для изготовления ловчих заборчиков // Фауна и экология наземных позвоночных юга Дальнего Востока СССР. Владивосток, 1974.

Поддубная Н.Я. Несинхронность популяционной динамики разных видов куньих в ответ на изменение численности мышевидных грызунов // Экология, 1992. № 1.

Поддубная Н.Я. Насекомоядные. Зайцеобразные, грызуны и трофически связанные с ними хищные млекопитающие лесов восточных склонов Южного Сихотэ-Алиня. Череповец, 1995.

ВЕСЕННЯЯ МИГРАЦИЯ ПТИЦ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ БАССЕЙНА РЕКИ ВЫЧЕГДА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Е.В. Данилова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: hvdan@rambler.ru

Миграции птиц в Республике Коми изучены недостаточно полно и относятся в основном к бассейну Печоры (Теплов, 1955; Сокольский, 1964; Венгеров, 1965; Естафьев, 1982 и др.), а для бассейна Вычегды сведения практически отсутствуют.

Стационарные наблюдения за пролетом птиц осуществлены 10 апреля–31 мая 2008 г. и 18 апреля–31 мая 2009 г. в низовьях р. Сысола (местечко Еляты, приток р. Вычегда). Наблюдения проводили по методике Кумари (1955) в утренние и вечерние часы на пойменных лугах и вблизи карьеров, заполненных водой. Визуальные наблюдения осуществляли с использо-

ванием бинокля (×16) и подзорной трубы (×60). Во время наблюдения регистрировали вид, количество, стайность, направление, высоту пролета и время миграции птиц. Одновременно с этим отмечали состояние погоды (температура воздуха, направление и сила ветра, облачность, осадки).

В результате исследования выявлено, что в низовьях р. Сысола мигрирует 17 видов гусеобразных и 23 вида ржанкообразных. Общее количество мигрантов весной 2008 и 2009 гг. составило соответственно 17740 и 17548 особей (см. таблицу). Многочисленными видами на пролете были сизая и озерная чайки, чибис, сред-

ний кроншнеп, турухтан, золотистая ржанка, гуменник, белолобый гусь, свиязь и хохлатая чернеть.

Пролет птиц 2008 г. начался 10 апреля, завершился 31 мая и проходил двумя «волнами». В первую (25 апреля–5 мая) летели раннеприлетные виды: сизая, серебристая чайки и озерная чайки, чибис, кряква, лебедь-кликун, гуменник, далее – средний кроншнеп, большой веретенник, свиязь, шилохвость. Активность мигрантов была особенно высока в начале пролета (рис. 1). Во вторую волну (17–28 мая) мигрировали золотистая ржанка, турухтан, хохлатая чернеть, белолобый гусь и пискун.

Весной 2009 г. в миграционном потоке птиц четко прослежено три пика пролета (рис. 2). Наиболее многочисленными мигранты были с 28 апреля по 3 мая. В это время летели сизая чайка, чибис, средний кроншнеп, гуменник, кряква, свиязь, чирок-свистунок. Во вторую волну (5–6 мая) к видам первой присоединились озерная чайка, большой веретенник, перевозчик, шилохвость, широконоска и хохлатая чернеть. На фоне снижения температур воздуха (8–15 мая) произошло уменьшение числа мигрантов. В это время появились фифи, мордунка, турухтан, золотистая ржанка и белолобый гусь. В заключительный этап пролета (17–26 мая) летели сизая чайка, турухтан, золотистая ржанка, хохлатая чернеть и пискун.

Продолжительность пролета птиц в 2008–2009 гг. составила 51 и 44 дней соответственно. Длительность пролета сокращается при «дружной» весне и растягивается при «затяжной».

Важным экологическим параметром среды, определяющим массовое перемещение мигрантов, является переход через $-5-0^{\circ}\text{C}$ (Родионов, 1964). Наши наблюдения подтверждают это положение – интенсивность пролета птиц, в особенности в конце апреля–начале мая, зависит от температуры воздуха. Весна 2008 г. была ранней, но затяжной, для того времени характерны резкие температурные перепады. Весна 2009 г. была поздней и затяжной, но отрицательных температур до -5°C не наблюдали. Выявлено, что понижение температуры замедляет продвижение птиц на север, но не прекращает его полностью. Так, чайки, кроншнепы, гуси и утки предпочитали переждать неблагоприятные условия в районе исследования либо перемещались в южном направлении в более благоприятные районы.

Таким образом, в результате наблюдений выявлено, что весенняя ми-

Птицы на пролете весной 2008–2009 гг.

Отряд	Количество особей	
	2008 г.	2009 г.
Anseriformes	9713	8806
Charadriiformes	8027	8742
Всего	17740	17548

грация водных и околоводных птиц в районе исследования проходила с начала апреля до конца мая, причем миграционный поток дробился на несколько волн, которые приходились на конец апреля–начало мая, середину и конец мая. Основными мигрантами были сизая и озерная чайки, чибис, средний кроншнеп, турухтан, золотистая ржанка, гуменник, белолобый гусь, свиязь и хохлатая чернеть. Между появлением первого и последнего видов проходило в среднем чуть больше месяца.

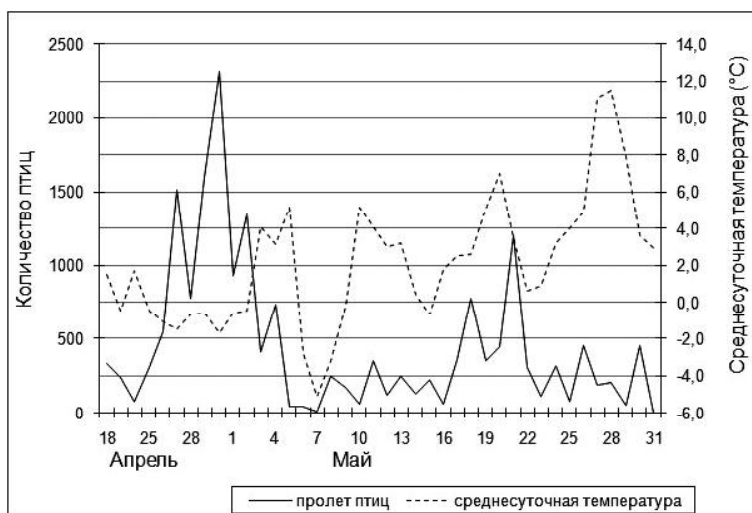


Рис. 1. Пролет гусеобразных и ржанкообразных весной 2008 г. и среднесуточные колебания температуры воздуха.

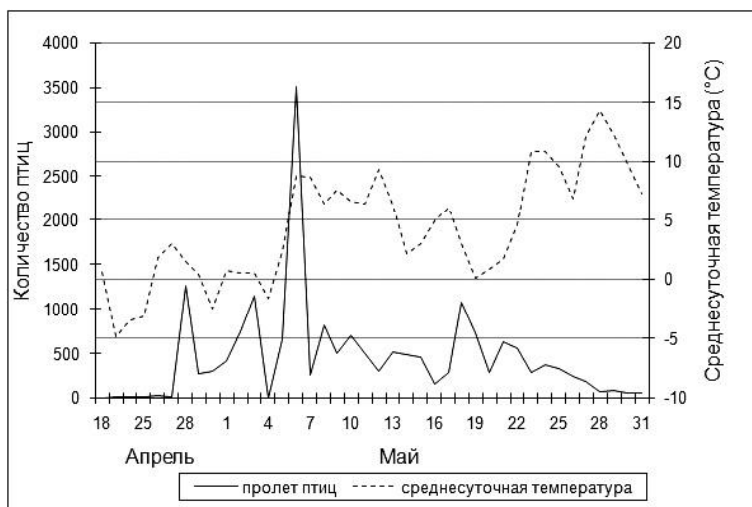


Рис. 2. Пролет гусеобразных и ржанкообразных весной 2009 г. и среднесуточные колебания температуры воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

Венгеров М.П. Перелеты птиц, гнездящихся в Коми АССР, по данным кольцевания // Известия Коми филиала Всесоюз. географ. об-ва, 1965. № 10. С. 93-101.

Естафьев А.А. Сроки прилета, размножения и отлета гнездящихся птиц таежной зоны бассейна реки Печоры // Фауна Урала и прилежащих территорий. Свердловск, 1982. Вып. 10. С. 25-34.

Кумари Э.В. Инструкция по изучению миграции птиц. Тарту, 1955. 28 с.

Родионов М.А. Весенний пролет некоторых водоплавающих птиц в СССР // Сообщение Прибалтийской комиссии по изучению миграций птиц. Тарту, 1967. № 4. С. 19-30.

Сокольский С.М. Пролет водоплавающих в верховьях Печоры // Тр. Печоро-Илычского гос. заповедника. М., 1964. Вып. XI. С. 83-124.

Теплов В.П. О распространении и пролете лебедя-кликун (Cygnus cygnus L.) в районе Печоро-Илычского заповедника // Тр. Бюро кольцевания. М., 1955. Вып. VIII. С. 171-173.

ФАУНА ЖУКОВ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ОСТРОВОВ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА

Н.А. Зубрий

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: 9052930111@mail.ru

Как известно, жесткокрылые – один из преобладающих отрядов энтомофауны высоких широт. При этом на Севере к одному из наиболее массовых семейств данного отряда относятся жуки жужелицы (Чернов и др., 2000). Начиная со второй половины XIX в. и до настоящего времени идет процесс накопления сведений о таксономическом составе фауны жужелиц севера таежной зоны и тундр. В том числе наши исследования фауны жужелиц островов Белого моря относятся к таковым.

Для проведения исследований были выбраны острова Соловецкого архипелага, являющегося крупнейшим в пределах Белого моря (в составе более 110 крупных и мелких островов) (Природная среда..., 2007).

По данным предыдущих исследований ранее на Соловках отмечалось 27 видов жужелиц (Горюнов, Фельдман, 1983). В силу того, что данные работы носили рекогносцировочный характер, было решено провести более детальную инвентаризацию фауны жужелиц Соловецких островов.

Жуков собирали в вегетационные сезоны 2008-2009 гг. на самых крупных островах архипелага: Большой Соловецкий, Большой Заяцкий, Муксолма, Анзер. Для этого были выбраны наиболее типичные биоценозы, представленные на Соловецких островах. Основным способом сбора жуков стал метод почвенных ловушек Барбера-Гейдемана. В качестве почвенных ловушек использовали пластиковые стаканы объемом 0.5 л и диаметром отверстия 93 мм (Barber, 1931; Skuhavy, 1956; Тихомирова, 1975). В каждом биоценозе устанавливали по 20-30 ловушек, по 10 в серии с расстоянием между соседними ловушками и линиями 10 м. В качестве фиксатора использовали 4%-ный раствор формалина. Выемку материала и замену фиксатора осуществляли раз в декаду. Название видов жужелиц принимается по каталогу жесткокрылых (Lobl, Smetana, 2003). В совокупнос-

ти было исследовано 17 биоценозов, установлено 430 почвенных ловушек и отработано 40762 ловушко-суток. Для изучения приводной фауны жужелиц проводили ручной сбор жуков на приводных местообитаниях: побережье моря, берега озер и временных водоемов.

По итогам работ 2008-2009 гг. фауна жуков жужелиц Соловецкого архипелага представлена 68 видами, относящимся к 27 родам (см. таблицу).

Таким образом, фауна жужелиц Соловецких островов содержит в два раза меньше видов по сравнению с материковой частью северной тайги Архангельской обл. (где отмечено 143 вида) (Шарова, Филиппов, 2004). Так, число видов в составе локальной фауны Соловецкого архипелага в два раза меньше, чем для Пинежского заповедника (68 и 102 вида соответственно), но при этом почти соответствует лесотундре п-ова Канин (74 вида) и числу видов в локальной фауне жужелиц лесотундровой зоны Канады, где отмечено обитание 65 видов жужелиц (Garry, 1993).

Видовая насыщенность родов на Соловецких островах составляет 2.52 вид/род, что сопоставимо с лесотундровой зоной п-ова Канин (2.74 вид/род), но почти в два раза меньше по сравнению с таковой на материке (3.98 вид/род).

Полученные данные показывают, что обеднение видового состава жужелиц на островах в составе северной тайги соответствует зональному сдвигу числа видов на одну подзону в материковой части европейского Севера.

Анализируя видовой состав жужелиц разных типов местообитания на Соловках можно сделать вывод, что на формирование их островной фауны оказали воздействие как экологические, так и исторические факторы. Так, отсутствие массовых и крупных видов, таких как *Pterostichus melanarius*, *Carabus granulatus* в составе разных типов местообитания на архипелаге, но характерных для материковой части северной

**Видовой состав и распределение видов по исследованным местам обитания жукелиц
на островах Соловецкого архипелага**

Вид	Типы местообитания							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Cicindela sylvatica</i> Linnaeus, 1758	+	+						
<i>Leistus terminatus</i> (Helwig in Panzer, 1793)	+	+						
<i>Nebria rufescens</i> (Ström, 1768)		+						+
<i>Notiophilus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	+			+			+	
<i>Notiophilus palustris</i> (Duftschmid, 1812)							+	
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	+				+		+	
<i>Calosoma auropunctatum</i> Hbst., 1784 *		+						
<i>Carabus glabratus</i> Paykull, 1790	+	+			+	+	+	+
<i>Carabus nitens</i> Linnaeus, 1758						+	+	
<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	+				+		+	+
<i>Blethisa multipunctata</i> (Linnaeus, 1758)								+
<i>Elaphrus riparius</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+					
<i>Elaphrus cupreus</i> Duftschmid, 1812			+					
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	+		+		+			
<i>Clivina fossor</i> (Linnaeus, 1758)	+							
<i>Dyschirius obscurus</i> (Gyllenhal, 1827)			+					
<i>Dyschiriodes globosus</i> (Herbst, 1783)				+				
<i>Dyschiriodes tristis</i> (Stephens, 1827)				+				
<i>Miscodera arctica</i> (Paykull, 1798)					+			
<i>Bembidion properans</i> (Stephens, 1829)	+		+	+				
<i>Bembidion bipunctatum</i> (Linnaeus, 1761)			+					
<i>Bembidion obliquum</i> Sturm, 1825			+					
<i>Bembidion chaudierei</i> Chaud., 1850 *				+				
<i>Bembidion semipunctatum</i> (Donovan, 1806)				+				
<i>Bembidion tinctum</i> Zetterstedt, 1828			+					
<i>Bembidion unicolor</i> Chaudierei, 1834				+				
<i>Bembidion doris</i> Panzer, 1797			+					+
<i>Bembidion quadrimaculatum</i> (Linnaeus, 1761)				+				
<i>Patrobus assimilis</i> Chaudierei, 1844	+						+	
<i>Poecilus versicolor</i> Sturm, 1824								
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	+	+			+		+	+
<i>Pterostichus minor</i> (Gyllenhal, 1827)	+							
<i>Pterostichus rhaeticus</i> Heer, 1838	+		+					+
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1797)	+	+	+	+	+			
<i>Pterostichus diligens</i> (Sturm, 1824)								
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	+						+	
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	+					+		
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	+						+	+
<i>Calathus erratus</i> C.R. Sahlberg, 1827		+						
<i>Agonum ericeti</i> (Panzer, 1809)								+
<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linnaeus, 1758)								+
<i>Agonum versutum</i> Sturm, 1824								+
<i>Agonum fuliginosum</i> (Panzer, 1809)	+		+					+
<i>Agonum sp.</i>								+
<i>Synuchus vivalis</i> (Illiger, 1798)	+							
<i>Amara communis</i> (Panzer, 1797)	+	+						
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)	+	+						
<i>Amara lunicollis</i> Schjødt, 1837	+	+						
<i>Amara nitida</i> Sturm, 1825	+	+						
<i>Amara erratica</i> (Duftschmid, 1812)		+						
<i>Amara bifrons</i> (Gyllenhal, 1810)		+						
<i>Amara eurynota</i> (Panzer, 1797)		+						
<i>Amara ovata</i> (Fabricius, 1792)		+						
<i>Amara tibialis</i> (Paykull, 1798)	+							
<i>Amara praetermissa</i> (C.R. Sahlberg, 1827)					+		+	
<i>Amara brunnea</i> (Gyllenhal, 1810)	+				+		+	
<i>Amara municipalis</i> (Duftschmid, 1812)	+							
<i>Curtonotus aulicus</i> (Panzer, 1797)	+		+		+			
<i>Dichirotrichus gustavii</i> Crotch, 1871 *				+				
<i>Dichirotrichus sp.</i>				+				
<i>Acupalpus meridianus</i> (Linnaeus, 1761)		+		+		+		
<i>Acupalpus parvulus</i> (Sturm, 1825)				+				
<i>Harpalus laevipes</i> Zetterstedt, 1838	+	+				+	+	
<i>Harpalus rufipes</i> (De Geer, 1774)		+				+		
<i>Harpalus affinis</i> (Schränk, 1781)	+							
<i>Harpalus progrediens</i> Schaumburg, 1922							+	
<i>Microlestes minutulus</i> (Goeze, 1777)	+							
<i>Cymindis vaporariorum</i> Linnaeus, 1758	+			+	+	+	+	
Итого	30	20	13	14	11	7	15	13

* Виды, впервые отмеченные для северной тайги Архангельской обл.

Условные обозначения: 1 – разнотравный луг; 2 – приморский луг; 3 – берега озер и временных водоемов; 4 – берег моря, морские выбросы; 5 – березовое криволесье; 6 – ворончатая пустынь; 7 – хвойный лес; 8 – верховое болото.

тайги и присутствие крупных видов южного происхождения, таких как *Calosoma auropunctatum*, подтверждает то, что не только экологические условия, но и исторический процесс заселения жуками севера Архангельской обл. внес весомый вклад в формирование их островной фауны.

Также к данному выводу приводит практически полное отсутствие арктических видов в составе островной фауны жуков. Из арктических видов и видов, тяготеющих к Арктике, на Соловках отмечены *Blethisa multipunctata*, *Notiophilus aquaticus*, *Nebria rufescens*, *Miscodera arctica*, но при этом необходимо отметить, что они распространены до зоны смешанных лесов (Чернов и др., 2000).

Также для фауны жуков Соловков характерно наличие Европейских видов, таких как *Carabus nitens* и отсутствие видов из Сибирской фауны, таких как *Bembidion foveum* и *Carabus schoenheri*, отмеченных для материковой части северной тайги Архангельской обл. (Шарова, Филиппов, 2004).

Условия островной изоляции повлияли на формирование фауны жуков Соловецкого архипелага, что отражается в низком таксономическом разнообразии и в структуре населения жуков разных типов местообитания.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ №10-04-00897, междисциплинарного проекта УрО РАН «Ландшафтно-зональные условия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере» и ФЦП «На-

учные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 гг.».

ЛИТЕРАТУРА

Горюнов Б.Г., Фельдман И.А. Некоторые сведения о фауне жуков (Coleoptera, Carabidae) Соловецких островов // Экспедиционный отчет. Архив Соловецкого государственного природного историко-архитектурного музея-заповедника, 1985. Т. 3. 4 с.

Природная среда Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата / Под ред. Ю.Г. Шварцмана, И.Н. Болотова. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 184 с.

Тихомирова А.Л. Учет почвенных беспозвоночных // Методы почвенно-зоологических исследований. М.: Наука, 1975. С. 73-85.

Чернов Ю.И., Макаров К.В., Еремин П.К. Семейство жуков (Coleoptera, Carabidae) в арктической фауне. Сообщение 1 // Зоол. журн., 2000. Т. 79. № 12. С. 1409-1420.

Шарова И.Х., Филиппов Б.Ю. Экология жуков лесов в дельте Северной Двины. Архангельск: Изд-во Поморского ун-та, 2004. 116 с.

Barber H. Traps for cave – inhabiting insects // J. Elisha Mitchell Sci. Soc., 1931. Vol. 46. № 3. P. 259-266.

Garry C.E. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of paleoenvironmental significance of the forest-tundra and open woodland of northern Manitoba, Canada // Coleopt. Bull., 1993. Vol. 47. 1. P. 89-106.

Lobl I., Smetana A. Catalogue of Palaearctic Coleoptera // Stenstrup., 2003. Vol. 1. P. 818.

Skuhravy V. Fallenfang und Markierung zum Studium der Laufkäfer // Beit. Ent., 1956. Bd 6. № 3/4. S. 285-287.

МАКРОЗООБЕНТОС КРУПНЫХ ОЗЕР ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

К.Н. Ивичева, И.В. Филоненко

Вологодская лаборатория ФГНУ ГосНИОРХ

E-mail: ksenya.ivicheva@gmail.ru

При изучении видового состава зообентоса в качестве основных объектов для сбора материала в прикладной науке служат наиболее крупные водоемы Вологодской обл. – озера Белое, Кубенское и Воже. В нашем случае материал был собран с мая по октябрь при помощи дночерпателя Петерсона (Белое озеро) и штангового дночерпателя (прочие водоемы). Грунт отмылся через капроновое сито № 17, организмы фиксировались 4%-ным раствором формалина. Идентификация организмов проводилась с помощью Определителя пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий издательства ЗИН РАН. Видовая диагностика моллюсков сборов 2009 г. проведена А.А. Фроловым (Мурманский морской биологический институт Кольского НЦ РАН).

Озера области достаточно сильно отличаются по своим характеристикам. Так, оз. Кубенское является мелководным водоемом (средняя глубина 2.5 м при площади 416 км²), что отра-

жается на структуре бентосного сообщества. Сезонная динамика определяет заметную амплитуду колебаний уровня воды по сравнению с другими озерами (Озеро Кубенское..., 1977). Структура бентосного сообщества зависит также от характера донных отложений, которые представлены в основном заиленными песками и глинистыми илами, богатыми органическими веществами.

В Белом озере глубины от берегов к центру нарастают постепенно, доходя в центральной части до 6.3 м. Озеро имеет форму почти правильного овала длиной 46 и шириной 33 км. Водоем подвержен воздействию ветров, что обеспечивает хорошее перемешивание водной толщи, подвижность грунта, повышенную мутность и малую зарастаемость высшей водной растительностью. Как следствие распределение донных отложений по акватории озера связано с его гидродинамикой. Взаимодействие этих двух факторов во многом определяют структуру бен-

тосного сообщества в различных участках водоема. Преобладающими типами грунтов являются пески, заиленные пески, глинисто-илистые отложения, располагающиеся концентрическими поясами. Эстуарные участки крупных притоков имеют выраженный конус песчаных наносов (Современное состояние..., 2002).

Площадь оз. Воже составляет около 417 км², средняя глубина 1.4-1.8, наибольшая – до 5 м. Максимальные глубины наблюдаются в южной части озера, северная же – мелководная. Зообентос оз. Воже характеризуется низкими показателями численности и биомассы, относительно небольшим видовым разнообразием, что связано с гидрологическими особенностями этого мелководного водоема. Преобладание плотных песчано-глинистых грунтов в северной части озера и восстановленных полужидких илов в южной части при интенсивном ветровом перемешивании неблагоприятно сказывается на развитии донных организмов (Гидробиология озер..., 1978).

По литературным данным в Вологодской обл. к экологической группе зообентос отнесено 1303 вида водных беспозвоночных (Разнообразие..., 2008). В систематическом отношении они распределяются следующим образом: тип Annelida включает в себя два класса: Oligochaeta (186 видов в 48 родах, 6 семействах), Hirudinea (19 видов в 12 родах, 5 семействах, 3 отрядах). Тип Mollusca: класс Gastropoda (104 вида в 22 родах, 11 семействах, 4 отрядах), класс Bivalvia (60 видов в 29 родах, 6 семействах, 3 отрядах). Тип Arthropoda: класс Crustacea (28 видов в 13 родах, 5 семействах, 4 отрядах), класс Insecta. Класс Insecta включает в себя следующие группы таксонов: отряд Ephemeroptera (47 видов в 18 родах, 13 семействах), Odonata (48 видов в 22 родах, 9 семействах), Plecoptera (7 видов в 6 родах, 4 семействах), Heteroptera (30 видов в 18 родах, 11 семействах), Coleoptera (77 видов в 39 родах, 12 семействах), Neuroptera (3 вида в 3 родах), Trichoptera (88 видов в 46 родах, 13 семействах), Lepidoptera (5 видов в 5 родах, 1 семействе), Diptera. Отряд Diptera состоит из следующих семейств: Chaoboridae (5 видов), Culicidae (32 вида в 4 родах), Chironomidae (482 вида в 98 родах, 5 подсемействах), Ceratopogonidae (18 видов в 8 родах), Thaumaleidae (1 вид), Simuliidae (32 вида, 7 родов), Tabanidae (30 видов в 6 родах), Sciomyzidae (1 вид).

В наших исследованиях в пробах преобладали представители класса Oligochaeta, типа Mollusca и семейства Chironomidae. Отряды Ephemeroptera и Trichoptera, семейство Chaoboridae отмечены преимущественно в реках и малых озерах. Помимо этого, в пробах также встречаются личинки семейства Syrphidae. Сборы моллюсков, проведенные в 2009 г., позволили расширить список класса Bivalvia до 74 видов, список отряда Trichoptera расширен до 47 родов и 93 видов. В общей сложности за сезон 2009 г. в

Кубенском озере обнаружено шесть видов из типа Mollusca, 12 видов и групп видов Chironomidae и по одному виду в отрядах Trichoptera и Ephemeroptera. В Белом озере были обнаружены четыре вида из типа Mollusca и девять видов и групп видов семейства Chironomidae. В оз. Воже найдены вид из отряда Ephemeroptera и восемь видов в семействе Chironomidae.

Для бентофауны Кубенского озера отмечено наличие 245 таксонов, в том числе 59 видов семейства Chironomidae, 47 видов типа Mollusca, 34 вида класса Oligochaeta. Средняя численность организмов составляет 2771.7 экз./м², средняя биомасса 7.2 г/м² (Озеро Кубенское..., 1977а). В 2009 г. максимальная численность в бентосном сообществе – 1037 экз./м², главным образом за счет семейства Chironomidae, обнаружена в мае. Биомасса при этом составила 1.6 г/м² (табл. 1). Максимальные показатели биомассы достигали 3.6 г/м² при численности 640 экз./м².

По нашим данным в этом водоеме встречаются следующие виды и группы видов: отряд Trichoptera – *Chaetopteryx villosa*; отряд Ephemeroptera – *Baetis inexpectatus* (*Acentrella inexpectatus*); семейство Chironomidae: *Clynotanypus nervosus*, *Eukiefferiella gracei*, *Glyptotendipes gripecoveni*, *Glyptotendipes paripes*, *Glyptotendipes glaucus*, *Glyptotendipes sp.*, *Parachironomus vitosus*, *Cryptochironomus gr. defectus*, *Harnishia fuscimana*, *Endochironomus albigenis*, *Endochironomus stackelbergi*, *Cladopelma sp.*; тип Mollusca – *Pisidium amnicum*, *Henslowiana henslowiana*, *Euglesa sp.*, *Euglesinae g. sp.*, *Dreissena polymorpha*, *Amesoda sp.*

Представители Chironomidae принадлежат к трем подсемействам: Tanypodinae (обнаружен один вид), Orthocladinae (1), Chironominae (10). Во всех сборах наблюдалось абсолютное преобладание подсемейства Chironominae (83.3%), что является типичным для исследуемой территории (Разнообразие..., 2008).

Для Белого озера в общей сложности указывается 106 видов и групп видов организмов (Антропогенное влияние..., 1981). В сборах гидробиологических проб 2009 г., проведенных во время ежегодной осенней траловой съемки, повсеместно обнаружены личинки семейства Chironomidae. Численность их варьировала от 480 до 1320 экз./м² при биомассе 1-6 г/м². Представители класса Oligochaeta достигали численности 560 экз./м² и биомассы 4.8 г/м², представители типа Mollusca – численности 160 экз./м² и биомассы 4.8 г/м² (табл. 2).

В пробах, собранных по различной методике за несколько полевых сезонов, были обнаружены следующие представители Chironomidae: *Tanypus villipenis*, *Procladius* подрод *Psilotanypus*, *Procladius* подрод *Holotanypus*, *Macropelopia nebulosa*, *Cricotopus sp.*, *Polypedium sp.*, *Chironomus sp.*, *Cryptochironomus ussouriensis*, *Cryptochironomus gr. defectus*. Все они относятся к трем подсемействам: Tanypodinae (4 вида и группы

Таблица 1
Средняя численность и биомасса зообентоса
Кубенского озера в 2009 г.

Группы организмов	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
Семейство Chironomidae	426.6	1.9
Класс Oligochaeta	360	0.7
Тип Mollusca	120	1.1
Прочие	160	0.5

Таблица 2
Средняя численность и биомасса зообентоса
оз. Белое в 2009 г.

Группы организмов	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
Семейство Chironomidae	880	3.2
Класс Oligochaeta	157	1.8
Тип Mollusca	37	0.7

Таблица 3
Средняя численность и биомасса зообентоса
оз. Воже в 2009 г.

Группы организмов	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
Семейство Chironomidae	135.8	1.0
Класс Oligochaeta	111.1	0.6
Отряд Trichoptera	24.7	0.1
Отряд Ephemeroptera	24.7	0.1
Прочие	12.3	0.1

видов), *Orthoclaudiinae* (1 род), *Chironominae* (4 вида и группы видов). По сравнению с другими озерами на Белом озере наблюдается наибольшее количество представителей *Tanypodinae* (44.4%). Среди Mollusca обнаружены *Amesoda scaldiana*, *Euglesa rivularis*, *Henslowiana polonica*, *Pisidium amnicum*. Также на Белом озере наблюдается небольшое разнообразие таксонов и групп видов. Скорее всего, это связано со спецификой отбора основной массы проб во время траловой съемки, которая производится в глубоководной части озера. Эта область озера характеризуется однообразием условий для существования бентосных сообществ.

Для оз. Воже отмечено 148 видов организмов из 16 систематических групп. Максимальная численность бентосных организмов в северной части озера может достигать 2700 экз./м², при этом иметь незначительную биомассу – 2.5 г/м². В южной части озера максимальная биомасса бентоса составляла 17.7 г/м² при численности 960 экз./м² (Гидробиология озер..., 1978).

В августе 2009 г. в пробах бентоса на этом водоеме преобладали представители семейства *Chironomidae*, типа Mollusca и класса Oligochaeta. Также встречены представители отрядов Trichoptera, Ephemeroptera и класса Hirudinea. Общая численность была невелика, а в некоторых пробах организмы полностью отсутствовали. В августе 2009 г. максимальная численность кормового зообентоса составила 666.6 экз./м², максимальная биомасса – 3.5 г/м². Средние показатели зообентоса оз. Воже, без учета представителей типа Mollusca, представлены в табл. 3. Максимальная численность крупных экземпляров Mollusca на одной из станций оз. Воже достигала 222.2 экз./м² при биомассе 4.8 г/м². В другом случае наблюдалась максимальная биомасса 462.6 г/м² при численности 74.1 экз./м².

В материале, собранном в 2008-2009 гг., в этом водоеме были найдены следующие виды и группы видов: из отряда Ephemeroptera – *Caenis robusta*; семейства *Chironomidae*: *Macropelopia nebulosa*, *Cricotopus gr. tibialis*, *Corynoneura gr. scutellata* (предположительно *Corynoneura arctica*), *Eukiferiella clavipennis*, *Polypedium gr. nubiculosum*, *Microtendipes gr. pedellus*, *Stictochironomus classiforceps*, *Endochironomus albipennis*.

Представители семейства *Chironomidae* принадлежали к трем подсемействам: *Tanypodinae* (1 вид), *Orthoclaudiinae* (3), *Chironominae* (4). Обнаружено наибольшее среди всех водоемов количество видов подсемейства *Orthoclaudiinae* (37.5%). Часто в пробах встречаются личинки *Endochironomus albipennis*. Один организм был идентифицирован как *Corynoneura arctica*.

Таким образом, за счет новых организмов видовой состав водных беспозвоночных Вологодской области, относящихся к экологической группе зообентос, может быть расширен до 1322 видов.

ЛИТЕРАТУРА

- Антропогенное влияние на крупные озера Северо-Запада СССР. Часть II: Гидробиология и донные отложения озера Белого. Л.: Наука, 1981. 254 с.
- Гидробиология озер Воже и Лача. Л.: Наука, 1978. 276 с.
- Озеро Кубенское. Часть I. Гидрология. Л.: Наука, 1977. 308 с.
- Озеро Кубенское. Часть III. Зоология. Л.: Наука, 1977. 168 с.
- Разнообразие водных беспозвоночных Вологодской области. Вологда, 2008. 128 с.
- Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2002. 368 с.

ПОЙМЕННЫЕ ЛЕСА КАК КЛЮЧЕВЫЕ МЕСТООБИТАНИЯ РЕДКИХ ГРУПП И ВИДОВ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ НА СЕВЕРЕ

А.А. Колесникова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kolesnikova@ib.komisc.ru

Пойменные леса представляют собой центры биологического разнообразия и являются участками обитания редких групп и видов беспозвоночных, в том числе реликтов послеледникового периода (Kuhle, 1998). Эти сообщества относятся к категории лесных ключевых биотопов, так как характеризуются наличием: 1) специализированных (краснокнижных) видов; 2) индикаторных видов; 3) экологических характеристик (биологических и ландшафтных ключевых элементов), необходимых для существования специализированных и индикаторных видов (Пыстина и др., 2010). Пойменные леса – динамичные экосистемы, отличающиеся высоким видовым богатством растений и животных (Angelstam et al., 1997). Отличительными признаками пойменных почв являются: затопление пойменных почв паводковыми водами; пышное развитие травянистой растительности, аккумулирующей большое количество азота и зольных элементов питания; высокая населенность незаболоченных пойменных почв микроорганизмами и почвообитающими животными. В силу некоторых особенностей водно-воздушного режима пойменных почв там складываются своеобразные комплексы беспозвоночных, отличающиеся от комплексов почвенных обитателей на водоразделах более высоким разнообразием. При этом в геологически древних почвах (Центральная Амазония) с долговременными циклами устойчиво чередующихся наземной и водной фаз обитают эндемичные виды беспозвоночных, а в молодых экосистемах (Центральная Европа) фауна сформирована эвритопными видами (Adis, Junk, 2002). Обогащение мезофауны в пойменных лесах может происходить в результате временного заселения аллювиальных почв водными беспозвоночными (Колесникова, Лаптева, 2008), так как здесь формируются временные водоемы, представляющие важные местообитания для гидробионтов (Williams, 2006).

Нами проведены исследования по выявлению состава и численности почвенной мезофауны, в том числе редких групп и видов в пойменных березово-осиновых лесах, расположенных в подзонах средней (бассейн р. Сысола) и северной (бассейн р. Печора) тайги. Количественные учеты мезофауны проведены в мае-сентябре 2003-2005 гг. в среднетаежном пойменном лесу, в июне-октябре 2006-2009 гг. в северотаежном пойменном лесу.

В результате проведенных работ в пойменных лесах выявлены такие малочисленные группы почвенных беспозвоночных, как многоножки из семейств Geophilidae и Polyzoiiidae, пред-

ставители отрядов Pseudoscorpiones и Rhabdiptera (см. таблицу).

Таксономический состав многоножек в пойменных лесах европейского Севера беден по сравнению с аналогичными лесами Центральной Европы. Например, в Чехии в пойменных лесах разного возраста (3 года, 30 и 80 лет) зарегистрировано 12 видов многоножек из родов *Lithobius*, *Geophilus*, *Strigamia*, *Schendyla*. В исследуемом регионе губоногие многоножки представлены родами *Lithobius* и *Geophilus*, диплоподы – родами *Polyzonium* и *Leptojulus*. Все отмеченные в регионе виды многоножек регулярно встречаются в пойменных березово-осиновых лесах и не всегда регистрируются в сосновых и еловых. Род *Lithobius* представлен тремя видами – *L. curtipes*, *L. crassipes*, *L. forficatus*, многочисленными в таежной зоне европейского Севера. *Geophilus flavus* встречается в пойменных луговых и лесных экосистемах. Несмотря на тот факт, что в пойменных лесах на структуру населения многоножек существенно влияют регулярные весенние и осенние паводки, *G. flavus* практически сразу после затопления занимает доминирующую позицию в сообществе многоножек (Tajovsky, 2005). Таким образом, *G. flavus*, обладая низкой численностью в рассмотренных березово-осиновых лесах, приспособлен к обитанию в таких условиях. Отмеченный в среднетаежном пойменном лесу *Polyzonium germanicum* является редким видом со статусом 3. Это индикаторный вид старовозрастных лесов: в Центральной Европе встречается в подстилке и гнилой древесине лиственных лесов, расположенных вдоль рек, в Республике Коми обитает в осиновых, березово-осиновых и еловых лесах. Отличается ранней весенней активностью. Дольше других многоножек выживает в субстратах, затопленных водой, – в среднем 688.2 часа (Tufova, Tuf, 2005).

Ложноскорпионы в пойменных лесах европейского Севера встречаются в единичных экземплярах (см. таблицу). В среднетаежном лесу они встречались в разные годы на участке высокой

Таксономический состав и количество (экз.) редких почвенных беспозвоночных в пойменных березово-осиновых лесах

Таксон	Средняя тайга, 2003-2005 гг.	Северная тайга, 2006-2009 гг.
Geophilidae	2	9
Polyzoiiidae	4	Не обнаружен
Pseudoscorpiones	3	2
Rhabdiptera	Не обнаружен	2

поймы – в мае, на участках средней и низкой поймы – в сентябре. В северотаежном лесу они отмечены только на участке высокой поймы в июле 2009 г. Ранее было показано, что численность ложноскорпионов в пойменных лесах Германии повышается в ответ на рост численности коллембол, которые являются основным кормом ложноскорпионов.

Верблюдки – еще одна малочисленная группа насекомых в пойменных лесах (см. таблицу). Нами были обнаружены две личинки *Raphidia ophiopsis* в подстилке березово-осинового леса, расположенного в северной тайге. Этот вид является редким со статусом 3, распространен в Северной и Центральной Европе. В Республике Коми известны единичные находки этого вида в подзонах средней и северной тайги. Обитает только в лесных биотопах, ранее отмечен исключительно в хвойных лесах. Как взрослые насекомые, так и личинки – хищники. Личинки очень подвижные, развиваются под корой в основаниях стволов деревьев; могут быть встречены в лесной подстилке. Личинка проходит 9-11 возрастов, ее развитие продолжается от одного года до двух лет. Окукливание происходит в колыбельке, которую личинка строит из кусочков коры. Удивительной особенностью верблюдок является способность их куколки к активному передвижению. За три часа до выхода имаго куколка покидает свою колыбельку и бежит по трещинам коры или в подстилке. Зимует обычно личинка, иногда куколка.

Пойменные березово-осиновые леса, являясь ключевыми местообитаниями редких групп и видов почвенных беспозвоночных на Севере, представляют особую ценность для сохранения их популяций.

Исследования проведены при финансовой поддержке программы президиума УрО РАН «Научные основы сохранения биоразнообразия России» (проекты: «Средообразующие функции аллювиальных почв и формирование биоразно-

образия пойменных ландшафтов европейского Северо-Востока России», «Выявление закономерностей формирования биоразнообразия; взаимосвязей макро- и микроорганизмов и их роли в трансформации органического вещества в почвах пойменных лесов европейского Северо-Востока России»), гранта Правительства Республики Коми и РФФИ (09-04-98808 *р_север_а*) «Животное население почв пойменных экосистем европейского Севера».

ЛИТЕРАТУРА

Ключевые местообитания редких и охраняемых видов в среднетаежных лесах Республики Коми / *Т.Н. Пыстина, Г.В. Железнова, А.А. Колесникова* и др. Лесоведение, 2010. № 1. С. 3-11.

Колесникова А.А., Лантева Е.М. Динамика таксономической структуры мезофауны в гидроморфных почвах пойменных лесов // Проблемы изучения краевых структур: Матер. II Междунар. конф. Саратов, 2008. С. 120-121.

Adis J., Junk W. Terrestrial invertebrates inhabiting lowerland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review. *Freshwater biology*, 2002. Vol. 47. P. 711-731.

Biodiversity and sustainable forestry in European forests: how East and West can learn from each other / *P.K. Angelstam, V.M. Anufriev, L. Balciuskas et al.* *Wildlife Society Bulletin*, 1997. Vol. 25. № 1. P. 38-48.

Kuhle J.C. Spatial patterns of distribution of earthworms in a hardwood floodplain forest // *Soil zoological problems in Central Europe*. Ceske Budejovice, 1998. P. 125-134.

Tajovsky K. Long-term changes of soil macrofauna (Oniscidea, Diplopoda, Chilopoda) in a floodplain forest after a disastrous summer flood // *Floodplains – hydrology, soils, fauna and their interactions: Abstr. of the intern. symp.* Gorlitz, 2005. P. 24.

Tufova J., Tuf I.H. Survival under water – comparative study of millipedes (Diplopoda), centipedes (Chilopoda) and terrestrial isopods (Oniscidea) // *Contributions to soil zoology in Central Europe I*. Ceske Budejovice, 2005. P. 195-198.

Williams D.D. The biology of temporary waters. Oxford University press, 2006. 337 p.

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ РЕКИ ВАГА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Комарова, А.Е. Улютичева

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: komarova_aleksan@mail.ru

Введение

Водная среда – это один из наиболее уязвимых компонентов биосферы, который под влиянием хозяйственной деятельности человека существенно изменяется. Водоемы загрязняются в основном в результате сброса в них сточных вод от промышленных предприятий и населенных пунктов, в результате чего изменяются физические свойства воды (повышается температура, уменьшается прозрачность, появляется окраска). Это приводит к резкому нарушению условий воспроизводства обитающих в

них видов рыб и оказывает отрицательное влияние на количественные и качественные показатели других гидробионтов (Моисеев, 1997).

В соответствии с концепцией С.С. Шварца (1969), любое изменение условий жизни животных прямо или косвенно связано с изменением энергетического баланса, что неизбежно приводит к соответствующим морфофункциональным сдвигам (увеличение относительных размеров сердца, почек, повышение концентрации гемоглобина в крови и т.д.). При изменениях в образе жизни, которые связаны с обитанием в более

суровом климате, животные несут большие энергетические затраты.

Для диагностики антропогенных воздействий и прогнозирования вероятных изменений используют различные методы. Одним из таких методов исследования является метод морфофизиологических индикаторов, применение которого позволяет судить не только о функциональной деятельности организмов, но и о состоянии среды.

Цель нашей работы – проведении сравнительного анализа морфофизиологических показателей у разных видов рыб реки Вага. Поставленная цель предполагала решение следующих задач: 1) проанализировать зависимость относительного веса внутренних органов разных видов рыб от образа жизни; 2) определить наиболее чувствительные морфофизиологические индикаторы изменения условий обитания в водоеме.

Материалы и методика исследований

Отлов рыбы осуществлялся в р. Вага в летний период 2009 г. Для вылова применяли ставные сети, спиннинг и удочки. Всего было исследовано 112 разновозрастных особей. Рыбу сначала взвешивали, измеряли длину, после чего проводилось вскрытие и определялся вес внутренних органов. Индексы органов вычислялись как соотношение их веса к тушке рыбы (масса рыбы без внутренних органов) (Смирнов и др., 1972). Рассчитывались индексы следующих органов: гонады, печень, сердце, жабры, селезенка. Сердце вместе с венозным синусом извлекали из полости. Печень взвешивали без желчного пузыря. Для извлечения жаберного аппарата вентральные концы жаберных дуг отделяли от стенок тела, а дорзальные – от основания черепа и от глоточных зубов. Одновременно с этим у каждой особи определяли возраст, пол, стадия зрелости гонад, наполнение кишечника и ожирение.

Характеристика условий местообитания

Вага – крупнейший левый приток Северной Двины. Длина реки составляет 575 км, в том числе 210 км относится к Вологодской и 365 км – Архангельской областям. Она берет начало из болот на Ваго-Сухонском водоразделе и протекает по лесистой местности. Река имеет обширный водосборный бассейн площадью 44800 км². Территория ее водосбора находится в пределах Тотемского, Тарногского, Сямженского и Верховажского районов Вологодской обл. Форма долины реки трапециообразная шириной 4 км и высотой склонов до 50 м. Русло извилистое, местами образует озеровидные расширения. Питание реки преимущественно снеговое. Полово-

дые начинается в конце апреля и продолжается полтора-два месяца. На р. Вага расположены города Вельск и Шенкурск, а также с. Верховажье. В реку осуществляется сброс хозяйственно-бытовых сточных вод от этих и других более мелких населенных пунктов. Кроме того, длительное время по реке сплавляли лес. Все это приводит к тому, что в воде р. Вага содержание некоторых загрязняющих веществ превышает установленную норму (Доклад..., 2009).

Принадлежность р. Вага к бассейну Северной Двины, большая протяженность, слабая антропогенная нарушенность создают благоприятные условия обитания для многих видов рыб. В составе ихтиофауны р. Вага насчитывается 19 видов рыб из пяти отрядов. В наших исследованиях в 2009-2010 гг. отмечено семь видов (хариус, щука, плотва, язь, елец, окунь, ерш). В уловах преобладали плотва и окунь.

Результаты исследований

Метод морфофизиологических индикаторов как подход к оценке адаптивной реакции организмов, приобрел большую популярность в исследованиях в 1970-е гг. в связи с развитием идей С.С. Шварца (1969). На основании анализа индикаторов можно сделать заключение о физиологии интересующих видов и далее на их основе и о состоянии популяции. Можно проследить характер воздействия на нее внешних условий. На морфологию рыб и индексы органов оказывают влияние такие условия, как температура воды, обеспеченность кормом, кислородный режим, химический состав. У рыб в качестве морфоиндикаторов чаще используют жабры, сердце, печень, гонады и селезенку. В большинстве случаев при увеличении уровня загрязнения относительный вес органов повышается. Например, при увеличении токсической нагрузки у рыб происходит наращивание массы сердца, печени и селезенки. В то же время индексы органов зависят от образа жизни и различаются у разных видов (Мойсеенко, 1997).

При исследовании рыб из р. Вага наибольший индекс сердца (3.33‰) наблюдается у ерша (см. таблицу). Это связано с особенностями поведения этого вида, в частности, со способом питания. Ерш – бентосоядная рыба, и сам способ добывания пищи требует большого расхода энергии. Неожиданно низким оказывается индекс сердца у щуки (1.93‰). Она уже к концу пер-

Индексы органов рыб р. Вага

Виды рыб	Среднее значение индекса органов, ‰				
	Гонады (самки/самцы)	Сердце	Печень	Жабры	Селезенка
Щука	41.7±38.8/15.0±5.55	1.93±0.14	9.53±5.08	27.91±1.81	2.18±0.18
Елец	159.5±15.92/12.5±0.62	2.63±0.18	9.15±0.59	20.83±1.07	3.03±0.32
Язь	6.9±0.007/5.2±1.33	2.8±0.4	12.13±1.15	22.21±2.32	–
Плотва	75.6±5.20/34.8±4.52	2.15±0.08	10.68±0.47	20.03±0.6	3.45±0.2
Окунь	39.0±16.87/67.5±2.29	2.43±0.13	11.97±1.19	37.38±1.38	2.8±0.5
Ерш	107.1±24.8/93.8±3.82	3.33±0.34	13.61±1.89	48.88±1.61	2.67±0.11

вого года жизни переходит к хищному способу питания – сначала молодью, а затем и крупными рыбами. Таким образом, индекс сердца у нее должен быть не меньше, чем у рассмотренного уже ерша. На самом деле он намного ниже. Это можно объяснить способом добывания пищи. Щука не способна к длительной погоне за жертвой, а добывает себе пищу из засады коротким, но стремительным рывком. Хотя рывок и требует значительной затраты энергии, но столь непродолжительно, что вся эта энергия должна быть уже накоплена в мышцах; за столь короткий период сердце не успеет подвести необходимую энергию (в виде глюкозы и кислорода) с кровью. У плотвы, ельца и язя индексы сердца выше, чем у щуки. Являясь одним из объектов питания щуки, данные виды в процессе эволюции в целях самосохранения выработали способность к более длительному мышечному напряжению. Что позволяет им развивать большую скорость и поддерживать ее более длительное время, чем хищникам. Например, у плотвы сам тип питания (планктон, водная растительность, моллюски) предполагает, что особи данного вида совершают более длительные кормовые миграции (Смирнов и др., 1972).

Величина индекса печени связана с обеспеченностью пищей и образом жизни рыб. Наибольший индекс печени наблюдается у ерша и составляет 13.61‰ (см. таблицу). Ерш – рыба относительно малоподвижная, поэтому он способен переносить длительное голодание, что возможно и следует связать с большими размерами печени (накопление гликогена и жиров). По данным таблицы также видно, что у ельца, окуня, щуки и плотвы индексы печени довольно близки: 9.15, 11.97, 9.53, 10.68‰ (см. таблицу). Щука и окунь – типичные хищники, а плотва и елец – мирные рыбы. Поэтому близкие значения индексов у этих видов говорят о том, что способ питания не является ведущим в определении относительного веса печени. Таким образом, относительный вес печени является индикатором на степень соответствия между обеспеченностью пищей и потребностью в ней. В условиях напряженных пищевых отношений печень оказывается относительно меньшей, чем

в более благоприятных условиях (Смирнов и др., 1972). Наиболее высокий индекс селезенки отмечен у плотвы (3.45‰) по сравнению со щукой (2.18), окунем (2.8) и ершом (2.67). Такие различия можно объяснить типом питания. Ранее было отмечено, что у животных, питающихся растительной пищей, индекс селезенки выше (Смирнов и др., 1972). Плотва относится к растительноядным видам. Окунь, щука и ерш в течение всей жизни питаются кормом животного происхождения, поэтому имеют более низкие индексы селезенки. У ельца выявлено промежуточное значение данного индекса, что можно объяснить смешанным типом питания.

Выводы

При сопоставлении индексов органов разных видов рыб, можно выстроить следующие ряды. Так, например, индекс гонад у самок уменьшается в ряду елец > ерш > плотва > щука > окунь > язь; сердца: ерш > язь > елец > окунь > плотва > щука; печени: ерш > язь > окунь > плотва > щука > елец; жабр: ерш > окунь > щука > язь > елец > плотва; селезенки: плотва > елец > окунь > ерш > щука.

Исследования рыб реки Ваги показали, что 1) относительный вес внутренних органов у разных видов рыб зависит от образа жизни, а именно, от типа питания, от способа добычи пищи, от обеспеченности кормом; 2) наиболее чувствительными индикаторами на изменение условий среды могут служить индексы сердца, печени и селезенки.

ЛИТЕРАТУРА

- Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2008 году. Вологда, 2009. 232 с.
- 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 // Тр. СевНИОРХ. Петрозаводск, 1972. Т. 7. 168 с.
- Шварц С.С. Эволюционная экология животных // Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1969. Вып. 65. 200 с.

ФОРМИРОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЗОФАУНЫ ПО ГРАДИЕНТУ ВЛАЖНОСТИ В СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Т.Н. Конакова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: konakova@ib.komisc.ru

Хвойные леса Республики Коми представляют собой длительно существующие саморегулирующиеся экосистемы, одним из основных элементов которых являются беспозвоночные. Целостность и функционирование почвенной ме-

зофауны способствуют устойчивому развитию биоценозов. В таежных лесах исследуемого региона численность и видовое разнообразие беспозвоночных определяются в первую очередь характером растительного опада и типом почвы.

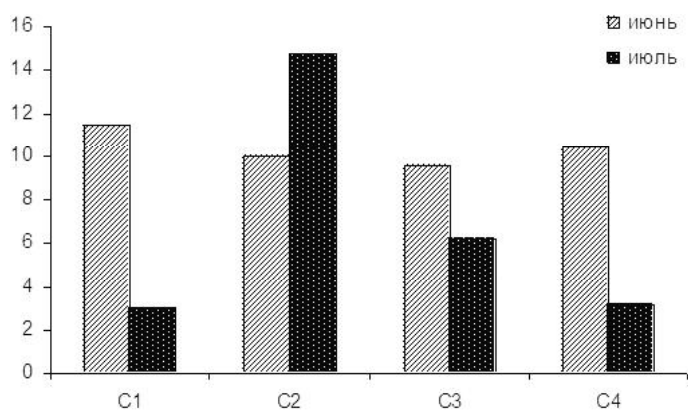
Высокий уровень численности и разнообразия почвенных обитателей характерен для ельников черничных и зеленомошных, формирующихся на хорошо дренированных подзолистых почвах. Застойное переувлажнение в ельниках сфагновых обуславливает снижение численности беспозвоночных и упрощение состава почвенной фауны (Биопродукционный процесс..., 2001). В сосняках самая высокая численность и видовое многообразие почвенных беспозвоночных наблюдаются в ксеро-, мезо- и мезофитных биотопах с хорошо развитой подстилкой. Повышенная сухость и избыточное увлажнение приводят к количественному и качественному обеднению комплексов почвенного населения (Кривоуцкий, Рубцова, 1987). Доказано, что жу-желицы и другие таксоны почвенной мезофауны тонко реагируют на почвенно-растительные, гидротермические и микроклиматические условия (Шарова, Филиппов, 2004; Белова, 2009).

Цель данной работы – выявление закономерностей формирования и распределения мезофауны по градиенту влажности в еловых и сосновых лесах Республики Коми. Нами были заложены экологические профили с учетом градиента влажности. Первый профиль представлен ельниками черничного (Е1), чернично-зеленомошного (Е2) и сфагнового (Е3) типов, второй – сосняками лишайникового (С1 – зрелый лес, С2 – молодое насаждение), зеленомошно-лишайникового (С3) и сфагнового (С4) типов. Для сбора материала применяли стандартные методы почвенно-зоологических исследований (Методы исследования..., 2003). Работы вели в летне-осенний период 2008-2009 гг.

В обследованных ельниках зарегистрировано 14 таксонов крупных почвенных беспозвоночных. Такие группы, как Lithobiidae, представленные единственным видом *Monotarsobius curtipes*, Araneae и Opiliones многочисленны в составе мезофауны. В подстилке ельника черничного (Е1) встречаются Mollusca, Lumbricidae, многочисленны Formycidae. Ранее в этом ельнике были зарегистрированы единичные особи кивсяка *Polizonium germanicum* (Конакова, Колесникова, 2007). Carabidae в исследуемых ельниках представлены восемью видами (*Bembidion femoratum*, *Calathus micropterus*, *Carabus glabratus*, *Cychrus caraboides*, *Pterostichus oblongopunctatus* и др.). Часто в подстилке ельников встречаются *P. oblongopunctatus* – транспалеарктический неморальный вид и *C. micropterus* – один из самых распространенных доминантов в хвойных лесах. Среди семейства Staphylinidae зарегистрировано девять видов: *Zyras humeralis*, *Acidota crenata*, *Arpedium quadrum*, *Othius punctulatus*, *Philonthus politus*, *Platydracus fulvipes*, *Quedius fuliginosus*, *Staphylinus erythropterus*, *Tachinus elongatus*. Доминантами являются *Z. humeralis* и *Ph. politus* – лесные виды. В ельниках обитают представители семейств Curculionidae, Elate-

ridae, Cantharidae, отрядов Heteroptera, Hymenoptera, Diptera, Homoptera. Многолетняя динамика численности почвенной мезофауны в коренных еловых лесах имеет нерегулярный характер и определяется естественными межгодовыми колебаниями условий среды. Предыдущие шестилетние исследования показали, что в ельнике черничном численность варьирует от 55 до 143 экз./м² (Биопродукционный процесс..., 2001; Конакова, Колесникова, 2007). Уловистость почвенной мезофауны имеет ярко выраженную сезонную динамику. Например, в мае 2009 г. на участке Е1 уловистость составила 7.8 экз./10 лов.-сут., на участке Е2 – 11.0, на участке Е3 – 14.3. В июле 2009 г. на участках Е1 и Е3 отмечен резкий спад уловистости до 2.1 и 6.6 экз./10 лов.-сут. соответственно, на участке Е2 уловистость осталась прежней. В рассмотренных ельниках значительна доля зоофагов и полифагов. Сапрофильные группировки представлены дождевыми червями и личинками Diptera. Роль фитофагов не значительна. В спектре экологических групп преобладают лесные виды.

В обследованных сосняках выявлено 13 таксонов крупных почвенных беспозвоночных. Здесь многочисленны Araneae, Lithobiidae, Formycidae. Семейство Carabidae представлено семью видами (*Calathus micropterus*, *C. melanoccephalus*, *Cymindis vaporarium*, *Notiophilus aquaticus*, *N. palustris*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *P. strenuus*). Абсолютным доминантом в сосновых лесах является *C. micropterus* – циркумаркто-бореальный вид. Семейство Staphylinidae представлено следующими видами: *Lathrobium brunnipes*, *Quedius boopoides*, *Xantholinus tricolor*, *Stenus flavipalpis*, *Lordithon speciosus*, *Drusilla canaliculata*, *Acidota crenata*, *Bolitobius cingulata*, *Mycetoporus lepidus*, *Ocypus fuscatus*, *Staphylinus erythropterus*. К доминантам относится *D. canaliculata* – трансевразийский бореомонтанный вид. В сосняках зеленомошно-лишайникового типа (С3) преобладает *A. crenata* – эвритопный вид. Из семейства Elateridae в сосняках отмечены личинки мезофильного вида *Athous subfuscus*. Из семейства Curculionidae массово представлен *Hylobius abietis* – один из опаснейших вредителей сосны. Также отмечены представители отрядов Heteroptera, Hymenoptera, Homoptera. В лишайниковом (С1) и сфагновом (С4) сосняках зарегистрированы тараканы (Blattidae). В среднетаежных сосновых лесах отмечены самые низкие значения численности мезофауны (от 11 до 160 экз./м²) (Биопродукционный процесс..., 2001). Общая численность мезофауны в экологическом ряду сосняков, отражающем градиент увеличения увлажнения местообитаний, изменяется следующим образом: низкая в сосняках лишайникового и сфагнового типов (С1 – 19.2 экз./м², С2 – 17.6, С4 – 16.0), высокая в сосняке зеленомошно-лишайникового типа (С3 – 44.8 экз./м²). Динамика уловистости мезофауны в сосновых ле-



Динамика уловистости мезофауны (экз./10 лов.-сут.) в основных лесах (C1-C4).

сах такова: в зрелых сосновых лесах с разным режимом увлажнения (C1, C3, C4) этот показатель максимален в июне и снижается к июлю. В молодом сосновом насаждении уловистость беспозвоночных выше в июле, что объясняется обилием представителей семейства Formycidae в этот период (см. рисунок). На всех участках преобладают зоофаги, в конце мая 2009 г. зарегистрированы фитофаги из семейства Curculionidae. Долгоносики обычны в сосняках весь вегетационный период, однако наиболее активны в мае-июне. По биотопической приуроченности преобладают виды эвритопной и лугово-лесной групп.

Еловые леса отличаются большим богатством почвенных беспозвоночных, чем сосновые леса. Комплексы беспозвоночных в еловых лесах черничного и чернично-зеленомошного типов характеризуются высоким видовым разнообразием по сравнению с аналогичным сообществом в ельнике сфагнового типа. В сосняке зеленомошно-лишайниковом отмечены высокие ви-

довое богатство и численность мезофауны, закономерно снижающиеся в лесах лишайникового и сфагнового типов. В сосняке и ельнике по среднему градиенту увлажнения самые разнообразные сообщества крупных почвенных беспозвоночных.

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

- Белова Ю.Н. Комплексы жужелиц коренных среднетаежных лесов (на примере Вологодской области) // Современные проблемы науки и образования, 2009. № 3. С. 14-20.
- Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера. СПб.: Наука, 2001. 278 с.
- Конакова Т.Н., Колесникова А.А. Структурная организация почвенной мезофауны в ельниках черничных // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. I (XIV) Всерос. молодежной науч. конф. Сыктывкар, 2007. С. 109-111.
- Кривошукский Д.А., Рубцова Э.И. Зависимость формирования почвенной мезофауны сосняков и лиственничников от гидротермического режима почвы // Влияние гидротермического режима на структуру и функционирование биогеоценозов: Тез. докл. Всесоюз. совещ. Сыктывкар, 1987. С. 130-131.
- Методы исследования структуры, функционирования и разнообразия детритных пищевых сетей. Методическое руководство / Под ред. А.Д. Покаржевского, К.Б. Гонгальского, А.С. Зайцева. М., 2003. 100 с.
- Шарова И.Х., Филиппов Б.Ю. Экология жужелиц лесов в дельте Северной Двины. Архангельск: Поморский университет, 2004. 116 с.

О ЗООПЛАНКТОНЕ РЕКИ СЫСОЛА

О.Н. Кононова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kon@ib.komisc.ru

Река Сысола представляет собой крупнейший приток р. Вычегда. Общее протяжение водотока составляет 487 км. По длине и площади водосбора (17.2 тыс. км²) водоток относят к категории средних рек. Бассейн Сысолы насчитывает порядка 200 притоков и большое количество озер. Как и практически все реки республики, Сысола имеет смешанное питание с преобладанием снегового. По химическому составу воды реки гидрокарбонатно-кальциевые. Характеризуются высоким содержанием органических веществ и соединений железа. Низкая минерализация в верховьях повышается к устью. Активная реакция вод – близкая к нейтральной.

Основными источниками загрязнения являются коммунально-бытовые и сельскохозяйственные стоки, кроме того, большое влияние на состояние реки оказывают последствия проводимого ранее молевого сплава леса. Несмотря на то, что с середины 90-х гг. прошлого столетия молевой сплав на реке был прекращен, разложение большого количества затонувшей древесины продолжает оказывать негативное влияние на химический состав ее вод и, соответственно, водных организмов.

К одной из характерных черт р. Сысола можно отнести усиленную боковую эрозию, которая приводит к оползням ее берегов, образованию обширных мелей, что, в свою очередь, оп-

ределяет формирование высших водных растений, которые представлены здесь весьма бедно. Водные макрофиты на реке можно встретить в основном на мелководных участках с низкими скоростями течения (произрастающих единично или небольшими группами). Наибольшее развитие водные растения получают в заводях, где складываются наиболее благоприятные гидрологические и гидрохимические условия. Среди водных растений доминируют рдесты – злаколистный, плавающий, стеблеобъемлющий, кубышка желтая, элодея канадская, ряска малая и шелковник Кауфмана.

В гидробиологическом плане р. Сысола изучена крайне слабо. К настоящему времени данные о зоопланктоне реки были основаны на единичных пробах, собранных в начале 40-х гг. прошлого века О.С. Зверевой. Некоторое представление о фауне низших раков можно получить и из материалов по дрейфу водных беспозвоночных, по исследованиям, проведенным д.б.н. В.Н. Шубиной во второй половины 80-х гг. прошлого столетия. Как видно из вышесказанного, исследования зоопланктона водотока до настоящего времени носили эпизодический характер и давали весьма поверхностное понимание о его составе и структуре.

Вместе с тем, достаточно хорошо известно значение планктонных организмов в водных сообществах. Быстро реагируя на смену изменяющихся экологических условий, зоопланктеры способствуют поддержанию экологического баланса водоемов. Как среднее звено трофических цепей, играют большую роль в круговоротах вещества и энергии в водных экосистемах. Тонко реагируя на физико-химические факторы среды, многие из них служат в качестве индикаторных организмов сапробности.

В августе 2008 г. нами были начаты комплексные гидробиологические исследования р. Сысола, включающие изучение бентосных и зоопланктонных сообществ водных беспозвоночных, а также высших водных растений. Пробы зоопланктона, послужившие материалом для настоящего доклада, были отобраны в августе 2008 г. практически по всему продольному профилю р. Сысола, а также еженедельно с мая по октябрь 2009 г. (в двух пунктах, расположенных в среднем и нижнем течении реки примерно в 50 км друг от друга). Сбор и обработку полевого материала выполняли принятыми в гидробиологии методами (Киселев, 1969). Индивидуальный вес организмов зоопланктона рассчитывали по формулам (Балушкина, Винберг, 1979; Ruttner-Kolisko, 1977). Грунт в пунктах отбора проб преимущественно песчано-илистый или песчано-глинистый, глубина в прибрежье до 1 м, на плесах – в среднем 1.5-2, максимальная – до 5 м. Температура водной поверхности в прибрежье изменялась в пределах 14-19 °С. На отрезке в 10 км выше с. Кажим Сысола течет в коренных берегах, русло относительно ус-

тойчиво, высшая водная растительность хорошо развита, ниже этого участка река сильно меандрирует.

В результате проведенных исследований в зоопланктоне водотока выявлено 87 видов планктонных организмов. Наряду с ними семь таксонов определены до рода и один – до семейства в связи с их редкостью и сложностью определения видовой принадлежности. Наиболее разнообразно в реке были представлены коловратки – 61 видом и формой. Ветвистоусые и веслоногие раки были менее значимы и составляли 26 видов и восемь видов и форм соответственно.

Найдены новые для водотоков бассейна р. Вычегда виды коловраток – *Aspelta angusta* Harring et Myers, *Asplanchna girodi* Guerne, *Brachionus bennini* Leissling, *Lecane unguolata* (Gosse), *Testudinella mucronata* (Gosse), *Lindia* sp., *Ptygura* sp. Среди ветвистоусых раков это представитель семейства Daphniida – *Daphnia pulex* Leydig.

Находки *A. girodi*, *L. unguolata* и *Testudinella mucronata* были зафиксированы также и в небольшом непроточном озере, расположенном в пойме р. Сысола, в 2008 г. Довольно крупная (общая длина до 1.5 мм) планктонная коловратка *Asplanchna priodonta* Gosse найдена только в реках Вычегда и Сысола, причем в первом водотоке были отмечены обе ее формы: *A. priodonta priodonta* Gosse и *A. p. helvetica* Imhof, во втором – только *A. p. helvetica*.

Видовое разнообразие планктонных организмов по продольному профилю реки распределено неравномерно. Максимальное видовое обилие зоопланктона в период исследований мы наблюдали в приустьевом участке реки близ Сыктывкара в районе Заречья. Увеличение видовой насыщенности зоопланктеров от истоков к устью в целом характерно для большинства равнинных рек.

Видовой состав зоопланктеров на всех станциях был своеобразен, максимального сходства достигали планктонные сообщества на участках, расположенных в верхнем течении реки. Зоопланктон на остальных исследованных участках Сысолы, несмотря на сходство биотопов, достаточно разнородным, уровень сходства менее 12%, максимальное отличие видового состава наблюдали на приустьевом участке водотока.

Высокие показатели численности планктонных животных по продольному профилю реки наблюдали на станциях у поселков Койгородок (4.8 тыс. экз./м³), Ясног (4.8) и близ района Заречье (5.9). Как и в целом по реке, большую часть обилия зоопланктона здесь формируют коловратки, составляя 63-86%. Известно, что эта группа организмов наиболее приспособлена для обитания в текучих водах. На участке у с. Койгородок доминировали придонные и фитофильно-литоральные виды, эвпланктонные формы здесь немногочисленны. В рачковом планктоне доминировали фитофильные и фи-

тофильно-литоральные виды, более характерные для озерных вод. На участке у пос. Ясног среди коловраток преобладали виды, предпочитающие как придонные слои, так и обитающие в толще воды, в то время как среди рачков многочисленными были планкто-бентосные формы. В приустьевом участке в ротаторном планктоне, как и в рачковом, лидировали в большей степени эвпланктонные виды. Необходимо отметить, что на всем протяжении реки многочисленными были неполовозрелые формы веслоногих раков, составлявшие на отдельных участках до 80% численности сообществ низших ракообразных.

Биомасса зоопланктона р. Сысола невысокая, максимально – 0.2 г/м³, что определяется доминированием здесь мелких коловраток и рачков. Большие значения биомассы планктонных организмов мы наблюдали в приустьевом участке реки.

Работа была выполнена в рамках научного проекта Президиума УрО РАН для молодых ученых и аспирантов УрО РАН «Сообщества водных организмов в малых водоемах бассейна р. Вычегда в среднем течении в условиях долговременных изменений окружающей среды».

ЛИТЕРАТУРА

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: ЗИН АН СССР, 1979. С. 58-79.

Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1. Вводные и общие вопросы планктологии. Л.: Наука, 1969. 658 с.

Ruttner-Kolisko A. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers // Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. Struttgart, 1977. Н. 8. Р. 71-76.

ПОЧВЕННЫЕ НЕМАТОДЫ ПОЙМЕННОГО ХВОЙНО-МЕЛКОЛИСТВЕННОГО ЛЕСА БАСЕЙНА РЕКИ ПЕЧОРА

А.А. Кудрин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: allkudrin@gmail.com

Почва является сложной биогенной структурой, один из центральных компонентов которой – почвенная биота. Почвенные нематоды, являясь составной частью почвенной биоты, играют важную роль во многих процессах, протекающих в почве. 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. Также благодаря метаболизму нематод в почву выделяется большое количество веществ в доступной для растений, бактерий и других организмов форме. Кроме того, нематоды – наилучшие индикаторы изменения почвенных условий, вызванных как естественными причинами, так и деятельностью человека (Neher, 2001).

Имеется достаточное количество работ по характеристике сообществ почвенных нематод различных лесных биотопов (Yeates, 1972; Даниленко, 2001 и др.), однако изучение свободноживущих нематод пойменных лесов практически не производилось (Johnson et al., 1971).

Пойменные экосистемы, в отличие от водоразделов, формируются под воздействием особых условий, что приводит к высокой биологической активности пойменных почв, численность и видовой состав почвообитающих беспозвоночных животных является здесь значительно больше, чем на водоразделах (Добровольский, 1968).

Цель нашей работы – дать характеристику и выявить особенности сообщества нематод пойменного хвойно-мелколиственного леса бассейна р. Печора.

Исследуемый участок (64°51' с.ш., 57°38' в.д.) смешанного хвойно-мелколиственного леса с высокотравьем из *Aconitum septentrionale*, *Crepis sibirica*, *Geranium silvaticum* и др. расположен в пойме среднего течения р. Печора, в 15 км от пос. Кедровый Шор (подзона северной тайги). Пойменный лес сформирован на аллювиальной лугово-лесной почве, которая относится к типу луговых пойменных почв.

Пробы отбирались с июня по сентябрь 2009 г. случайным образом в восьмикратной повторности из наиболее заселенных нематодами горизонтов почвы А0 и А1. Всего за период исследования отобраны 64 пробы. Численность нематод определяли в экз./100 г сухой почвы. Экстракцию проводили в течение 48 ч из образца почвы массой 50 г при помощи модифицированного метода Бермана. Нематод фиксировали 4%-ным формалином с последующим изготовлением временных глицериновых препаратов. Идентификацию до рода проводили под инверсионным световым микроскопом при увеличении ×400. Эколого-трофические группы нематод выделяли согласно классификации Ятса (Yeates et al., 1993). Для изучения пространственного распределения нематод в исследуемом биотопе был выбран участок размером 240×180 см, на котором в сентябре 2009 г. регуляр-

ным образом отобрано 48 (6×8) почвенных проб с глубины 0-5 см буром диаметром 2.5 см. Обработку данных проводили в программе Vesper, построение карты плотности нематод – в программе Surfer 9.

В результате исследования зарегистрирован 41 род почвенных нематод, относящихся к 24 семействам и девяти отрядам (табл. 1). В верхнем горизонте A0 отмечено 39 родов, в нижнем A1 – 32. Впервые для Республики Коми отмечено пять родов почвенных нематод (*Diphterophora*, *Malenchus*, *Eumonhystera*, *Pratylenchoides*, *Gracilancia*). По численности преобладают семейства *Tripylidae* и *Mononchidae*. Отряд *Telenchida* лидировал по таксономическому разнообразию, а отряд *Dorylaimida* – по численности. Численность нематод в верхнем горизонте почвы составила 3260 ± 374 экз./100 г сухой почвы, в нижнем – 504 ± 99 . Уменьшение численности и разнообразия с увеличением глубины согласуется с многочисленными данными литературы (Павлюк, 1980; Даниленко, 2001).

За период исследования были отмечены нематоды, относящиеся к шести эколого-трофическим группам, наиболее многочисленными из них были хищники, бактериотрофы и политрофы (табл. 2). Одной из особенностей данного биотопа является доминирование хищных нематод, что нехарактерно для лесных почв (Павлюк, 1980; Даниленко 2001). Особенности в трофической структуре нематод пойменного леса объясняются высокой биологической активностью пойменных почв (Добровольский, 1968) и наличием большого числа трофических связей, предполагающих высокую численность хищных форм нематод (Ferris et al., 2001).

В основном распределение экологических групп по горизонтам было сходным, но с увеличением глубины в их соотношении происходили изменения: возрастание доли паразитических нематод и уменьшение хищных форм (рис. 1).

В результате исследования пространственного распределения нематод построена карта,

которая позволяет сделать вывод о неравномерном распределении нематод в почве пойменного леса. Выделено два пятна повышенной плотности нематод диаметром около 1 м (рис. 2), которые соответствуют двум деревьям, располагавшимся на площадке.

Полученные результаты согласуются с данными Клирономоса (1999), показывающими, что

Таблица 1

**Таксономическое разнообразие нематод
смешанного хвойно-мелколиственного леса поймы р. Печора**

Род	Семейство	Трофическая группа	A0	A1
<i>Diphterophora</i> *	Diphtherophoridae	М	+	+
<i>Ditylenchus</i>	Anguinidae	М	+	+
<i>Aphelenchoides</i>	Aphelenchoididae	М	+	+
<i>Filenchus</i>	Tylenchidae	А	+	+
<i>Malenchus</i> *	Tylenchidae	А	+	+
<i>Aglenchus</i>	Tylenchidae	А	+	+
<i>Tylenchus</i>	Tylenchidae	А	+	+
<i>Lelenchus</i>	Tylenchidae	А	+	
<i>Coslenchus</i>	Tylenchidae	А	+	+
<i>Tripyla</i>	Tripylidae	Х	+	+
<i>Tobrilus</i>	Tripylidae	Х	+	+
<i>Clarcus</i>	Mononchidae	Х	+	+
<i>Prionchulus</i>	Mononchidae	Х	+	+
<i>Iotonchus</i> *	Mononchidae	Х	+	+
<i>Mononchus</i>	Mononchidae	Х	+	
<i>Miconchus</i> *	Mononchidae	Х	+	+
<i>Mesodorylaimus</i>	Dorylaimidae	П	+	
<i>Dorylaimus</i>	Dorylaimidae	П		+
<i>Eudorylaimus</i>	Qudsianematidae	П	+	+
<i>Aporcelaimus</i>	Aporcelaimidae	П	+	+
<i>Aporcelaimellus</i>	Aporcelaimidae	П	+	+
<i>Metateratocephalus</i>	Teratocephalidae	Б	+	+
<i>Teratocephalus</i>	Teratocephalidae	Б	+	+
<i>Bastiana</i>	Oxystominidae	Б	+	
<i>Anaplectus</i>	Plectidae	Б	+	+
<i>Wilsonema</i>	Plectidae	Б	+	
<i>Plectus</i>	Plectidae	Б	+	+
<i>Panagrolaimus</i>	Panagrolaimidae	Б	+	
<i>Eumonhystera</i> *	Monhysteridae	Б	+	
<i>Chiloplacus</i>	Cephalobidae	Б	+	+
<i>Acrobeloides</i>	Cephalobidae	Б	+	+
<i>Alaimus</i>	Alaimidae	Б	+	+
<i>Prismatolaimus</i>	Prismatolaimidae	Б	+	
<i>Rhabditis</i>	Rhabditidae	Б	+	+
<i>Tylenchorhynchus</i>	Belonolaimidae	Пр	+	+
<i>Pratylenchus</i>	Tylenchulidae	Пр	+	
<i>Paratylenchus</i>	Tylenchulidae	Пр	+	+
<i>Heterodera</i>	Heteroderidae	Пр	+	+
<i>Pratylenchoides</i> *	Pratylenchidae	Пр	+	+
<i>Helicotylenchus</i>	Hoplolaimidae	Пр	+	+
<i>Gracilancia</i> *	Tyldorinae	Пр		+
Всего			39	32

Примечание. Б – бактериотрофы; М – микотрофы; П – политрофы; А – нематоды, ассоциированные с растениями; Пр – паразиты растений; Х – хищные.

* Впервые обнаруженные в Республике Коми рода нематод.

Таблица 2
Трофические группы почвенных нематод
смешанного хвойно-мелколиственного леса
поймы р. Печора

Трофическая группа	A0	A1
Микотрофы	125±42	15±6
Ассоциированные с растением	356±58	48±14
Хищники	1168±172	61±15
Политрофы	546±112	108±14
Бактериотрофы	791±130	142±42
Паразиты растений	293±50	168±29

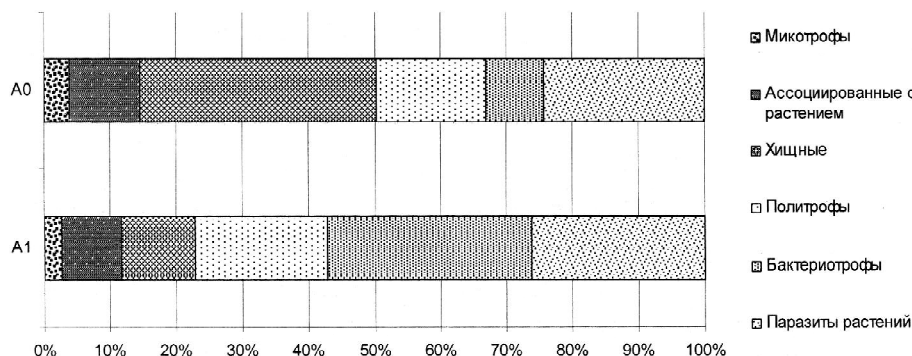


Рис. 1. Соотношение трофических групп нематод различных горизонтов почвы.

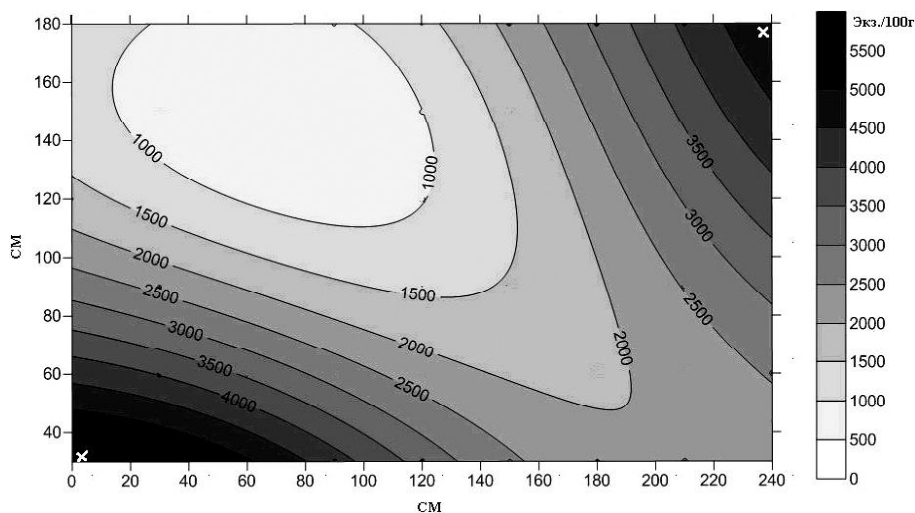


Рис. 2. Пространственное распределение нематод на участке пойменного леса. По оси абсцисс – расположение деревьев на площадке.

в лесах пространственное распределение нематод часто отражает зону влияния и расположения отдельных деревьев, в результате чего происходит формирование пятен повышенной плотности нематод диаметром около 1 м.

Таким образом, исследуемый пойменный лес имеет обычный набор родовых таксонов почвенных нематод с типичным распределением по горизонтам. Набор экологических групп также обычен, но численное их соотношение отличается от других лесных биотопов, наблюдается

очень высокая доля хищных форм нематод. Пространственное распределение нематод отражает зону влияния и расположения отдельных деревьев, с формированием пятен диаметром около 1 м.

Автор выражает благодарность Л.И. Груздевой за помощь в определении материала, а также Е.М. Лаптевой, А.А. Таскаевой, О.В. Шахтаровой, А.А. Колесниковой за помощь в сборе материала и всестороннюю поддержку.

Исследования выполнены при поддержке гранта Правительства Республики Коми и РФФИ (09-04-98808 p_север а), программы Президиума Российской академии наук № 23 (проект «Выявление закономерностей формирования биоразнообразия, взаимосвязей макро- и микроорганизмов и их роли в трансформации органического вещества в почвах пойменных лесов европейского Северо-Востока»).

ЛИТЕРАТУРА

Даниленко Д.Г. Почвенные нематоды подзоны средней тайги Республики Коми // Фауна и экология беспозвоночных животных европейского Северо-Востока России. Сыктывкар, 2001. С. 15-19. (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 166).

Добровольский Г.В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. М.: Изд-во МГУ, 1968. 295 с.

Ferris H., Bongers T., de Goede R.G.M. A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept // Applied Soil Ecology, 2001. Vol. 18. P. 13-29.

Johnson S.R., Ferris V.R., Ferris J.M. Nematode community structure of forest woodlots: I. Relationships based on

similarity coefficients of nematode species // Journal of Nematology, 1972. Vol. 4. P. 175-183.

Neher D. Role of nematodes in soil health and their use as indicators // Journal of Nematology, 2001. Vol. 4. P. 161-168.

Yeates G.W. Nematode of the Danish beach forest. I. Methods and general analysis // Oikos, 1972. Vol. 23. P. 178-189.

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 // Journal of Nematology, 1993. Vol. 4. P. 315-331.

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАУНЫ И НОВЫЕ НАХОДКИ ВЫСШИХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

О.И. Кулакова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: iduna@rambler.ru

История исследований фауны чешуекрылых на европейском Северо-Востоке России насчитывает уже более ста лет. В 1925 г. в известной статье Н.Я. Кузнецова, посвященной сибирским и американским элементам в лепидоптерофауне Северной Европы, были приведены материалы по дневным бабочкам, собранные во время экспедиций Э. Гофмана, братьев Кузнецовых, Журавского второй половины XIX–начала XX вв. Но целенаправленное изучение чешуекрылых в регионе началось в середине XX в. и связано было, прежде всего, с именем К.Ф. Седых, который с 1946 по 2006 г. собирал материалы во многих географических точках Республики Коми. С середины 1990-х гг. в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН ежегодно собираются и систематизируются данные по разным направлениям науки о чешуекрылых. Накопленный материал позволяет уже в настоящее время начать изучение состояния фауны высших чешуекрылых в хронологическом аспекте, т.е. выявить изменения в структуре лепидоптерофауны, произошедшие за последние десятилетия.

Изменения в структуре фауны, которые выявляются в процессе многолетней инвентаризации, можно разделить на две основные категории. Первую составляют находки новых для региона видов, вторая связана с изменением распределения и численности популяций чешуекрылых в пределах рассматриваемого региона. Находки новых для региона видов связаны, обычно, с обнаружением локальных популяций вида в периферическом кружеве их ареалов или с расселением бабочек из сопредельных территорий.

Особняком в данном списке стоят виды-двойники, которые выявляются в ходе специальных фенотипических или молекулярно-генетических исследований. Так, интенсивное изучение в последние десять лет морфологии копулятивных органов, мт ДНК и биологии беляночек рода *Leptidea* позволило установить, что на территории средней и северной тайги Республики Коми распространено не два вида (*Leptidea sinapis* и *L. morsei*), как считалось ранее, а три. В выборках был обнаружен вид-двойник беляночки *Leptidea sinapis* – беляночка *L. reali*, северную границу распространения которой проводили в зоне смешанных лесов (Большаков и др., 2007).

Чередой теплых зим и относительно жарких летних периодов, наблюдавшихся с конца 90-х гг. XX в., способствовала проникновению в регион некоторых суббореальных лесных и даже степных видов. В частности, в Прилузском р-не Рес-

публики Коми на границе южной и средней тайги в последнее десятилетие зарегистрированы виды степного ландшафтного комплекса: желтушка шафранная (*Colias croceus*), белянка хлопчатника (*Pontia chloridice*), суббореальная шашечница опоясанная (*Melitaea cinxia*), неморальная перламутровка лаодика (*Argynnis laodice*), а также бархатница суворовка (*Melanargia russiae*). В 2009 г. в черте г. Сыктывкар на пустырях были обнаружены многочисленные особи желтушки ракушечниковой (*Colias myrmidon*), основной ареал которой располагается в лесостепной полосе и северных степях.

Большинство перечисленных видов надо относить к числу случайных мигрантов, которые в регионе не образуют постоянных или даже временных популяций. Но теоретически их ассимиляция, особенно на различного рода антропогенных участках, вполне возможна. Например, в 2007 г. на самом юге Республики Коми и в дер. Прокопьевка Прилузского р-на нами была обнаружена локальная, но довольно многочисленная популяция короткохвостки *Everes argiadae*. Очевидно, что данный вид проник сюда только в последнее десятилетие, так как в 1990-х гг. в данной местности он не регистрировался. На территории Русской равнины сейчас наблюдаются заметное расширение ареала и увеличение численности этого вида в северном направлении. Данное явление надо связывать с некоторыми потеплениями климата в последние годы, а также с антропогенным увеличением опушечных и луговых местообитаний в южнотаяжных лесах. Близкий вид короткохвостки *Everes alcatas* на европейском Северо-Востоке России локально встречается до северной тайги включительно, преимущественно в районах с повышенным рельефом (Тиманский кряж, Северные увалы, Жежим-Парма, Очъярма), где много скалистых речных берегов, обрывов, выходов известняков и коренных пород. В отличие от *Everes argiadae* этот вид является в регионе осколком неморальной фауны термического максимума голоцена.

Именно с подобным осколочным распространением в периферическом кружеве ареалов связана другая категория находок новых для региона видов чешуекрылых. Во время инвентаризации энтомофауны Сойвинского заказника С.В. Пестовым была поймана пеструшка *Neptis sappho*. Это самая северная находка вида на территории Русской равнины. Ранее он регистрировался только на крайнем юге Кировской обл., т.е. на сотни километров южнее. Бабочка была поймана в пойменном лабазниково-разнотрав-

ном березняке возле выходов коренных пород («каменных щек»), которые часто встречаются по берегам рек Южного Тимана. Очевидно, что это не единичный мигрант, а представитель островной популяции, которая сохранилась за пределами сплошного распространения со времени одного из термических максимумов голоцена. Близкий вид – пеструшка *Neptis rivularis* встречается тоже локально, но проникает на Тимане и Урале до 66° с.ш. и даже был отмечен на восточном макросклоне Полярного Урала в северной лесотундре. Много подобных находок делается на севере Уральского хребта. В 2001 г. на Полярном Урале нами обнаружена медведица *Platarctia atropurpurea*, ареал которой до этого считался берингийским.

Другие изменения в структуре региональной лепидоптерофауны связаны с расселением и увеличением численности видов чешуекрылых в пределах региона. В настоящее время суббореальные чешуекрылые активно продвигаются на север за счет временного потепления климата, антропогенной трансформации коренных темнохвойных сообществ во вторичные мелколиственные и хвойно-мелколиственные леса и увеличения на водоразделах опушечных и кустарниковых местообитаний. В этом отношении показательна история распространения большой лесной перламутровки (*Argynnis paphia*). До последней четверти XX в. она встречалась только в подзоне южной тайги, что подтверждается многолетними наблюдениями К.Ф. Седых (1977). К середине 1980-х гг. данный вид достиг широты г. Сыктывкар, в 1989 г. его первая группировка была зафиксирована на лесных вырубках в окрестностях г. Ухта на границе средней и северной тайги. В настоящее время это довольно обычный, местами многочисленный вид, распространенный до крайнесеверной тайги. Экспансия вида на север наблюдается также на северо-западе Русской равнины и Урале (Болотов, 2004). Сейчас он встречается на Приполярном Урале, а единичные бабочки ранее зафиксированы на восточном макросклоне Полярного Урала.

В 2005-2007 гг. на юге Республики Коми (60-61° с.ш.) было выявлено пять локальных группировок хвостоносца подалирия (*Iphiclidae podalirius*) общей численностью около 300 особей. Развитие гусениц вида проходило на черемухе, рябине и яблонях, растущих в населенных пунктах, а успешной зимовке куколок способствовали мягкие зимы в этот период.

Любопытен характер распространения на северо-востоке Русской равнины ванессы чернорыжей (*Nymphalis xanthomelas*). Некоторые авторы считают этот вид суббореальным мигрантом, проникающим в тайгу и Гипоарктику из широколиственных лесов. Однако наши многолетние наблюдения свидетельствуют об ином. Вид весьма обычен в полосе лесотундры и в под-

зоне южной кустарниковой тундры, где заселяет ивняковые сообщества, преимущественно пойменные. Очевидно, что *Nymphalis xanthomelas* в Заполярье проходит весь цикл развития. Появление относительно многочисленных бабочек в самом начале вегетационного сезона свидетельствует о том, что они здесь успешно перезимовывают. Регулярно встречаются гусеницы на ивах, в том числе стелющихся (*Salix reticulata*). Подобные особенности экологии характерны для вида и на Полярном Урале.

Некоторые элементы южных лепидоптерофаун проникли на изучаемую территорию и в прежние годы, но потом долгое время не регистрировались здесь. Голубянка *Glaucopsyche alexis* впервые для региона была указана К.Ф. Седых на основании единственной находки в окрестностях Сыктывкара в 1959 г. В последующие десятилетия ее здесь не регистрировали. В 2004 г. в городе обнаружена многочисленная группировка этой голубянки. Местами обитания бабочкам служат заброшенные и мало используемые железнодорожные пути, поросшие донником, клевером, люцерной и горошками. Плотность имаго на подобных участках может достигать до 5 экз./м². В 2006 г. несколько особей *G. alexis* были отмечены в пригороде Ухты (63° с.ш.) в бобовых фитоценозах вдоль железной дороги, служащей, очевидно, своеобразным коридором на север.

Изменение климата в сторону потепления и расширение антропогенных местообитаний способствовали увеличению численности и проникновению на север многих обычных видов лесной зоны. Так, голубянка *Cyaniris semiargus* – характерный представитель таежной зоны – за два последних десятилетия значительно расширила свой ареал в полосе лесотундры и в южной тундре. Например, на ст. Сейда (северная лесотундра, 67° с.ш.) единичные особи этой голубянки впервые были отмечены в 1993 г. К 2007 г. здесь сформировалась многочисленная локальная популяция, местами обитания которой являются бобовые фитоценозы вдоль железной дороги. Плотность вида достигает 7-10 экз./м². В 2008 г. *C. semiargus* обнаружен в городской черте Воркуты, а по долине р. Печора проникает до Нарьян-Мара. Несомненно, что распространение вида происходит на фоне потепления климата за счет строительства линейных коммуникаций, вдоль которых появляются рудеральные сообщества с участием бобовых.

Надо сказать, что прошлый 2009 г. является очень примечательным в плане новых находок и фактов проникновения чешуекрылых в северном направлении. Например, в черте г. Сыктывкар прошлым летом были очень многочисленны такие виды, как павлиноглазка дневная (*Inachis io*), адмирал (*Vanessa atalanta*). Репейница (*Vanessa cardui*) до 2000 г. регистрировалась как единичный мигрант в таежной зоне

Республики Коми. В настоящее время ее ареал вышел за пределы Полярного круга, где она успешно перезимовывает на стадии имаго. В прошлом году в среднем течении р. Тобыш в подзоне крайнесеверной тайги была обнаружена многочисленная группировка этого вида. Плотность гусениц на некоторых участках пойменных лугов достигла до 10-15 экз./м². Развитие гусениц здесь происходило в основном на пижме, а не на бодяках и чертополохе, чего до этого никогда не отмечалось.

В заключение хотелось бы отметить, что на картину распределения чешуекрылых на европейском Северо-Востоке России в настоящее время очень мощное влияние оказывает человеческая деятельность. Она значительно расширяет спектр и площади местообитаний видов на таежных и тундровых водоразделах. Можно прогнозировать, что динамика структуры населения и хронологические отношения булавосых

чешуекрылых в природных сообществах в дальнейшем будут определяться в основном антропогенными фактором.

ЛИТЕРАТУРА

Болотов И.Н. Многолетние изменения фауны булавосых чешуекрылых (Lepidoptera, Diurna) северной тайги на западе Русской равнины // Экология, 2004. № 2. С. 141-147.

Большаков Л.В., Татаринов А.Г., Кулакова О.И. Самые северные местонахождения видов рода *Leptidea* Billberg, 1820 (Leptidea: Pieridae) в Республике Коми // Эверсманния, 2007. Вып. 11-12. С. 88-89.

Седых К.Ф. Новые виды, подвиды и дополнения к фауне чешуекрылых Коми АССР // Географические аспекты охраны флоры и фауны на Северо-Востоке европейской части СССР. Сыктывкар, 1977. С. 97-108.

Kusnezov N.J. Some new Eastern and American elements in the fauna Lepidoptera of Polar Europa // ДАН СССР, 1925. Серия А. С. 119-122.

ВОЗРАСТ ПЕРЕХОДА НА САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ДЕТЕНЬШЕЙ ВОДЯНОЙ ПОЛЕВКИ (*ARVICOLA TERRESTRIS*)

Т.Е. Любая

Институт систематики и экологии животных СО РАН

E-mail: elektra_t@inbox.ru

Известно, что у большинства видов млекопитающих физическое состояние самки положительно связано с ее показателями плодовитости, интенсивностью размножения, а следовательно, и с репродуктивным успехом, поскольку вынашивание и воспитание потомства сопряжено со значительными издержками и, в первую очередь, с высокими затратами вещества и энергии (Gittleman, Thompson, 1988). Физиологической платой репродукции является снижение способности к последующему зачатию, обусловленное истощением организма самки текущим репродуктивным актом, экологической – снижение устойчивости организма к неблагоприятным внешним и внутривидовым воздействиям (Reznick, 1992).

Тактика получения и расходования энергии на цели размножения отличается у разных видов животных. У незрелорождающих млекопитающих, к которым относится водяная полевка, наиболее затратен для самки период лактации. У этого вида, как и некоторых других представителей грызунов (Knorr et al., 1973), вспомогательным источником энергии и веществ при возникновении их дефицита, связанного с продукцией молока, являются жировые и другие резервы тела, накапливаемые в период беременности (Назарова, Евсиков, 2008).

Мелкие грызуны с их высоким метаболизмом способны создавать только небольшие запасы тела. Поэтому размножающейся самке необходимо оптимально распределить свои ре-

сурсы на обеспечение жизнеспособности, текущей и будущей репродукции, чтобы увеличить собственную приспособленность. В поздние сроки лактации обостряется конфликт между матерью и потомством (Trivers, 1974). Сокращение количества молока с увеличением возраста детенышей, снижение его энергетической стоимости, количества в нем белка и кальция и последующий переход детенышей на питание твердой пищей предотвращают опасное для жизни самки чрезмерное истощение организма.

Цель данной работы – определение возраста перехода на самостоятельное питание детенышей водяной полевки и влияющие на него факторы.

Исследования проводили с июля по октябрь 2009 г. на водяных полевках виварной колонии Института систематики и экологии животных СО РАН. Колония основана в 1984 г. и с тех пор для снижения инбридинга регулярно пополняется особями из исходной популяции (окрестности дер. Лисьи Норки Убинского р-на, Новосибирская обл.). Животных содержали в клетках (25×25×48 см) при свободном доступе к воде и корму (зерновая смесь, морковь и свежая трава), при фотопериоде, приближенном к естественному. В качестве гнездового материала использовали сено.

Возраст перехода детенышей на самостоятельное питание определяли по методу Кинга (King et al., 1963). Молодых полевок экспериментальной группы (по одной-восемь особей) отса-

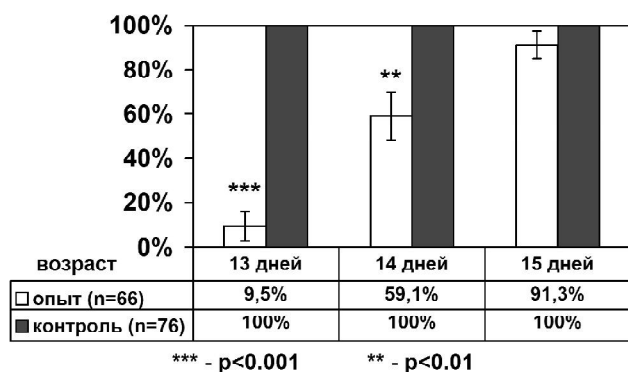


Рис. 1. Доля детенышей, масса тела которых не уменьшилась за сутки.

живали на одни сутки от матери (т.е. лишали их молочного вскармливания). До начала теста и после его окончания измеряли массу тела животных. Считается, что возраст перехода на самостоятельное питание наступил, если детеныш при отъеме от матери на сутки не теряет массу тела. В эксперименте использовали полевок 13-, 14- и 15-дневного возраста (день рождения считался нулевым днем) ($n_{13} = 21$, $n_{14} = 22$, $n_{15} = 23$). Контрольных животных такого же возраста оставляли с матерью ($n_{13} = 27$, $n_{14} = 28$, $n_{15} = 21$).

Установлено, что в экспериментальной группе доля детенышей, которые не теряли массу тела за время опыта, увеличивалась от 13-го к 15-му дню жизни, и в возрасте 15 дней она не отличалась от контроля (рис. 1). При сравнении средней величины прироста массы тела у животных экспериментальной и контрольной групп оказалось, что в первой она была достоверно меньше, чем во второй (рис. 2).

С помощью корреляционного анализа было определено, что у молодых полевок экспериментальной группы относительный прирост массы тела за период теста сильнее связан с возрастом детенышей ($r = 0.64$, $p < 0.01$), а не с массой тела в начале теста ($r = 0.43$, $p < 0.01$), числом детенышей, содержащихся в одной клетке во время опыта ($r = 0.26$, $p < 0.05$), и физическими показателями матери: относительными приростами массы тела за периоды беременности ($r = 0.30$, $p < 0.05$) и лактации ($r = -0.29$, $p < 0.05$).

Полученные данные свидетельствуют о том, что на 13-й и 14-й день молодые полевочки еще сильно зависят от матери, в первую очередь, от питания ее молоком. В возрасте 15 дней большинство детенышей способны потреблять и усваивать твердую пищу, сохраняя или увеличивая свою массу тела. Но, вероятно, количество

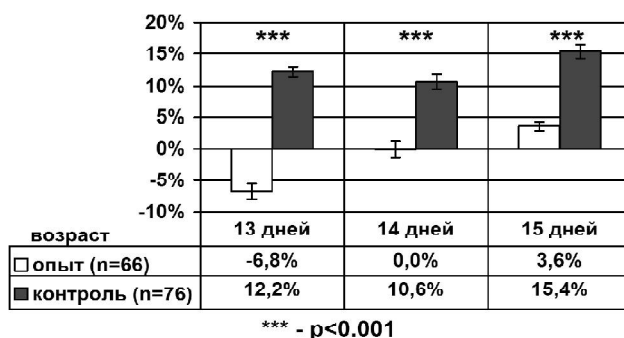


Рис. 2. Прирост массы тела детенышей разного возраста за сутки.

потребляемой и/или усваиваемой пищи меньше, чем при смешанном питании. Причинами этого может быть то, что в этом возрасте, вероятно, физиологически организм молодого животного еще не полностью сформирован (в частности, системы пищеварения и терморегуляции). Также, возможно, недостаточная двигательная и исследовательская активности 15-дневных полевок препятствуют потреблению твердой пищи в необходимом количестве.

Накопленные до покрытия и во время беременности ресурсы тела самки, расходуемые в период лактации, способствуют более быстрому росту и развитию (переходу на самостоятельное питание) ее детенышей, а также предотвращают чрезмерное истощение ее организма. Это определяет увеличение репродуктивного вклада животного как за счет сохранения способности к последующему зачатию, так и размножения успешно выкормленных потомков.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 08-04-00732.

ЛИТЕРАТУРА

- Назарова Г.Г., Евсиков В.И. Влияние физического состояния матери в период беременности и лактации на постнатальный рост и репродуктивный успех потомков у водяной полевки *Arvicola terrestris* L. // Онтогенез, 2008. Т. 39. № 2. С. 125-133.
- Gittleman J.Z., Thompson S.D. Energy allocation in mammalian reproduction // Amer. Zool., 1988. Vol. 28. P. 863-875.
- King J.A., Deshaies J.C., Webster R. Age of weaning in two subspecies of deer mice // Science, 1963. Vol. 139. P. 483-484.
- Knopp R.H., Saudek C.D., Arky R.A., O'Sullivan J.B. Two phases of adipose tissue metabolism in pregnancy: maternal adaptation for fetal growth // Endocrinology, 1973. Vol. 92. P. 984-988.
- Reznick D. Measuring the costs of reproduction // TREE, 1992. Vol. 7. P. 42-45.
- Trivers R.L. Parent offspring conflict // Amer. Zool., 1974. Vol. 14. P. 249-264.

К ПИТАНИЮ ПТИЦ ОТРЯДА СОВООБРАЗНЫХ (*STRIGIFORMES*) В КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Н. Ляпунова, А.Н. Ляпунов*

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

* Вятская ТЭСИ

E-mail: owls_bats@mail.ru

В период 2007-2009 гг. нами были продолжены начавшиеся ранее исследования по питанию птиц отряда СOVOОБРАЗНЫХ (*Strigiformes*) Кировской обл. (Ляпунова, Столбова, 2007). Современные исследования проводились не только в пределах административных границ Кировской обл., но уже включали прилегающие территории, в частности, северо-западные территории Пермского Края.

В результате работ изучено еще восемь желудков этих птиц, относящихся к пяти видам. Таким образом, в настоящее время мы имеем данные о содержимом 24 желудков у семи из 10 встречающихся на исследуемой территории видов СОВООБРАЗНЫХ (Сотников, 2002) (см. таблицу).

Еще один желудок с полевкой принадлежал неизвестному виду.

Следует отметить, что на момент исследования девять желудков (37.5%) оказались совершенно пустыми. Масса наполненных желудков

варьировала в пределах от 5.7 до 20.4 г, причем наибольшую массу имел желудок, принадлежащий болотной сове, являющейся одной из самых мелких.

Анализируя содержимое желудков, нами выявлено, что предпочитаемые объекты питания сов зависят от их размеров. Так, например, у наиболее крупных представителей в питании преобладает более крупная добыча – тетеревиные птицы, кроты и белки. У мелких видов, в частности совы болотной, в пищевом рационе преобладают насекомые. Так, в одном из желудков найдены четыре крупных кузнечика и одна молодая серая полевка.

На большинстве тушек жировые отложения полностью отсутствовали, что явно указывает на сильное истощение птиц и, возможно, является причиной их гибели. Особый интерес вызывает находка в желудке болотной совы мелких камешков, правда, неизвестно, попали они туда случайно или были целенаправленно проглочены птицей.

Результаты исследования желудков сов в Кировской обл. и сопредельных территорий

Вид	Количество желудков (пустых)	Содержимое желудков
Филин	1 (0)	Птица сем. Тетеревиных
Бородатая неясыть	3 (2)	Обыкновенная бурозубка, серая полевка
Длиннохвостая неясыть	6 (1)	Обыкновенный крот, обыкновенная бурозубка, полевки, обыкновенная белка, остромордые лягушки
Ястребиная сова	2	Не определяется (однородная масса черного цвета), перья
Болотная сова	6 (3)	Молодая серая полевка, стрекозы, кузнечики, мелкие камешки
Ушастая сова	3 (2)	Серые полевки
Мохноногий сыч	2 (1)	Обыкновенная бурозубка

ЛИТЕРАТУРА

Ляпунова О.Н., Столбова Ф.С. Изучение питания СОВООБРАЗНЫХ птиц Кировской области // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер. II областной науч.-практ. конф. молодежи. Киров, 2007. С. 44-45.

Сотников В.Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. Киров: ООО Триада-С, 2002. 528 с. (Т. 1. Неворобьиные. Ч. 2.).

ОРНИТОФАУНА ТЕХНОГЕННЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ПЕРМЬ

И.И. Нурутдинов, Г.К. Матвеева, П.В. Кириллова

Пермский государственный педагогический университет

E-mail: postmaster@pspu.ac.ru

Искусственные водоемы являются уникальными местообитаниями для птиц гидрофильного комплекса, особенно в связи с деградацией естественных водно-болотных ландшафтов.

Целью работы стало изучение орнитофауны техногенных водоемов крупного промышленного города – Перми. К техногенным водоемам относятся такие, которые входят или включались ранее в технологические циклы предприятий

энергетического, промышленного, бытового и сельскохозяйственного комплексов. Ими являются отстойники, поля орошения или фильтрации, водоемы доочистки, шламонакопители предприятий, водоемы-охладители, противопожарные водоемы и пр. (Спиридонов, 2002). В связи с этим были поставлены следующие задачи: 1) Выявить видовое разнообразие птиц, встречающихся в районе техногенных водоемов урочища Красава и микрорайона Гайва (оз. Татарское). 2) Выяснить характер пребывания птиц на водоемах и распределение их по гнездовым и кормовым станциям. 3) Изучить гнездовую биологию озерной чайки как модельного вида техногенных водоемов. 4) Сравнить орнитофауну водоемов техногенного и естественно-го происхождения (оз. Источное).

Материал и методика

Изучение проводилось в 2001-2009 гг. на очистных водоемах урочища Красава (пруды-отстойники и шламонакопители ТЭЦ-9 г. Пермь и Верхнемуллинские каскадные пруды биологической доочистки) и антропогенно преобразованном оз. Татарское (ранее являлось полигоном для утилизации отходов производства местного лесозавода). Для проведения сравнительного эколого-фаунистического анализа исследовался естественный водоем на территории урочища Красава – оз. Источное. Индекс сходства видового состава орнитокомплекса рассчитывали по формуле Жаккара (Jablonski, 1964).

Основным методом изучения орнитофауны был выбран учет на пробной площадке (Вергелес, 1994). Исследования проводились с апреля по октябрь, на незамерзающих прудах круглогодично. Для идентификации некоторых видов применяли метод отлова птиц паутиными сетями. При изучении микроклимата были измерены температура воды и воздуха, влажность.

Результаты и обсуждение

Авифауна техногенных водоемов г. Пермь составляет 125 видов, принадлежащих к 30 семействам 12 отрядов, что составляет 44% от общего числа видов авифауны Пермского края. На техногенных водоемах урочища Красава было обнаружено 120 видов, на оз. Татарское – 66. На пролете отмечено 50 видов. На водоемах останавливаются такие редкие виды, как лебедь-кликун, морянка, турпан. В миграционный период на прудах-отстойниках скапливаются сотенные поливидовые стаи уток, среди которых наиболее многочисленны кряква, хохлатая и

красноголовая чернети, свиязь, гоголь. Илестые площадки и мелководье прудов являются основными местами скопления куликов во время миграций в окрестностях Перми. Здесь отмечен 21 вид, наиболее редки чернозобики, камнешарки, песочники. В зарослях ивняка и вейника в период осенне-весенних кочевков регулярно встречаются белая лазоревка, урагус, серый сорокопут.

Гнездится на рассматриваемых техногенных водоемах 51 вид. Многочисленным видом, взятым нами в качестве модельного, является озерная чайка. Колония на озере Татарское, состоящая из двух подколоний, насчитывала 120 пар. Прилет озерных чаек на оз. Татарское в 2008 г. отмечен 7 апреля. Первые кладки появились 2-4 мая. Гнезда с полной кладкой из трех яиц составили 95.65%. Данные по морфометрии яиц в кладках представлены в таблице. Вылупление птенцов началось 26 мая. Массовое вылупление произошло 2 июня.

В колонии озерной чайки на оз. Татарское гнездились по две пары сизой чайки и речной крачки, камышница, серая утка, кряква.

В числе видов, гнездящихся в окрестностях техногенных водоемов Перми, отмечены виды, в целом, редкие для региона: болотный лунь (одна пара), серая утка (до 5 пар), чомга (2), красношейная поганка (2), большой веретенник (1-2), камышница (1), лысуха (2).

Микроклиматические особенности и разнообразие кормовых станций рассматриваемых водоемов создают условия, схожие с условиями более южных зон, поэтому здесь встречаются южные виды: ремез, серая утка, лебедь-шипун, серощекая поганка, индийская камышовка, белокрылая крачка. По данным В.П. Казакова, в 2001 г. здесь успешно отгнездились две пары ходулочников (2001). Таким образом, микроклиматические особенности техногенных водоемов способствуют постепенной экспансии некоторых видов на север. Для индийской камышовки и ремеза данные техногенные водоемы являются практически единственным достоверно известным местом обитания в крае.

Наибольшую ценность представляют водоемы, не замерзающие круглогодично. Здесь отмечены регулярные зимовки нескольких десятков крякв и одного-двух орланов-белохвостов. В отдельные годы зимуют единичные хохлатые и красноголовые чернети, турпаны, гоголи. В 2008-2009 гг. зимовали дербник и урагусы.

Сравнительный анализ (см. рисунок) авифауны техногенных водоемов и естественного во-

Морфометрия яиц в кладках озерной чайки

Параметр	Первая кладка, 2007 г. n = 38		Повторная кладка, 2007 г. n = 55		Кладка 2008 г. n = 50	
	M±m, мм	lim, мм	M±m, мм	lim, мм	M±m, мм	lim, мм
Длина	52.4±0.27	48.0-55.5	51.58±0.3	45.6-58.8	50.98±0.33	46.15-56.85
Ширина	37.2±0.17	35.0-38.95	36.59±0.14	34.0-38.8	35.994±0.18	32.6-38.2

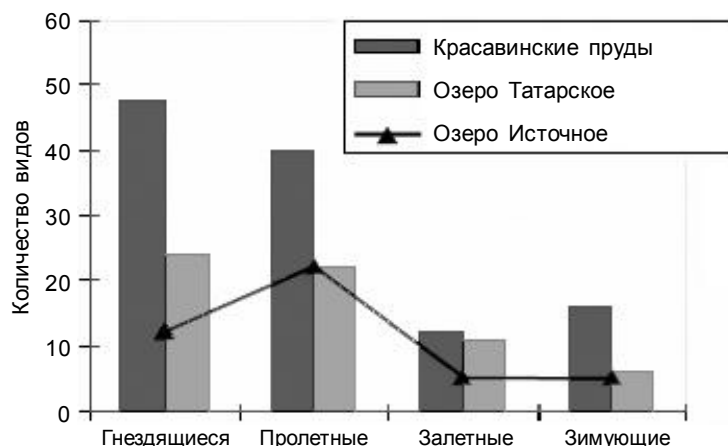
доема (оз. Источное) показал обедненность видового разнообразия и численности птиц последнего (индекс Жаккара составил 35%). Обусловлено это трофическим фактором (термальные воды очистных прудов богаты органикой), наличием на техногенных водоемах разнообразия экологических ниш, а также более мягкими микроклиматическими условиями. Кроме того, техногенные водоемы испытывают меньший прямой антропогенный прессинг в силу своей специфики.

Выводы

Орнитофауна техногенных водоемов г. Пермь представлена 125 видами, из которых 51 вид гнездится. В ряду «естественный водоем—сильно преобразованный водоем—техногенный водоем» наблюдается рост биоразнообразия и численности птиц. Это обеспечивается разнообразием биотопических, трофических и более благоприятных микроклиматических факторов, отсутствием прямого антропогенного пресса.

Техногенные водоемы г. Пермь способствуют проникновению и закреплению редких для региона, а также новых южных видов птиц.

Техногенные водоемы играют важную роль в сохранении и привлечении птиц, особенно в условиях деградации естественных водно-болотных угодий Пермского Прикамья.



Видовое разнообразие и характер пребывания птиц на техногенных и естественном (оз. Источное) водоемах.

ЛИТЕРАТУРА

Вергелес Ю.И. Количественные учеты населения птиц: обзор современных методов / Беркут: Украинский орнитологический журнал, 1994. Т. 3. Вып. 1. С. 43-48.

Казаков В.П. Орнитологическая значимость урочища Красава // Региональный компонент в преподавании биологии, валеологии, химии. Пермь: Изд-во гос. пед. ун-та, 2001. С. 32-38.

Спирidonов С.Н. Фауна, население и экология птиц техногенных водоемов лесостепной зоны приволжской возвышенности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2002. 17 с.

Iablonski B. Uwagi na temat stosowania wzaru Iac-carda w badaniach ornitologicznych. Ekol. polska, 1964. Bd 10. № 4.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «БИОРАЗНООБРАЗИЕ ДВУКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ КОМПЛЕКСА «ГНУС» ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ»

Е.В. Панюкова, Е.Г. Мад

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: panjukova@ib.komisc.ru; madi@ib.komisc.ru

Информационные системы (ИС) служат для упрощения работы с данными, а также для продолжительного хранения информации. Они могут находиться как в личном, так и в общем пользовании. Использование тематических ИС позволяет хранить и обрабатывать информацию, представляя результаты для научного анализа. В настоящее время накоплен большой объем данных о фауне, экологии, биотопическом и ландшафтном распределении кровососущих двукрылых насекомых комплекса «гнус», которые необходимо структурировать и унифицировать, что позволяют современные технологии баз данных.

Цель нашей работы – создание ИС как основы для хранения, накопления и сортировки данных о биоразнообразии двукрылых насекомых комплекса «гнус» на европейском Северо-Востоке России. К двукрылым данного комплекса видов относятся насекомые шести семейств, самки которых питаются кровью позвоночных

животных. Кровососущие двукрылые являются существенным компонентом различных экологических систем. Личинки и куколки развиваются в почве или водной среде. Личинки в водоемах служат пищей многим хищникам, в особенности личинкам стрекоз и водных жуков. Взрослыми насекомыми питаются насекомоядные земноводные, птицы, стрекозы и ктыри, которые служат естественными регуляторами их численности. Самки многих видов кровососущих двукрылых играют важную роль в циркуляции возбудителей некоторых трансмиссивных болезней в природных очагах, нападая в природе на различных млекопитающих и птиц, а затем на людей (Павловский, 1964). Так, на всей территории европейского Северо-Востока наиболее широко распространены семейства мошек и кровососущих комаров, для средней и южной частей региона (таежная зона) более характерны виды семейств слепней, мокрецов, мух-жи-

галок и мух-кровососок. Фауна европейского Северо-Востока России представлена 173 видами кровососущих двукрылых насекомых (Остроушко и др., 2007), из них 34 вида шести родов кровососущих комаров (*Culicidae*); 32 вида мокрецов (*Ceratopogonidae*) из одного рода; 62 вида мошек (*Simuliidae*) 18 родов; 41 вид слепней (*Tabanidae*) шести родов, один вид мух-жигалок (*Muscidae*) и два вида мух-кровососок (*Hippoboscidae*).

ИС призвана решать три задачи:

- популяризация и распространение знаний о двукрылых кровососущих насекомых;
- автоматизация ввода, хранения и анализа результатов долговременных наблюдений как основы для выполнения научных исследований и планирования медико-ветеринарных мероприятий;
- согласование и унификация имеющихся и вновь получаемых результатов исследований.

Эффективным способом создания и ведения ИС является использование технологий баз данных (Мади, 2009). Для хранения ИС «Биоразнообразие Двукрылых насекомых комплекса

«гнус» европейского Северо-Востока России» была выбрана СУБД (система управления базами данных) MySQL 5.0.45. MySQL – небольшой, компактный многопоточный сервер баз данных. MySQL характеризуется большой скоростью, устойчивостью и легкостью в использовании. Для разработки интерфейса для ввода и вывода информации был выбран язык серверных скриптов PHP 5.2.4. В качестве веб-сервера использован Apache 2.2.4. Перечисленное программное обеспечение является общедоступным и бесплатным для некоммерческого использования.

Основным источником информации для заполнения базы послужила статья «Двукрылые насекомые (Insecta: Diptera) комплекса «гнус» фауны европейского Северо-Востока России» (Остроушко и др., 2007). Материалом для иллюстраций являются фотографии экземпляров из коллекции кровососущих комаров, слепней, мокрецов, мошек Института биологии, сверенной со стандартной коллекцией Зоологического института РАН (УФК ЗИН рег. № 2-2.20). Иллюстративный материал выполнен на оборотовании:

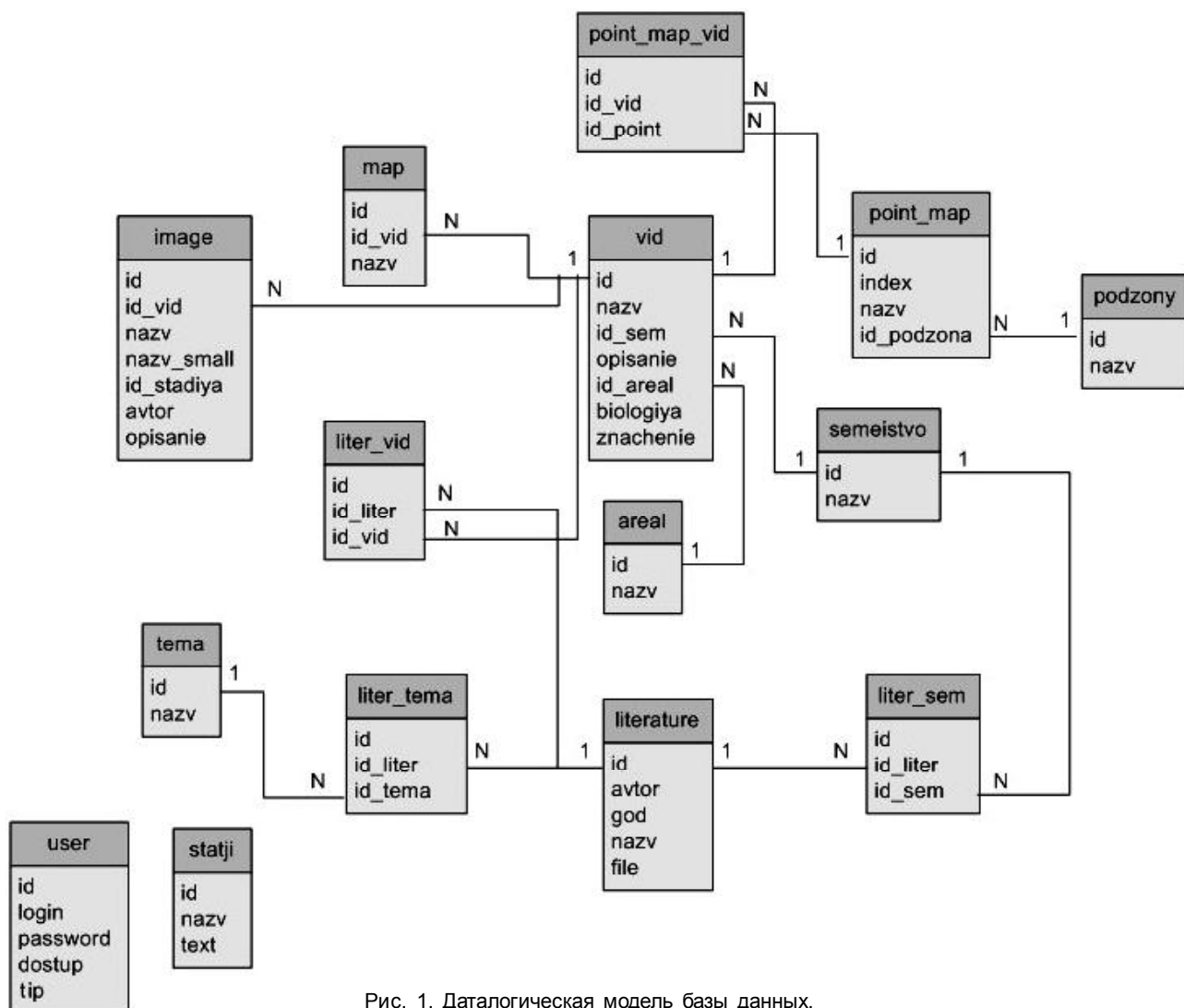


Рис. 1. Даталогическая модель базы данных.



Рис. 2. Главная страница информационной системы «Биоразнообразие Двукрылых насекомых комплекса «гну́с» европейского Северо-Востока России».

- фотокамера «Nikon», совмещенная с биноклем «Olimpus SZ-61»;
- бинокляр «Leica EZ-4D» со встроенной видеокамерой.

Хранение информации обеспечивают 15 взаимосвязанных таблиц базы данных (рис. 1).

Данная информационная система позволяет работать с ней удаленно посредством сети Интернет, обеспечивает возможность вывода отчетов по запросам пользователей в форме текста, таблиц.

Разработан интерфейс для администратора, с помощью которого осуществляется добавление новой информации, редактирование и удаление данных.

Работа информационной системы осуществляется посредством правого и левого меню. Левое содержит кнопки выбора семейства. При выборе семейства открывается список видов. Правое – кнопки общей информации о значении, биологии, экологии, распространении, а также выход на страницу для поиска литературы и фотогалереи (рис. 2).

Для каждого вида кровососущих насекомых в базе данных хранится следующая информация: тип ареала (Городков, 1984), диагностические признаки, биология и экология, эпидемиологическое значение, точки сборов на тер-

ритории европейского Северо-Востока России (включая карты-схемы), фотографии насекомых и список литературы.

В ИС имеется возможность поиска литературы по семейству, виду, автору, году издания и теме. На данный момент литература разделена на 23 темы: таксономия, морфология, физиология, экология, меры борьбы и т.д. В ИС представлены рукописи статей из списка литературы в виде файлов MS WORD (форматы *.doc, *.rtf).

Фотографии в фотогалерее разделены на две группы, по которым выполнено достоверное определение каждого вида: личинка и имаго. Для каждого фотоснимка указан автор фотографии. Фото сопровождаются информацией о методе сбора данного экземпляра (выведен из куколки, собран сачком и т.д.), месте сбора (республика, район, населенный пункт), биотопе, дате, коллекторе (кто собрал) и детерминаторе (кто определил). В ИС нами частично представлена в электронном виде коллекция имаго и личинок кровососущих двукрылых насекомых.

Таким образом, разработана информационная система «Биоразнообразие двукрылых насекомых комплекса «гну́с» европейского Северо-Востока России». ИС позволяет наглядно представить опубликованные материалы по кро-

вососущим насекомым, а также имеет возможность редактирования данных.

В ближайшей перспективе предполагается разделение пользователей на группы. Зарегистрированные пользователи смогут добавлять в базу данных собственные статьи (загружать PDF файлы) и фотографии, а также оставлять записи в «Гостевой книге».

ЛИТЕРАТУРА

Городков К.Б. Типы ареалов насекомых тундры и лесных зон европейской части СССР // Ареалы насекомых европейской части СССР. Л., 1984. С. 3-20.

Мади Е.Г. Информационная система «Охотничье-промысловые звери и птицы Республики Коми» // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. XVI Всерос. молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 2009. С. 118-120.

Остроушко Т.С., Панюкова Е.В., Пестов С.В. Двукрылые насекомые (Insecta: Diptera) комплекса «гнус» фауны европейского Северо-Востока России // Беспозвоночные европейского Северо-Востока России. Сыктывкар, 2007. С. 190-235. (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 183).

Павловский Е.Н. Природная очаговость трансмиссивных болезней в связи с ландшафтной эпидемиологией зооантропонозов. М.-Л.: Наука, 1964. 211 с.

К ФАУНЕ СЛЕПНЕЙ (DIPTERA, TABANIDAE) ВУКТЫЛЬСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

С.В. Пестов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: pestov@ib.komisc.ru

На территории Республики Коми по состоянию на данный момент насчитывается 39 видов слепней (Пестов, 2009). Несмотря на достаточно хорошую изученность региональной фауны слепней, имеются районы почти не затронутые исследованиями. Это в первую очередь бассейн среднего течения р. Печора и Приполярный Урал. Первые сведения о слепнях этого региона приводятся в статье Н.Г. Олсуфьева (1935), в которой по сборам, сделанным в 1908 и 1928 гг. А.В. Журавским в районе горы Сабля, бассейнах рек Большая Сыня и Щугор, указаны три вида – *Hybomitra kauri*, *H. nitidifrons*, *H. lurida*. В работе А.С. Лутты и Т.С. Остроушко (1980) приводится список из 17 видов слепней для окрестностей пос. Усть-Щугер (табл. 1), дается характеристика продолжительности лётной активности имаго.

Одним из методов решения задачи выявления пространственной неоднородности биоты и факторов, ее определяющих, является метод локальных фаун. Под локальной фауной (пробой фауны) понимается видовой состав животных отдельно взятой территории радиусом 10-15 км. Настоящая работа основана на материалах, собранных Э.В. Литвиненко (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН) в июне 2007 г. в бассейне р. Малый Паток (64.19 с.ш., 59.05 в.д.) и А.В. Уляшевой и З.В. Бажуковой (Коми ГПУ) в окрестностях пос. Лемты (63.25 с.ш., 55.94 в.д.) в июле 2008 г. Результаты обработки этих сборов сравниваются с данными, приводимыми А.С. Луттой и Т.С. Остроушко (1980) для окрестностей пос. Усть-Щугер (63.25 с.ш., 55.94 в.д.).

Район исследований расположен преимущественно в подзоне северной тайги и в зоне перехода к средней тайге, которая заходит в северную позону узкой полосой вдоль долины р. Печора. На равнинной территории (поселки Лемты и Усть-Щугер) преобладают долгомошно-сфагновые ельники. На расчлененном рельефе с не-

большими возвышенностями распространены ельники зеленомошные и долгомошно-зеленомошные. В депрессиях рельефа формируются грядово-мочажинные сфагновые болота (Леса Республики Коми, 1999). В горной части (бассейн р. Малый Паток) растительный покров представлен безлесными сфагновыми болотами и заболоченными долгомошно-сфагновыми и сфагновыми ельниками. На дренированных склонах встречаются еловые леса зеленомошного типа. На возвышенных участках довольно обычна примесь лиственницы. Плоские низменные задрено-озерно-аллювиальные равнины с заболоченными северо-таежными сосняками (Леса Республики Коми, 1999). Климатические параметры в выбранных географических точках изменяются в следующих пределах (Атлас..., 1997): уменьшается среднегодовая температура с –2 (пос. Лемты) до –3.5 °С (бассейн р. Малый Паток) и продолжительность безморозного периода от 80 до 65 дней, увеличивается годовое количество осадков от 700 до 900 мм.

Фауна слепней Вуктыльского р-на насчитывает 20 видов (табл. 1), что составляет половину всех видов отмеченных в Республике Коми. Доминантная структура трех рассматриваемых локальных фаун существенно отличается. В окрестностях пос. Лемты наиболее многочисленными являются *Hybomitra nitidifrons* (23.8%) и *H. bimaculata* (23.6), составляя вместе около половины всех собранных особей. Эти виды типичны для фаунистических комплексов слепней средней тайги (Пестов, 2006). В окрестностях г. Сыктывкар *H. nitidifrons* появляется в конце мая-начале июня, а *H. bimaculata* только к концу июня. В годы более позднего наступления фенологического лета и/или на границе с северотаежной подзоной возможно наложение периодов лётной активности этих видов. В окрестностях пос. Усть-Щугер доминирует *Hybomitra lundbecki* (36.4%), что характерно для фау-

Таблица 1

Состав и видовое разнообразие локальных фаун слепней Вуктыльского р-на Республики Коми

№ п/п	Название вида	Поселок Лемты			Поселок Усть-Шугер (Лутта, Остроушко, 1980)			Бассейн р. Малый Паток		
		N, экз.	Id, %	B, баллы	N, экз.	Id, %	B, баллы	N, экз.	Id, %	B, баллы
1	<i>Atylotus fulvus</i> (Mg.)	14	3.03	3	—	—	—	—	—	—
2	<i>Chrysops caecutiens</i> (L.)	1	0.22	1	8	1.51	2	—	—	—
3	<i>Ch. nigripes</i> Ztt.	2	0.43	1	29	5.46	3	—	—	—
4	<i>Ch. relictus</i> Mg.	2	0.43	1	5	0.94	2	—	—	—
5	<i>Haematopota pluvialis</i> (L.)	50	10.6	4	36	6.78	3	1	0.58	1
6	<i>Hybomitra arpadi</i> (Szil.)	13	2.81	3	69	13	4	112	65.1	5
7	<i>H. bimaculata</i> (Macq.)	109	23.6	4	13	2.45	3	8	4.65	2
8	<i>H. ciureai</i> (Seg.)	2	0.43	1	2	0.38	1	—	—	—
9	<i>H. distinguenda</i> (Verr.)	—	—	—	3	0.56	1	—	—	—
10	<i>H. kaurii</i> Chv. et Lyn.	5	1.08	2	16	3.01	3	4	2.33	4
11	<i>H. lapponica</i> (Wahlb.)	16	3.46	3	67	12.6	4	26	15.1	4
12	<i>H. lundbecki</i> Lyn.	76	16.5	4	193	36.4	5	16	9.3	3
13	<i>H. lurida</i> (Fl.)	7	1.52	2	26	4.9	3	—	—	—
14	<i>H. montana</i> (Mg.)	32	6.93	3	3	0.56	1	5	2.91	2
15	<i>H. muehlfeldi</i> (Br.)	—	—	—	2	0.38	1	—	—	—
16	<i>H. nigricornis</i> (Ztt.)	9	1.95	2	4	0.75	1	—	—	—
17	<i>H. nitidifrons</i> (Szil.)	110	23.8	4	12	2.26	2	—	—	—
18	<i>H. tarandina</i> (L.)	8	1.73	2	43	8.1	3	—	—	—
19	<i>Tabanus cordiger</i> Mg.	2	0.43	1	—	—	—	—	—	—
20	<i>T. bromius</i> L.	4	0.87	2	—	—	—	—	—	—
Всего		462	100	—	531	100	—	172	100	—
Количество видов, S		18			17			7		
Индекс Бергера-Паркера, D _{B-P}		0.24			0.36			0.65		
Менхиника, D _{Mn}		0.84			0.74			0.53		
Маргалефа, D _{Mg}		2.77			2.55			1.17		
Шеннона, H'		2.13			2.11			1.15		

Примечание. N – количество особей в сборах, Id – доля особей вида в сборах, B – относительное обилие по логарифмической шкале Ю.А. Песенко (1982).

ны северной тайги. В бассейне р. Малый Паток абсолютно лидирующим по численности видом является *Hybomitra arpadi* (65.1%). В большин-

стве локальных фаун европейского Северо-Востока доля этого вида не превышает 5% и лишь в редких случаях увеличивается до 12-13.

Таблица 2

Структура ареалогических групп локальных фаун слепней Вуктыльского р-на Республики Коми

Группа	Поселок Лемты		Поселок Усть-Шугер		Бассейн р. Малый Паток	
	S, виды	Id, %	S, виды	Id, %	S, виды	Id, %
Долготная составляющая						
Голарктический	4	28.57	4	25.61	1	65.12
Евро-байкальский	2	4.11	1	3.01	1	2.33
Евро-ленский	3	1.08	3	2.83	—	—
Западнопалеарктический	1	0.43	—	—	—	—
Западно-центрально-палеарктический	1	0.87	—	—	—	—
Трансевразийский	6	57.79	8	67.99	4	29.65
Транспалеарктический	1	6.93	1	0.56	1	2.91
Широтно-высотная составляющая						
Бореальный	5	32.46	5	34.08	2	80.24
Полизоональный	3	8.23	1	0.56	1	2.91
Темперантный	8	56.49	7	56.51	3	14.53
Аркто-бореальный	1	1.52	1	4.9	—	—
Борео-монтанный	1	1.08	3	3.95	1	2.33

Примечание. Id – доля особей группы в сборах.

На основании анализа ареалов с использованием схемы К.Б. Городкова (1984) выделено семь зоогеографических групп по долготной и пять групп по широтно-высотной составляющей (табл. 2). Закономерности ареалогической структуры локальных фаун существенно отличаются при рассмотрении только видового состава и при учете обилия видов. Обращает на себя внимание незначительное сокращение числа видов трансевразийской группы в бассейне р. Малый Паток по сравнению с равнинными локальными фаунами, но наиболее обильным оказывается единственный присутствующий здесь голарктический вид. Увеличение доли голарктических видов в широтном и высотном градиенте с усилением суровости климатических показателей закономерное явление, которое отмечено для многих групп беспозвоночных. В локальных фаунах «Лемты» и «Усть-Щугор» преобладают виды температурной группы. В бассейне р. Малый Паток лидерство переходит бореальным видам.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для ведущих научных школ НШ 2329 2008-4.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. М., 1997. 116 с.

Лутта А.С., Остроушко Т.С. Слепни (сем. Tabanidae) бассейна реки Щугор // Кровососущие членистоногие европейского Севера. Петрозаводск, 1980. С. 20-31.

Леса Республики Коми / Под ред. А.И. Таскаева. М., 1999. 332 с.

Олсуфьев Н.Г. Материалы по фауне слепней (Tabanidae) Урала // Паразитол. сборник ЗИН АН СССР. Л., 1935. Вып. 5. С. 205-215.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.

Пестов С.В. Районирование территории европейского Северо-Востока России на основании распространения слепней (Diptera, Tabanidae) // Материалы I Всероссийского совещания по кровососущим насекомым. СПб., 2006. С. 163-166.

Пестов С.В. Зоогеографическая характеристика фауны слепней (Diptera, Tabanidae) европейского Северо-Востока России // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Киров, 2009. Вып VII. Ч. 2. С. 276-279.

АНАЛИЗ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ КУНЬИХ ПО ФОРМЕ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

Е.А. Порошин, А.Н. Королев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: poroshin@yandex.ru; korolev@ib.komisc.ru

Познание эволюционных процессов – основная задача фундаментальных биологических исследований. Видообразование – один из таких процессов. Морфологический критерий вида является основным. Во-первых, на его основе шло развитие всей современной систематики. Во-вторых, применение других критериев к ископаемым останкам и музейным коллекциям невозможно. В-третьих, такие современные методы, как молекулярная филогения до сих пор не достаточно развиты и порой дают противоречивые результаты (Nichols, 2001). С развитием вычислительной техники стало возможным применение сложных математических методов в морфологических исследованиях. Это позволило еще более тонко выявлять изменения в строении под воздействием различных факторов.

Семейство куньих представляет собой древнюю и богатую видами группу млекопитающих, образовавшуюся около 40 млн. лет назад. Известно около 25 современных родов и 70 видов. Работ по филогении внутри семейства мало. В данной работе представлены результаты сравнения формы нижней челюсти семи видов куньих методом геометрической морфометрии. Этот метод начал развиваться с 70-х гг. XX в., что связано с большой трудоемкостью и сложностью математических расчетов и, следовательно, необходимостью применения вычислительной техники. Его особенность – многомерный анализ формы, а не размеров объекта.

Для работы использованы отсканированные с внешней стороны нижние челюсти куньих из коллекции Научного музея Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Весь материал был собран на территории европейского Северо-Востока России. Обработка велась методом геометрической морфометрии (Прокрустово наложение) в пакете программ TPS Ф. Рольфа (Rohlf, 1999). На каждой челюсти расставлены 19 опознавательных точек (landmarks) в ключевых общих для всех видов участках (рис. 1). Для математической обработки применен метод главных компонент, дискриминантный и кластерный анализы.

После расчета геометрических данных методом главных компонент в программе TPSrelw результаты были обработаны методом дискриминантного анализа. При этом точность классификации, т.е. вероятность правильного определения вида на основе проведенных измерений во всех случаях составила 100%. Размещение экземпляров в пространстве первых двух дискриминантных канонических функций показано на рис. 2. Современная систематика куньих (Аристов, Барышников, 2001; Павлинов, 2003) не совсем совпадает с полученным нами распределением видов и родов (рис. 3). Так, выдра, относящаяся к другому подсемейству (*Lutrinae*), оказалась близка по форме челюсти к трибе *Mustelini*. Американская норка рода *Neovision* бли-

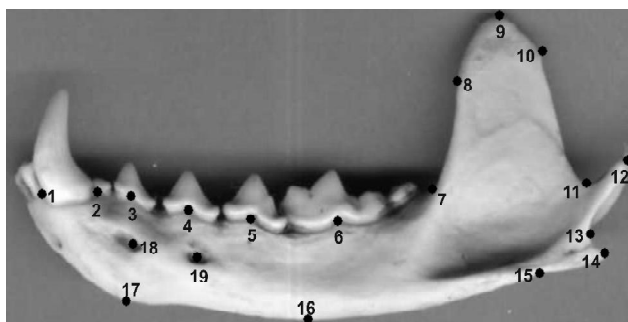


Рис. 1. Расположение ключевых точек (landmarks).

же к европейской, чем горностай, хотя последние относятся к одному роду.

Таким образом, морфология нижней челюсти куньих европейского Северо-Востока не вполне соответствует систематическому положению видов. Возможно, что данное несоответствие вызвано конвергентным сходством генетически удаленных видов, которые имеют сходный образ жизни и характер питания. Например, американская и европейская норки имеют усредненную форму нижней челюсти среди всех видов (рис. 2). В пространстве первой дискриминантной канонической функции (ДКФ) к ним близко расположены горностай и выдра. Интересно, что в питании всех четырех видов высока доля рыбы и водных организмов, причем эта доля уменьшается по направлению выдра–норки–горностай, что соответствует разделению по второй ДКФ. Росомаха – наиболее специализированный вид и дальше всех расположен как в диаграмме дискриминантного, так и кластерного анализов.

Для выяснения систематических взаимоотношений семейства куньих необходимо проведение молекулярно-генетического исследования на изученной территории.

ЛИТЕРАТУРА

Аристов А.А., Барышников Г.Ф. Млекопитающие России и сопредельных территорий. Хищные и ластоногие. СПб., 2001. 560 с.

РОЛЬ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ В ФОРМИРОВАНИИ ВИДОВОГО СОСТАВА ШМЕЛЕЙ (*Hymenoptera, Apidae: Bombus*) В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЕВЕРНАЯ ДВИНА

Г.С. Потапов

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: grigorij-potapov@yandex.ru

Шмели играют важную роль в экосистемах как опылители большого числа дикорастущих и культурных растений. В течение последних десятилетий наблюдается достоверное снижение их видового богатства и разнообразия в различных регионах мира (Celary, 2007). Главной причиной этой ситуации считают последствия хо-

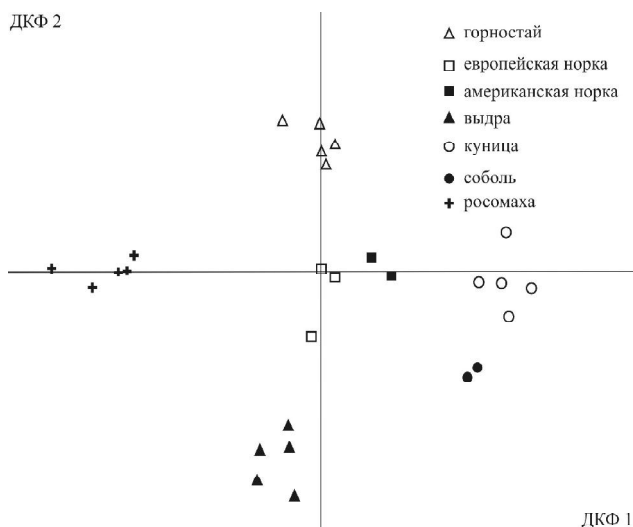


Рис. 2. Диаграмма дискриминантного канонического анализа результатов геометрической морфометрии нижней челюсти куньих. *Объяснения в тексте.*

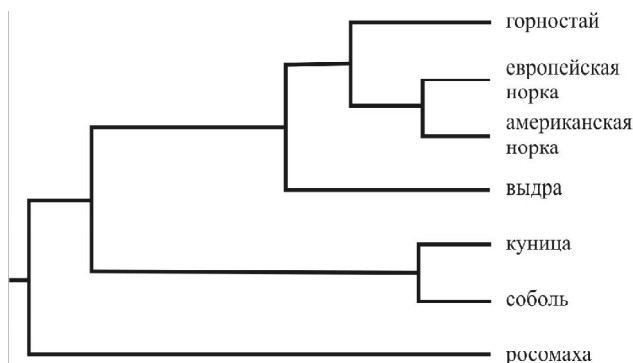


Рис. 3. Кластерный анализ на основе квадратов расстояний Махаланобиса (метод Уарда).

Павлинов И.Я. Систематика современных млекопитающих. М.: Изд-во МГУ, 2003. 297 с.

Nichols R. Gene trees and species trees are not the same // Trends in Ecology and Evolution, 2001. Vol. 16. № 7. С. 358-364.

Rohlf F.G. Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces // Journal of classification, 1999. Vol. 16. P. 197-223.

зяйственной деятельности человека по изменению природных ландшафтов. Антропогенная нагрузка, такая как увеличение урбанизированности экосистем и сельскохозяйственная деятельность, подразумевает интенсивную модификацию окружающей среды и разрушение естественных местообитаний. Шмели в этом плане

являются особенно уязвимой таксономической группой в связи с особенностями их гнездования, потому что для них пригодны только те участки, которые не подверглись какому-либо чрезмерному антропогенному воздействию.

Хозяйственная деятельность людей в Архангельской обл. в последние десятилетия сопровождалась приобретающей все большие масштабы урбанизацией ландшафтов. Преобразование таежных территорий в низовьях Северной Двины привело к росту числа и размеров поселений, развитию транспортной сети, увеличению площадей сельскохозяйственных земель. Антропогенная нагрузка стала важнейшим фактором в окрестностях г. Архангельск вследствие снижения количества нарушенных местообитаний.

Данные собирались в течение 1978-2008 гг. в различных географических пунктах Приморского и Холмогорского районов Архангельской обл. (города Архангельск и Северодвинск; села Талаги, Холмогоры, Хорьково, Ижма, Красное, Малые Карелы, Бабонегово, Илесг; поселки Луковецкий, Лесная речка, Белогорский). Такие многолетние наблюдения позволили в достаточной степени выявить видовой состав шмелей характеризующей местности.

Место исследования в конкретном районе определялось исходя из наличия антропогенной трансформации – изучались вырубки лесов, суходольные луга, обочины дорог, сельские сады и агроценотические участки. Такие ландшафты являются доминирующими в окрестностях г. Архангельск и низовьях Северной Двины. Во время проведения исследований характеризовалась растительность определенного природно-территориального комплекса (ПТК) на основе маршрутных исследований и геоботанических описаний, учитывалась связь с кормовыми цветущими растениями.

Определение шмелей проводилось на основе работ А. Loken (Loken, 1973, 1984) и Д.В. Панфилова (Панфилов, 1978). Фауна шмелей низовьев Северной Двины включает 25 видов, относящихся к девяти под родам. Обследованные биотопы низовьев Северной Двины разделены на пять природно-территориальных комплексов (ПТК), выделяясь по характеру и особенностям представленной растительности и антропогенной трансформации ландшафта. Топические комплексы насчитывают от 11 видов шмелей (ПТК пойменных ивняков) до максимального их числа (25), отмеченных в низовьях Северной Двины во время исследований (ПТК еловых и смешанных лесов с мелкотравными лугами).

В наиболее бедных по видовому богатству шмелей ПТК пойменных ивняков одним из доминирующих видов является *B. (Pr.) jonellus* – типичный представитель фауны шмелей в высоких широтах. Вполне закономерно и численное преобладание его гнездового паразита – *B. (Ps.) flavidus*. Таким же доминантом является *B. (Ps.) bohemicus* – паразит *B. (s.str.) lucorum*.

Сходную структуру имеет ПТК еловых лесов с крупнотравными лугами. Доминанты: *B. (Th.) pascuorum*, *B. (Ps.) bohemicus*, *B. (Th.) schrencki*. Численное преобладание последнего вида (малочисленного в других точках сбора) объясняется особенностями ПТК. *B. (Th.) schrencki* типичен для естественных лесных ландшафтов с преобладанием хвойных, особенно характерен он для лесных массивов Беломорско-Кулойского плато и Пинежского р-на (Болотов, Колосова, 2006).

Видовой состав шмелей мелколиственных лесов сильно отличается от других представленных биотопов. Характерно доминирование *B. (Th.) pascuorum* – этот эвритопный вид является одним из численно преобладающих и часто встречающихся в большинстве северотаежных локальных фаунах благодаря своей высокой экологической валентности. Он способен гнездиться в различных условиях и обладает очень широкой политрофностью. Видовой состав *Bombus* в целом сходен с вышеописанным ПТК еловых лесов с крупнотравными лугами.

Довольно своеобразны по видовой структуре шмелей рудерально-луговые ПТК. Доминантами являются *B. (Ml.) sichelii* и его гнездовой паразит – *B. (Ps.) rupestris*. Меньшими по численности представлены *B. (Mg.) hortorum* и *B. (s.str.) lucorum*. Это объясняется тем, что *B. (Ml.) sichelii* относится к экологической группе луговых видов, отсутствующих в плакорных ландшафтах северной тайги и в основном типичных для более южных районов области. *B. (Mg.) hortorum* очень характерный индикатор рудеральных и антропогенных местообитаний. Вид обычен для агроценотических ландшафтов в силу его ярко выраженного предпочтения для фуражировки культурных цветковых растений.

Сборы на ПТК еловых и смешанных лесов с мелкотравными лугами характеризуются наибольшим количеством собранных шмелей. Представлены все 25 видов, из найденных на территории других ПТК. Доминирующими являются *B. (Th.) pascuorum*, *B. (Pr.) hypnorum*, *B. (s.str.) lucorum*, т.е. виды, типичные для таежной зоны материковой части Архангельской обл. Также широко распространенными для региона являются виды, характеризующиеся средним обилием на данном ПТК. Отмечается очень низкая численность *B. (Ml.) sichelii* и *B. (Ps.) rupestris*.

Полученные результаты показывают, что влияние умеренной антропогенной трансформации ландшафтов на видовой состав шмелей не всегда является однозначно отрицательным фактором, даже несмотря на уязвимость этой группы для антропогенной нагрузки. Так, наиболее высокое видовое богатство шмелей отмечено на биотопах, длительно подвергавшихся хозяйственной деятельности человека – это окрестности г. Архангельск по низовьям Северной Двины (села Малые Карелы, Талаги; поселки Бабонегово, Лесная Речка; окрестности г. Северодвинск). С другой стороны, малонарушенные

северотаежные ландшафты характеризуются более низким количеством встречающихся видов.

Это обстоятельство может объясняться тем, что антропогенно-преобразованные ландшафты дельты Северной Двины в целом являются более благоприятными местообитаниями для большинства видов *Bombus* в силу экотонного эффекта. Этим биотопам сопутствует более высокая комплексность и разнообразие местообитаний и большее видовое богатство энтомофильных растений, являющихся важнейшим регулятором численности и видового состава шмелей в конкретном местообитании. Также следует отметить тот факт, что долины крупных рек представляют собой миграционные пути для проникновения более южных видов, приуроченных к средней полосе России и не характерных для нашего региона – *B. (St.) subterraneus*, *B. (Ml.) sichelii*, *B. (Cu.) semenoviellus*.

В то же время необходимо указать на то, что ландшафты окрестностей г. Архангельск различаются по комплексу видов-доминантов по сравнению с малонарушенными северотаежными биотопами. Так, в Пинежском государственном заповеднике доминирующими являются узкоспециализированные *B. (Th.) schrencki*, *B. (Mg.) consobrinus*, тогда как антропогенно-трансформированным местообитаниям обычно сопутствуют эвритопные виды *B. (Th.) pascuorum*, *B. (sstr.) lucorum*, *B. (Pr.) hypnorum*. Здесь проявляется

эффект дифференцированного влияния антропогенной нагрузки на конкретные виды шмелей.

Таким образом, хозяйственная деятельность человека в дельте Северной Двины, привела к довольно существенному изменению топических комплексов шмелей в рассматриваемом районе европейского Севера России, не всегда с однозначно трактуемыми причинами этих преобразований. Указанная проблема представляется перспективной для дальнейших экологических и биогеографических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

Болотов И.Н., Колосова Ю.С. Закономерности формирования топических комплексов шмелей (*Hymenoptera, Apidae: Bombini*) в условиях северотаежных карстовых ландшафтов на западе Русской равнины // *Экология*, 2006. № 2. С. 1-11.

Панфилов Д.В. Определительные таблицы видов сем. *Apidae* – Пчелиные // *Определитель насекомых европейской части СССР*. Л.: Наука, 1978. Т. 3. С. 508-519.

Celary W. Sto lat dla pszczol // *Panorama Entomologia*, 2007. № 1. P. 12-15.

Loken A. Studies of scandinavian bumble bees (*Hymenoptera, Apidae*) // *Norwegian J. Entomol.*, 1973. № 1. P. 1-218.

Loken A. Scandinavian species of the genus *Psithyrus* Lepeletier (*Hymenoptera, Apidae*) // *Entomol. Scandinavica*, 1984. P. 1-45.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ ПТИЦ В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ КОЖЫМ (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Н.П. Селиванова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: selivanova@ib.komisc.ru

Большая часть территории западного склона Приполярного Урала входит в систему особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Долина р. Кожым с его притоками относится к комплексному региональному заказнику «Кожымский» (72.3 тыс. га). Заказник входит в состав национального природного парка федерального значения «Югыд ва» (1891.7 тыс. га), который соответствует по площади ключевой орнитологической территории (КОТР) международного ранга КО-002. Для слежения за состоянием популяций животных и эффективностью проведения охранных мероприятий в отношении редких и уязвимых видов необходимо регулярное проведение мониторинговых исследований на ключевых участках резерватов и прилегающих территорий. Одним из параметров оценки состояния популяций могут служить данные по численности животных.

Орнитофауна бассейна р. Кожым исследована не равномерно и не достаточно. Наиболее изученным является нижнее и среднее течение реки. Сведения по характеру пребывания и рас-

пространению некоторых видов птиц приводятся в работах А.В. Дмоховского (1933), Н.Н. Данилова (1959), В.К. Рябицева и др. (1980), М.Г. Головатина (1995). Долгосрочные наблюдения (1977, 1979-1986 гг.), существенно пополнившие фаунистические списки, данные по биотопическому распределению и экологии птиц бассейна р. Кожым и Приполярного Урала в целом, приводятся в работе С.В. Шутова (1989). Материалы по численности птиц (тетеревиные) в бассейне р. Лембеахю имеются только в работе Р.Н. Воронина и Н.М. Полежаева (1994). Орнитофауна верхнего течения р. Кожым практически не изучена.

Наши исследования в бассейне р. Кожым и на его притоках Сывью, Балбанью, Хамболью проводились в течение ряда лет: в марте 2000, 2001, 2002, 2005, 2006 гг., августе 2005 г., июне-июле, сентябре 2009 г. В работе приводятся данные о высотном распределении и численности птиц верхнего течения реки в гнездовой период 2009 г. Для получения показателей численности проводились учеты по методике Ю.С. Рав-

кина (1967). Общая протяженность маршрутов составила 121.5 км: пойменные местообитания – 41.1 км, еловые темнохвойные леса – 23.5, листовенничные светлохвойные леса – 2.9, горные тундры – 40.9, гольцовые пустыни – 5.4, антропогенно-трансформированные участки – 7.7.

По обработанным данным съемок высокого разрешения со спутников Landsat (27.06.1988; 23.06.1995; 17.07.2001) и Aster (15.04.1992) 31% территории бассейна р. Кожым приходится на каменистые россыпи, скальные выходы, курумы и нарушенные под влиянием горно-промышленных работ территории с сильно разреженным или фрагментарным растительным покровом (территории рабочих поселков, автодороги, полигоны золотодобычи, отвалы кварцедобычи и др.). Горные и предгорные леса (еловые, елово-пихтовые, елово-березовые) в бассейне р. Кожым занимают 25% территории, из них березняки на зарастающих гарях – 6. На листовенничные, березовые и пихтовые редколесья подгольцового пояса приходится около 16% от общей площади территории. Доля горных тундр составляет 15%. Ивняки, произрастающие в поймах рек и ручьев и по ложбинам стока, занимают около 8% территории. Интразональные элементы ландшафта (водные поверхности, снежники, болотные комплексы и др.) – менее 5% (Елсаков и др., 2010).

Орнитофауна р. Кожым насчитывает 132 вида птиц, из них в горной части бассейна возможно обитание около 100 видов (нами зарегистрировано 73). Птицы представлены девятью отрядами, наиболее многочисленен из которых – воробьинообразные (40 видов). В фауно-генетическом отношении в верхнем течении р. Кожым преобладают сибирские виды птиц (около 40%).

В высотном градиенте при движении от горно-лесного до горно-тундрового пояса отмечается закономерное обеднение видового состава (с 21 до трех видов) и снижение численности птиц (с 594.3 до 130.0 особей/км²). Исключение составляет подгольцовый пояс (лиственничные ерничково-зеленомошные леса), где благодаря высокому разнообразию экологических условий численность птиц увеличивается и составляет 843.6 особи/км² (19 видов).

Пребывание птиц в гольцовом поясе носит случайный, кратковременный характер. Лишь в нижней его части возможны на гнездовании зимняк и обыкновенная каменка.

Около половины обитающих в горной тундре видов являются типичными представителями равнинных тундр: зимняк, тундряная куропатка, золотистая ржанка, хрустан, краснозобый конек, подорожник, пуночка. По ивняковым зарослям вдоль ручьев в горной тундре гнездятся: камышевка-барсучок, пеночки весничка, таловка, овсянка-крошка. В сообществах кустарничково-мохово-лишайниковых тундр доминирует луговой конек и обыкновенная каменка (по 46% от общей численности птиц). В нижней части горно-тундрового пояса (ерничковые травяно-моховые тундры) к числу доминантов

добавляется пеночка-весничка (10%), доля доминирования обыкновенной каменки снижается до 17%.

В верхнюю, наиболее разреженную часть подгольцового пояса, представленную листовенничными редколесьями и редирами из горной тундры, спускаются зимняк, тундряная куропатка, луговой конек, обыкновенная каменка, однако численность их здесь невелика. Доминируют пеночка-весничка (42%), обыкновенная чечетка (14), овсянка-крошка (12). В нижней части подгольцового пояса обитают белая куропатка, азиатский бекас, камышевка-барсучек, пеночки весничка, таловка, зарничка, варакушка, овсянка-крошка. Высокая мозаичность местообитаний способствует заселению птицами этого пояса с наибольшей плотностью. Доминируют пеночка-весничка (19%), луговой конек (13), овсянка-крошка (12), пеночка-таловка (11).

Ядро орнитофауны горно-лесного пояса (еловые, елово-пихтовые и елово-березовые травяно-зеленомошные леса) составляют сибирские таежные виды: тетерев, глухарь, рябчик, кукушка, свиристель, пеночка-таловка, синехвостка, дрозды чернозобый, рябинник, белобровик, сероголовая гаичка, вьюрок, обыкновенная чечетка, щур, обыкновенный снегирь, овсянка-крошка и др. Доминанты по численности – пеночка-весничка (23%), вьюрок (14), овсянка-крошка (12), пеночка-таловка (12).

Сходная картина распределения характерна для интразональных местообитаний. Наибольшее видовое богатство отмечено для прибрежно-водных и водных сообществ в горно-лесном поясе (девять видов; 4.1 особи/10 км), наименьшее для горно-тундровых (6; 1.6 особи/10 км). Интразональные элементы ландшафта населяют в основном представители отрядов гусеобразных и ржанкообразных: чернозобая гагара, чирок-свистунок, обыкновенный гоголь, большой крохаль, большой улит, перевозчик, сизая чайка. Из воробьинообразных для горных ручьев и рек типичны горная трясогузка и оляпка. Доминирует в сообществах сизая чайка (20-47%).

В антропогенно трансформированных ландшафтах бассейна р. Кожым наблюдаются изменения по сравнению с естественными природными сообществами. В природных ерничково-мохово-лишайниковых тундрах отмечено восемь видов с общей численностью 364.7 особи/км², на отвалах кварцедобычи и территории рабочего поселка месторождения «Желанное» в сходном местообитании – семь видов с общей численностью 327.0 особей/км². Численность и видовой состав рассматриваемых местообитаний варьируют незначительно, но происходят изменения в составе доминантов. В естественных местообитаниях доминируют луговой конек (57%), обыкновенная каменка (17), пеночка-весничка (10); в антропогенно трансформированных – луговой конек (55%), белая трясогузка (17), пеночка-весничка (10), пуночка (10). Типичным обитателем техногенных территорий является

белая трясогузка. Ее численность на отвалах кварцедобычи и территории рабочего поселка составляла 54.0 особей/км², на полигонах золотодобычи – 96.0.

При зарастании обочин дорог мелколистными породами (береза, ива) почти вдвое увеличивается численность мелких воробьиных птиц; пеночек веснички, таловки, рябинника, вьюрка и др. Общая численность птиц в ненарушенных темнохвойных лесах горно-лесного пояса составляет 594.3 особи/км², в сходных местообитаниях вдоль автодорог – 905.0. Состав доминантов не изменяется (пеночка-весничка, овсянка-крошка, вьюрок, пеночка-таловка).

В бассейне р. Кожым отмечено 10 видов (подвидов) птиц, внесенных в Красные книги различного ранга. Почти все они здесь гнездятся или предположительно гнездятся, но численность их низка. В верховьях р. Кожым в 2009 г. отмечено четыре «краснокнижных» вида, из них впервые для Приполярного Урала отмечено гнездование кречета (*Falco rusticolus*).

В целом можно отметить, что несмотря на разрушение и изменение ландшафтов, высокую рекреационную нагрузку в бассейне р. Кожым сохраняются типичные таежные орнитокомплексы, его роль как природного резервата, способствующего сохранению фауны, высока. Тем не менее, необходимо проведение систематического мониторинга в районе добычи кварца, на полигонах золотодобычи, местах выпаса северных оленей и на ненарушенных природных территориях.

Работа выполнена в рамках проекта по программе Президиума РАН «Биологическое раз-

нообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики.

ЛИТЕРАТУРА

Воронин Р.Н., Полежаев Н.М. Фауна птиц и млекопитающих // Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар, 1994. С. 82-90.

Головатин М.Г. Интересные встречи птиц на Урале и в Западной Сибири // Материалы к распространению птиц на Урале, в Предуралье и Западной Сибири. Екатеринбург, 1995. С.13-14.

Данилов Н.Н. К орнитофауне Полярного Урала // Уч. зап. Уральского гос. ун-та им. А.М. Горького. Свердловск, 1959. Вып. 13 (биологический). С. 57-73.

Дмоховский А.В. Птицы Средней и Нижней Печоры // Бюл. МОИП. Новая сер. Отд. биол. М., 1933. Т. 42. Вып. 2. С. 214-242.

Елсаков В.В., Щанов В.М., Маращук И.О. Растительный покров территории бассейна р. Кожым по спутниковым данным // Биоразнообразие водных и наземных экосистем бассейна реки Кожым. Сыктывкар, 2010. С. 136-138.

Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967. С. 66-75.

Рябицев В.К., Бачурин Г.Н., Шутов С.В. К распространению птиц на западном склоне Приполярного Урала // Уч. зап. Уральского ун-та. Свердловск, 1980. Вып. 31. С. 54-59.

Шутов С.В. Фауна птиц западных предгорий Приполярного Урала и влияние погодных условий весны на ее многолетний состав // Распространение и фауна птиц Урала. Свердловск, 1989. С. 104-106.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОПУХОЛЕЙ ГОЛЬЯНА ИЗ РЕКИ ШАЙТАНОВКА (ПРАВЫЙ ПРИТОК ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПЕЧОРА)

А.А. Ситар

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: Toy_Apostol@mail.ru

Истинные опухоли уже давно описываются у представителей водной среды, но лишь последние 30 лет возникновение этих новообразований стали связывать с загрязнениями воды канцерогенными веществами (Ильницкий и др., 1994). Высокая частота развития опухолей у рыб позволяет рассматривать последних как удобные биологические индикаторы загрязнения гидросферы опухолеродными соединениями (Попова, 2000). Кроме того, составляя значительную часть рациона человека, рыба может накапливать канцерогенные соединения, повышая тем самым риск заболевания опухолями людей (Худолей, Боговский, 1982). В качестве объекта исследования в виду многочисленности, простоты отлова и повышенной чувствительности к онкогенным факторам выбран гольян.

Рыбу на наличие опухолей проверяли из бассейна р. Шайтановка, протекающей по территории Печоро-Илычского государственного природного заповедника. Гольян с опухолями собран в июне 2009 г. и передан нам для обработки Г.Н. Доровских.

У пораженных особей гольяна отмечали число опухолей, их локализацию. Опухоли измеряли и взвешивали. Всего проанализировано 198 опухолей (см. таблицу). Материал просматривали под биноклем МБС-2 при увеличении 8×4.

Опухоли обнаружены у гольяна на плавниках, голове, спинной и брюшной сторонах тела. Более 80% новообразований локализовано на плавниках. Чаще ими поражен хвостовой плавник, реже спинной и грудные, еще реже анальный и брюшной. Около 8% опухолей отмечено

**Характеристики опухолей гольяна из р. Шайтановка
(дата сбора материала – 23.06.2009 г.; n = 198)**

Показатель	Размер опухоли	
	Пределы	Средняя
Длина, мм	0.23-5.10	1.75±0.07
Ширина, мм	0.05-3.85	0.66±0.05
Высота, мм	0.05-3.15	0.63±0.03
Масса опухоли, г	0.0001-0.0382	0.0013±0.0003
Масса рыбы, г	0.25-0.70	0.41±0.03
Доля опухоли от массы тела, %	0.02-5.73	0.34±0.10
Длина тела рыбы (AD), мм	24.3-34.1	28.1±0.70

в области головы, где они локализованы на кожных покровах, поражают глаза, покровы носовых ямок, жабры, верхнюю и нижнюю губы. Около 10% опухолей разбросаны по телу рыбы. Число новообразований на одной рыбе варьирует от одного до 33.

В большинстве случаев опухоли на плавниках имеют удлинённую палочковидную или ланцетообразную форму. Цвет изменяется от бледно-желтого до буровато-черного. Их длина 0.23-5.10, ширина 0.05-3.85, высота 0.05-3.15 мм. Почти половина опухолей тела и головы выступают над поверхностью кожи более чем на 5 мм. Их форма варьирует от округлой, сферической, куполообразной до морщинистой, бесформенной, в виде нагромождений и вздутий поверхности тела. Цвет изменяется от бледно-желтовато-серого до темно-коричневого. Часто опухоли пигментированы неравномерно.

Ранее наибольшее число опухолей регистрировали у гольяна из р. Шайтановка, где интенсивность поражения ими рыбы составляло 1-12 экз. (Доровских, Шергина, 2009). Наши исследования показывают, что число опухолей на одной рыбе может быть в три раза большим. Это свидетельствует о наличии в этом районе какого-то канцерогенного загрязнения.

Предположения о наличии бластомогенных факторов загрязнения (нефтепродукты, обусловленные стоянкой моторных лодок, и выделения хвоща *Equisetum limosum* L., изобиливающего в данном районе) находятся на стадии проверки. Также необходимо помнить о возможности неврогенного происхождения опухолей, в частности, обнаруженные у некоторых видов рыб эпи-

телиоподобные пигментные меланомы передаются по наследству (Головина и др., 2003). Наряду с этими гипотезами этиологии опухолей существует и ряд других, основанных не только на химических факторах воздействия на организм рыбы, но и на физических, биологических и даже полиэтиологических. Среди физических факторов причиной возникновения опухолей могут быть длительное воздействие высокой температуры, солнечная радиация, радиоактивные вещества. К полиэтиологическим факторам относят развитие опухолевого процесса в результате нарушения иммунитета организма. С биологическими факторами связывают влияние опухолеобразующих вирусов, вызывающих у рыб лимфоцитис (у камбал), оспу (у карпа), стоматопапиллому (у угрей) и др. (Худолей, Богоский, 1982). В последние годы прорабатывается гипотеза о роли паразитических грибов в качестве фактора опухолеобразования. Но сам факт выделения из содержимого опухолей грибов еще не говорит о том, что именно грибы являются причиной развития опухолей (Доровских и др., 2007; Доровских, Шергина, 2009).

Таким образом, для установления причин опухолеобразования у гольяна из верхнего течения р. Печора необходимы дальнейшие исследования данного вопроса.

ЛИТЕРАТУРА

- Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н. и др. Ихтиопатология. М.: Мир, 2003. 448 с.
- Доровских Г.Н., Шергина Н.Н. Сезонная встречаемость, локализация, размеры и микобиота опухолей у гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из бассейнов рек Северная Двина и Печора / Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 2009. Вып. 338. С. 64-70.
- Доровских Г.Н., Шергина Н.Н., Вострикова А.В., Турбылева В.А. *Mycelia sterilia* из опухолей у гольяна. Ветеринария, 2007. № 6. С. 26-29.
- Ильницкий А.П., Королева А.А., Худолей В.В. Канцерогенные вещества в водной среде. М.: Наука, 1994. С. 145.
- Попова Н.А. Модели экспериментальной онкологии // Соросовский образовательный журн., 2000. Т. 6. № 8. С. 33-38.
- Худолей В.В., Богоский С.П. Опухоли гидробионтов и мониторинг канцерогенных загрязнений водной среды // Успехи современной биологии, 1982. Т. 93. Вып. 3. С. 466-472.

НАСЕЛЕНИЕ МОЛЛЮСКОВ РЕКИ КЕНА

С.Е. Соколова

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: Gwendolen2005@rambler.ru

Изучение фауны моллюсков р. Кена проводилось в ходе полевых экспедиционных работ в августе 2008-2009 гг. Всего было отобрано 38 проб в шести точках (рис. 1). Река Кена – крупный левый приток р. Онега – берет свое начало

в Кенозере. Кенозеро входит в группу озер (Кенозеро, Долгое, Свиное), находится на западе Онего-Двинско-Мезенской равнины, на юго-западе Архангельской обл. и расположено в подзоне средней тайги (Исаченко, 1995). Река Кена

обладает сходными с питающими ее озерными водами гидрохимическими характеристиками и испытывает влияние озера на гидрологический режим, особенно в верхнем течении (riverinfo.ru).

Длина Кены 38 км. Глубина в летний период 2-5 м (Плечко, 1973). На протяжении течения реки длинные плесы сменяются перекатами, недалеко от дер. Коровино есть пороги. Мелководные участки заняты водной растительностью: различными видами рдестов (*Potamogeton* sp.), кубышкой желтой (*Nuphar lutea*), хвощом (*Equisetum fluviatile*), широко распространен мох фонтиналис (*Fontinalis* sp.) и нитчатые водоросли. В реке преобладают каменистые, каменисто-песчаные грунты с небольшой степенью заиления, илы редки. При изучении дна обнаружено, что особенно в верхнем течении реки почти все дно занято затопленными стволами деревьев – последствием молевого сплава леса.

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 скребок (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 (Методика..., 1975).

В месте 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.

Общий объем отобранного материала составил 384 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 (1996) и Н.Д. Круглова (2005).

Для определения относительного обилия видов использовали пятибалльную логарифмическую шкалу (Песенко, 1982). Виды с обилием 4-5 баллов являются наиболее массовыми (доминирующими), 3 – обычными, 1-2 балла – малочисленными.

В результате исследования фауны в р. Кена обнаружен 21 вид моллюсков, которые принадлежат к четырем семействам класса Gastropoda (семейства *Planorbidae*, *Bithyniidae*, *Valvatidae*, *Lymnaeidae*) и к четырем семействам класса Bivalvia (семейства *Euglesidae*, *Pisidiidae*, *Sphaeriidae*, *Unionidae*).

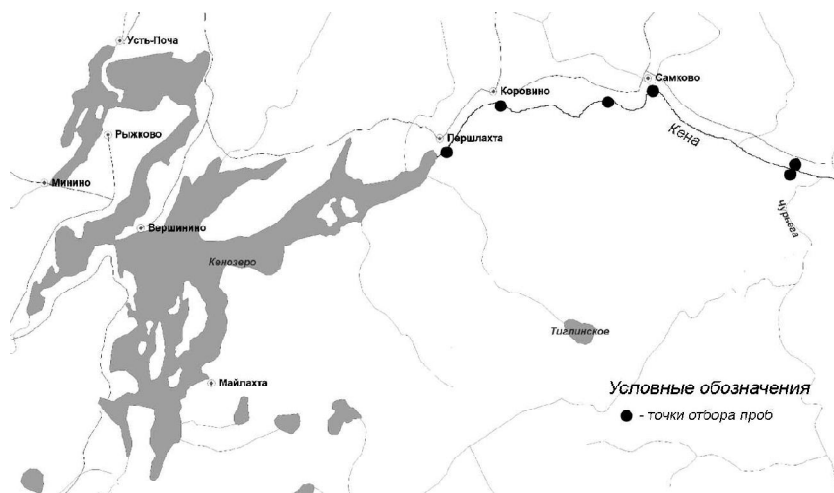


Рис. 1. Обзорная карта района исследований.

Наибольшим видовым богатством характеризуется семейство *Planorbidae*, представленное семью видами (см. таблицу).

Распределение видов по баллам относительного обилия неодинаково (см. таблицу). В р. Кена наиболее распространены виды *Anisus contortus* (Linnaeus, 1758), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758) и *Cingulipisidium nitidum* (Jenyns, 1832).

Обычные виды представлены *A. laevis* (Alder, 1838), *A. vortex* (Linnaeus, 1758), *Cincinna piscinalis* (Mueller, 1774), *Lymnaea fragilis* (Linnaeus, 1758), *L. ovata* (Draparnaud, 1805). На долю малочисленных видов приходится суммарно 13% от объема сборов.

Большинство моллюсков р. Кена относятся к европейским и европейско-сибирским видам, их доля в зоогеографической структуре почти 52%. Виды с европейско-западносибирским и палеарктическим ареалами также хорошо представлены. Мало голарктических видов (рис. 2).

Таким образом, фауна моллюсков р. Кена насчитывает 21 вид, принадлежащий к четырем семействам класса Gastropoda (*Planorbidae*, *Bithyniidae*, *Valvatidae*, *Lymnaeidae*) и к четы-

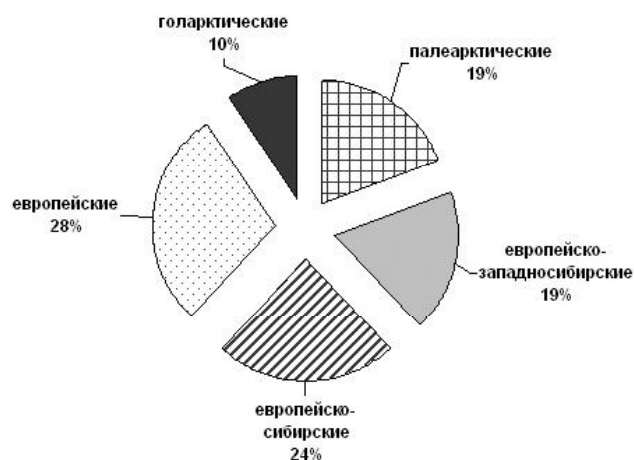


Рис. 2. Зоогеографическая структура малакофауны р. Кена.

Видовой состав и относительное обилие моллюсков р. Кена

№	Вид	N, экз.	Id, %	B, баллы
Семейство <i>Planorbidae</i>				
1	<i>Anisus acronicus</i> (Ferussac, 1807)	1	0.26	1
2	<i>Anisus albus</i> (Mueller, 1774)	1	0.26	1
3	<i>Anisus contortus</i> (Linnaeus, 1758)	93	24.22	4
4	<i>Anisus laevis</i> (Alder, 1838)	20	5.21	3
5	<i>Anisus vortex</i> (Linnaeus, 1758)	12	3.13	3
6	<i>Armiger crista</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.26	1
7	<i>Ancylus fluviatilis</i> Mueller, 1774	6	1.56	2
Семейство <i>Bithyniidae</i>				
8	<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	111	28.91	4
Семейство <i>Valvatidae</i>				
9	<i>Cincinna depressa</i> (C. Pfeiffer, 1828)	7	1.82	2
10	<i>Cincinna piscinalis</i> (Mueller, 1774)	13	3.39	3
Семейство <i>Lymnaeidae</i>				
11	<i>Lymnaea fragilis</i> (Linnaeus, 1758)	12	3.13	3
12	<i>Lymnaea ovata</i> (Draparnaud, 1805)	26	6.77	3
13	<i>Lymnaea lagotis</i> (Schranck, 1803)	2	0.52	1
Семейство <i>Euglesidae</i>				
14	<i>Cingulipisidium nitidum</i> (Jenyns, 1832)	47	12.24	4
15	<i>Pseudeupera subtruncata</i> (Malm, 1853)	2	0.52	1
16	<i>Roseana borealis</i> (Clessin in Westerlund, 1877)	9	2.34	2
Семейство <i>Pisidiidae</i>				
17	<i>Pisidium amnicum</i> (Mueller, 1774)	8	2.08	2
Семейство <i>Sphaeriidae</i>				
18	<i>Sphaerium westerlundii</i> Clessin in Westerlund, 1873	6	1.56	2
19	<i>Sphaerium corneum</i> (Linnaeus, 1758)	5	1.30	2
Семейство <i>Unionidae</i>				
20	<i>Tumidiana tumida</i> (Philipsson in Retzius, 1788)	1	0.26	1
21	<i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)	1	0.26	1
	Всего видов		21	
	Всего	384	100	

Примечание: N – число особей вида в сборах, экз.; I_j – доля особей вида в сборах, %; B – обилие вида по пятибалльной логарифмической шкале (Песенко, 1982).

рем семействам класса Bivalvia (*Euglesidae*, *Pisidiidae*, *Sphaeriidae*, *Unionidae*). Наибольшим видовым богатством характеризуется семейство *Planorbidae*, представленное семью видами. Распределение видов по баллам относительного обилия неодинаково. Наиболее массовые виды – *Anisus contortus* (Linnaeus, 1758), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758) и *Cingulipisidium nitidum*

(Jenyns, 1832). Большинство моллюсков реки относятся к европейским и европейско-сибирским видам.

Исследования выполнены при поддержке грантов РФФИ №№ 10-04-00897-а и 10-04-10125-к, междисциплинарного проекта УрО РАН «Ландшафтно-зональные условия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере: оценка роли природных и антропогенных факторов» и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 гг.».

Автор выражает благодарность Ю.В. Беспалой и О.В. Усачевой за консультации и проверку определения моллюсков.

ЛИТЕРАТУРА

Исаченко А.Г. Физико-географическая характеристика региона // Состояние окружающей среды северо-западных и северных регионов России. СПб.: Наука, 1995. С. 7-30.

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.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под общ. ред.

С.Я. Цалолихина. 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.

Плечко Л.А., Сабанеева И.П. Водные маршруты СССР. Европейская часть. М.: Физкультура и спорт, 1973. 184 с.

<http://www.riverinfo.ru/river.php?rvr=Онега>.

НАСЕЛЕНИЕ КОЛЛЕМБОЛ В МЕСТАХ КОЛОНИАЛЬНОГО ГНЕЗДОВАНИЯ ЧАЙКОВЫХ ПТИЦ КОЛОКОЛКОВОЙ ГУБЫ

А.А. Таскаева, Г.Л. Накул
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: taskaeva@ib.komisc.ru

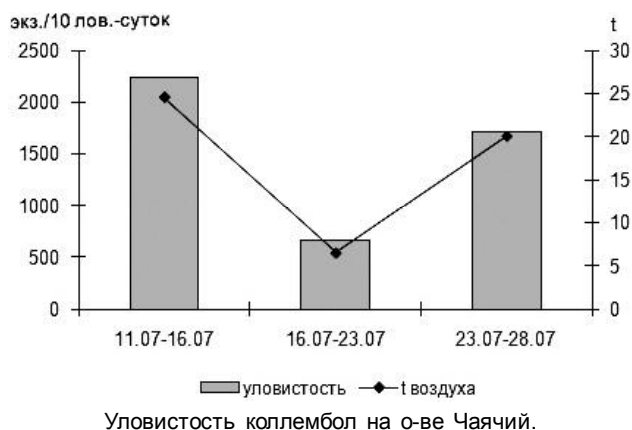
Первые сведения о коллемболах Арктики появились во второй половине XVIII в. (Muller, 1776; Fabricius, 1780). К концу XIX в. было известно уже 70 арктических видов (Schaffer,

1900). Данные по численности и особенностям экологии ногохвосток в условиях тундровой зоны европейской части России, в особенности ее северной материковой полосы, очень скуд-

ны. В некоторых районах, в том числе в субарктике Евразии, проведены отдельные количественные учеты. К настоящему времени севернее границы леса достоверно зарегистрировано 425 видов ногохвосток, что составляет 6% от общемирового богатства группы (Бабенко, 2005), включающей около 7000 рецентных видов (Deharveng, 2004). Известно, что в высотных широтах коллемболы, в отличие от большинства других групп беспозвоночных животных, сохраняют высокое таксономическое разнообразие (Ананьева, 1973), о чем свидетельствуют результаты многолетних исследований в ряде регионов Сибири (Бабенко, 2005). В то же время, бесспорно, общая фауна коллембол тундровой зоны значительно беднее таковой даже для таежной полосы. Эти факты говорят о большой насыщенности ногохвостками тундровых сообществ, об их более равномерном ландшафтном и биотопическом распределении.

Наши исследования были проведены в 2003 г. в Колокольной губе, которая вдаётся вглубь побережья Тиманского берега Баренцева моря. На акватории залива имеется около 25 различных по размерам островов, в залив впадает более 30 рек. Окружающая местность состоит из песчаных дюн, маршей, осоковых болот, мохово-лишайниковых и кустарниковых тундр с озерами и водотоками. Нами изучено население коллембол о-ва Чаячий, где размножались западносибирские чайки, бургомистры и белошекие казарки. Здесь были установлены ловушки Барбера в период с 11 по 24 июля. Эти острова аккумулятивного происхождения изрезаны протоками и ручьями, а также небольшими озерами-лужами с солоноватой водой. Из растительности доминирует *Puccinellia phragmitoides* (Минеев, Накул, 2009). Здесь был отмечен только один вид коллембол *Hypogastrura viatica*, который широко распространен в Арктике, обитает на побережьях, очень обилен на птичьих базарах, в гниющих морских водорослях и т.д. Его уловистость составила от 660 до 2235 экз./10 лов.-суток в зависимости от периода отбора и колебалась с изменением температуры воздуха (см. рисунок). Этот вид является очень мобильным, т.е. быстро реагирует на изменения условий. Однако каких-то специфических адаптаций к развитию в высоких широтах у него нет. Совершенно очевидно, что основной особенностью арктической среды для коллембол, как пойкилотермных организмов, является не низкая зимняя температура, а краткость периода активной жизнедеятельности и сильные непредсказуемые колебания температуры в этот период.

Также нами исследованы группировки коллембол на разнотравном лугу (1), мохово-лишайниковой бровке (2), в переходной зоне между песчаными дюнами и мохово-осоковой увлажненной тундрой (3) и мохово-ивняковой увлажненной тундре (4) в районе мыса Колокольной



ский Нос. На каждом участке были отобраны почвенные пробы. На первых трех участках и в районе песчаных дюн располагалась колония полярной крачки. Гнезда полярной крачки представляют собой углубление в почве, лоток выложен мелкой галькой, сухой травой или вообще отсутствует (Накул, 2004). После сезона размножения полярные крачки отлетают к местам зимовок к побережьям Северной и Южной Америки. Они встречаются в Перу, Чили, Бразилии и Аргентине, а также на западном и южном побережьях Африки. Таким образом, полярная крачка совершает удивительные далекие и своеобразные сезонные перемещения.

На всех участках нами зарегистрировано 32 вида коллембол. В фауне района исследования, как и в целом в фауне арктических регионов, наиболее богаты видами три ведущих семейства – *Isotomidae*, *Onychiuridae*, *Hypogastruridae*. На их долю приходится около 90% видового богатства группы. Одной из характерных черт Арктики является постепенное обеднение «высших» *Entomobryomorpha* и *Symphyleona*. Нами не был выявлен ни один вид из подотряда симфиплеон, так как его представители обладают наибольшим числом апоморфных признаков, большинство из которых связано в первую очередь с освоением надпочвенных ярусов, в частности травостоя (Бабенко, 2005). Наибольшая численность коллембол отмечена на разнотравном лугу, где составила более 200 тыс. экз./м². При переходе от разнотравного луга к мохово-ивняковой тундре число видов коллембол возрастает (см. таблицу).

Из таблицы видно, что соотношение доминирующих видов неодинаково. Практически на всех участках преобладают широко распространенные *F. quadrioculata*, *D. variabilis*. В мохово-лишайниковой бровке высоко обилие *T. wahlgreni*, а в переходной зоне – *P. minima*. Последний вид имеет гларктическое распространение. Предпочитает разлагающиеся органические субстраты: кору деревьев, корневые массы и т.д. Нами этот вид впервые был отмечен под корой берез и в трутовых грибах в средней тайге Республики Коми (неопубликованные данные).

Число видов, численность (экз./м²), обилие (%)
массовых видов коллембол на различных участках
в районе мыса Колоколовский Нос

Вид	Разнотравный луг	Мохово-лишайниковая бровка	Переходная зона	Мохово-ивняковая тундра
<i>Folsomia quadrioculata</i>	63.8	3.4	15.3	15.0
<i>Deuterophorura variabilis</i>	25.4	2.3	17.9	36.5
<i>Desoria tolya</i>	3.9	2.9	< 1	3.6
<i>Hypogastrura cf. viatica</i>	3.4	10.7	7.2	6.1
<i>Tetracanthella wahlgreni</i>	2.3	58.7	2.5	1.7
<i>Protaphorura stogovi</i>	—	15.1	—	<1
<i>Proisotoma minima</i>	—	—	45	<1
<i>Protaphorura boedvarssoni</i>	<1	<1	2.3	10.9
Число видов	11	14	20	24
Численность	222080	30640	34480	89840

Таким образом, в почве в местах гнездования колониальных чайковых птиц формируется сообщество коллембол, характерное для восточноевропейских тундр с преобладанием бореальных видов и имеющих в основном голарктическое и палеарктическое распространение. Однако полученные нами данные требуют дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Ананьева С.И. Ногохвостки (Collembola) западного Таймыра // Биогеоценозы таймырской тундры и их продуктивность. Л.: Наука, 1973. Вып. 2. С. 152-165.
- Бабенко А.Б. Коллемболы Арктики: структура фауны и особенности хорологии: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2005. 48 с.
- Накул Г.Л. Современный статус полярной крачки в Малоземельской тундре // Русский орнитологический журнал. Экспресс-выпуск. СПб., 2004. Т. 14. № 281. С. 207-212.
- Минеев Ю.Н., Накул Г.Л. Эколого-этологическая структура колоний западносибирской чайки (*Larus heuglini*) в Малоземельской тундре // Зоол. журн., 2009. Т. 88. № 6. С. 717-724.
- Deharveng L. Recent advances in Collembola systematics // Pedobiologia, 2004. Bd. 48. P. 415-433.
- Fabricius O. Fauna Groenlandica. Hafniae et Lipsiae, 1780. 211 S.
- Muller O.F. Zoologiae Daniae prodromus: seu Animalium Daniae et Norvegiae indigenarum characteres. Nomina, et synonyma imprimis popularium. Havniae, 1776. 282 p.
- Schaffer C. Die artischen und subartischen Collembola // Fauna Arctica, 1900. Vol. 1. P. 147-216.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ЕЛЬЦА НЕКОТОРЫХ РЕК ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Е. Улютичева, А.С. Комарова

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: uljuticheva26@rambler.ru

Введение

В настоящее время загрязнение окружающей среды является одной из насущных проблем человечества. При глобальном переносе загрязняющих веществ водные экосистемы являются наиболее чувствительным и уязвимым звеном биосферы к различным проявлениям антропогенного воздействия. Для изучения их состояния широко используется метод биоиндикации. При этом выбираются такие организмы-рецепторы и набор их признаков, которые известны своей высокой чувствительностью к поражающим факторам. Например, в условиях водных экосистем наиболее часто используют рыб, так как они являются верхним звеном трофических цепей и аккумулируют огромное количество токсиантов различной природы (Зооиндикаторы..., 2006).

Созданный С.С. Шварцем (1969) применительно к экологии наземных позвоночных метод морфофизиологических индикаторов в настоящее время активно внедряется в практику оценки состояния водных экосистем (Смирнов и др., 1972; Моисеенко, 1997). Метод морфофизиологической индикации используется для оценки изменений условий среды обитания и

состояния отдельных видов на организменном и популяционном уровнях. Данный метод при оценке состояния популяций отдельных видов и водных экосистем в целом в пределах Вологодской обл. практически не применялся.

Цель работы – оценка состояния популяций ельца некоторых рек Вологодской обл. Для решения поставленной цели необходимо было исследовать возрастную и половую изменчивость морфофизиологических показателей ельца и определить межпопуляционные различия морфофизиологических показателей.

Материалы и методика исследований

Работа была выполнена в 2009-2010 гг. на трех реках (Сухона, Еденьга и Вага), отличающихся по уровню загрязнения. Сбор фактического материала осуществлялся с июля по декабрь. 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. Елец, как правило, водится в небольших чистых и быст-

рых реках, однако встречается и в проточных озерах, иногда заходит в некоторые пойменные водоемы. Держится у дна на твердых песчаных или каменистых участках, часто отмечается ниже перекатов.

Всего отловлено 77 экземпляров разновозрастных рыб (в возрасте от 3+ до 7+). Отлов рыбы осуществлялся при помощи удочки и ставных сетей. Рыбу взвешивали и измеряли длину тела, после чего проводилось вскрытие, определялся вес внутренних органов (сердца, печени, гонад и жабр). Взвешивание органов проводили с точностью до 0.001 г, измерение длины – до 0.01 см. На основании этих данных рассчитывались индексы органов. 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 нами реки протекают по территории двух районов Вологодской обл. – Тотемского и Верховажского. Сухона – основная река Тотемского р-на, протекающая с юго-запада на северо-восток. Протяженность реки в районе – 126 км. Нами она была исследована в районе впадения р. Еденьга – левого притока Сухоны, протекающей по территории Тотемского р-на. Длина реки 93 км. Нами она была исследована в нижнем течении, в районе пос. Усть-Еденьга. Река Вага протекает по территории Верховажского р-на и является крупнейшим левым притоком Северной Двины, длиной 575 км. Нами она изучена в среднем течении в районе с. Шелота.

Изученные реки имеют разную степень антропогенной нагрузки. По данным Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской обл. уже в течение нескольких лет вода в реках по УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязненности воды) оценивается как очень загрязненная. В водоемах превышена предельно допустимая концентрация железа, меди и цинка, ХПК, БПК₅ (Доклад..., 2009).

В настоящее время загрязнение р. Сухона оценивается как хроническое. Большое количество ядовитых веществ поступает в верховья реки со сточными

Индексы органов ельца некоторых рек Вологодской области

Название водотока	Сердце	Печень	Жабры	Гонады (самцы/самки)
Сухона	2.74±0.19	8.88±0.53	18.77±1.09	5.66±0.86/37.72±8.83
Вага	2.15±0.18	10.68±0.59	20.03±1.01	12.49±0.62/159.53±15.92
Еденьга	1.79±0.08	11.39±0.45	14.83±0.83	13.78±2.09/127.28±14.64

водами предприятий Вологды и Сокола. Помимо того, поступление загрязняющих веществ происходит за счет локальных источников от производств промышленного, сельскохозяйственного и хозяйственно-бытового назначения, расположенных на берегах Сухоны и ее притоков. Большое влияние на качество сухонской воды оказывают сточные воды и самой Тотьмы. Реки Еденьга и Вага загрязнены в меньшей степени, чем р. Сухона. В советский период и в начале 1990 гг. по ним осуществлялся лесосплав. В настоящее время данные реки не судоходны и их загрязнение носит локальный характер.

Результаты исследований

Наиболее показательными в оценке состояния популяции рыб являются индексы сердца и печени. Действие токсических веществ на организм 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, подвергающихся действию токсических веществ. Печень в организме также играет большую роль по детоксикации вредных веществ и в токсичных условиях масса этого органа увеличивается.

У ельцов из р. Сухона максимальными среди полученных являются индексы сердца, ми-

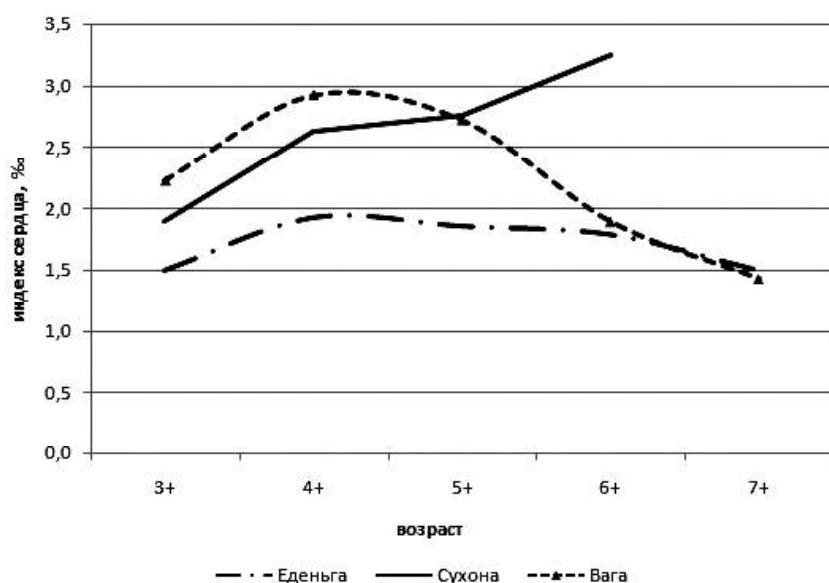


Рис. 1. Возрастные изменения индекса сердца ельца некоторых рек Вологодской обл.

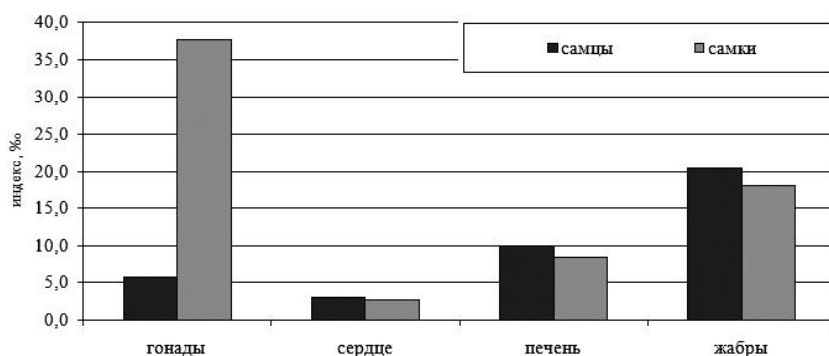


Рис. 2. Половые отличия в индексах органов ельца р. Сухона.

нимальными – печени и гонад. В популяции из Ваги максимальными являются индексы жабр и селезенки. У ельцов р. Еденьга индексы печени и гонад имеют максимальное значение, а индексы сердца и жабр – минимальное. Также отмечаются изменения морфологических показателей в зависимости от возраста, пола и местообитания рыб.

Среди изученных популяций наблюдаются межпопуляционные различия в изменении индекса сердца с возрастом. Так, например, в реках Еденьга и Вага индекс сердца с возрастом сначала возрастает, а затем начинает постепенно уменьшаться. Данный процесс является естественным возрастным изменением индекса сердца. В р. Сухона индекс сердца с возрастом постоянно увеличивается, это может быть связано с тем, что вода в реке загрязнена.

Половые различия морфологических показателей ельца наиболее четко проявляются в р. Сухона. Здесь прослеживается увеличение практически всех индексов органов, за исключением гонад у самцов. Это может быть свя-

зано с тем, что вода в данном водоеме загрязнена, а самцы являются наиболее чувствительными к загрязнению, чем самки и реагируют на это увеличением индексов некоторых органов.

Выводы

По морфологическим показателям популяции ельца рек Еденьга и Вага находятся в более благоприятном состоянии, чем в р. Сухона, где наблюдает-

ся хроническое загрязнение стоками целлюлозно-бумажной промышленности и городских очистных сооружений. Загрязнение приводит к увеличению индексов органов у самцов в сравнении с самками, к повышению с возрастом индекса сердца, уменьшению доли самцов в половой структуре популяций.

ЛИТЕРАТУРА

- Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2008 году. Вологда, 2009. 232 с.
- Гашев С.Н., Жигалова О.Н. Зооиндикаторы в системе регионального мониторинга Тюменской области. Тюмень, 2006. 132 с.
- Моисеев 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 морфологических индикаторов в экологии рыб // Тр. СевНИОРХ. Петрозаводск, 1972. Т. 7. 168 с.
- Шварц С.С. Эволюционная экология животных // Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1969. Вып. 65. 200 с.

ПОСЕЛЕНИЯ МОЛЛЮСКОВ В ВОДОТОКАХ УРОЧИЩА ПЫМ-ВА-ШОР (БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА)

О.В. Усачёва

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

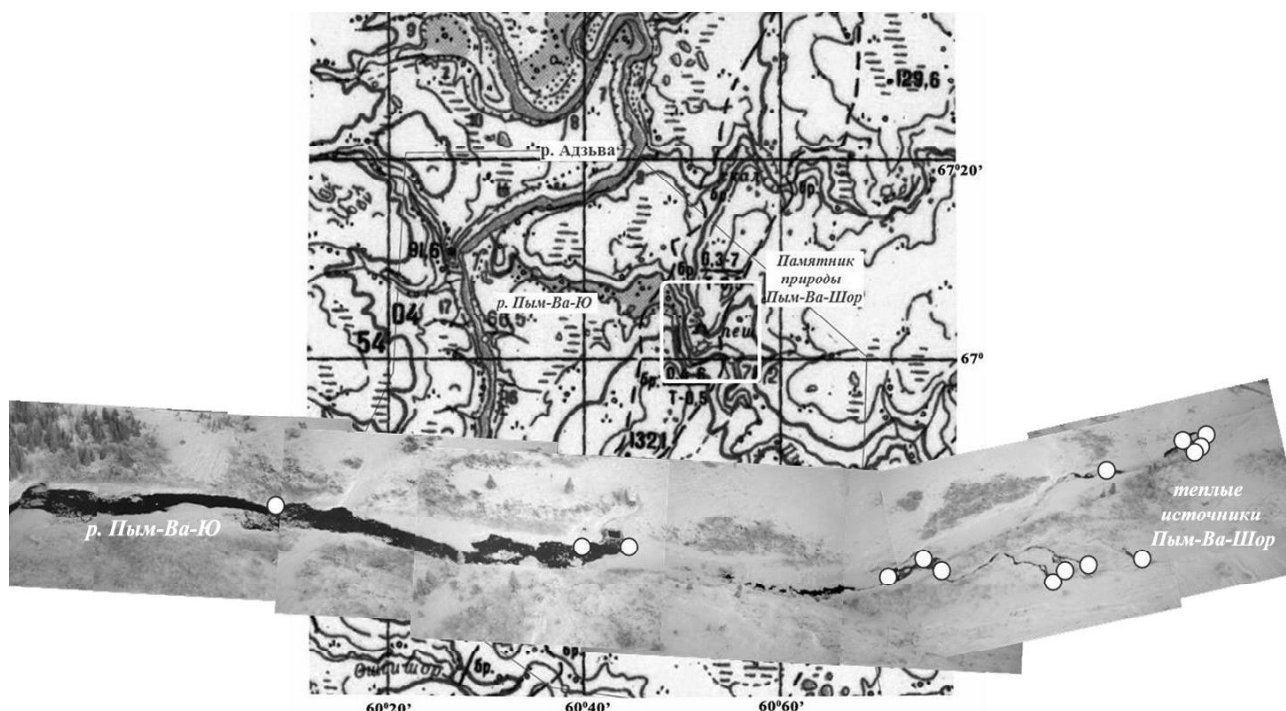
E-mail: olgausa4eva@yandex.ru

Урочище Пым-Ва-Шор характеризуется единственными на Крайнем Севере термальными источниками и с 2000 г. является памятником природы. Расположено оно на юго-востоке Большеземельской тундры в среднем течении р. Адзъва (см. рисунок), истоки которой начинаются из системы Вашуткиных озер.

Первое упоминание о теплых источниках Пым-Ва-Шор («ручей теплой воды») встречается в публикации архимандрита Вениамина (Вениамин, 1849). Позднее источники описывались А.В. Журавским (Журавский, 1906), Н.А. Куликом (Кулик, 1909) и другими исследователями. В своих работах авторы неоднократно отмечали высокую численность «переполняющих

русло живых моллюсков», называемых «гастроподами» (Журавский, 1910) и приуроченных к водорослевым матам гидротермальных источников. Однако видовой состав, структура топических группировок и другие параметры малакоценозов никем до сих пор изучены не были.

Особенностью проводимых исследований являлось то, что отбор гидробиологических проб осуществлялся в ноябре 2009 г., когда уже установился твердый снежный покров. Цель исследований – изучение зимнего распределения поселений водных моллюсков в термальных источниках Пым-Ва-Шор и р. Пым-Ва-Ю, в которую впадают теплые воды источников.



Карта-схема района исследований. Урочище Пым-Ва-Шор. ○ – места отбора гидробиологических проб.

В ходе работ было исследовано восемь «горячих» источников (см. рисунок), температура воды в которых варьировала от 20.3 до 28.5 °С, и один «холодный» источник с температурой воды 1.6 °С. Также были отобраны пробы непосредственно из р. Пым-Ва-Ю (около мест впадения источников). В общей сложности отобраны 62 бентосные пробы. Объем собранного материала составил 2875 экз. моллюсков. Сбор материала осуществлялся по стандартным методикам (Методика изучения..., 1975, Песенко, 1982).

В результате исследований выявлено, что население пресноводных моллюсков урочища Пым-Ва-Шор включает семь видов, принадлежащих к трем семействам, четырем родам. Структура топических группировок моллюсков «горячих» источников и р. Пым-Ва-Ю неодинакова (см. таблицу).

В «горячих» источниках резко доминируют по численности представители семейства *Lymnaeidae*: *Lymnaea ovata* (Draparnaud, 1805), *L. fontinalis* (Studer, 1820) и *L. lagotis* (Schränk, 1803) (суммарно 98% от общей выборки), при этом представители семейства *Planorbidae* – *Anisus laevis* (Alder, 1838) и *A. acronicus* (Ferussac, 1807) – малочисленны. В р. Пым-Ва-Ю наблюдается обратная картина. Здесь *A. laevis* и *A. acronicus* являются преобладающими. Также установлено, что показатели видового богатства топических группировок р. Пым-Ва-Ю значительно выше аналогичных показате-

телей в «горячих» ручьях. В «холодном» ручье моллюски не обнаружены.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что снижение видового разнообразия сопровождается ростом индекса доминирования некоторых видов, что можно рассматривать, как один из экологических механизмов, компенсирующих видовую обедненность биоты. При этом преимущество получают виды, наиболее адаптированные к данным условиям среды. В условиях же гидротермальной экосистемы формируются специфические монодоминантные сообщества гастроподного типа с упрощенной структурой и низким видовым разнообразием на фоне высокой численности плотности моллюсков.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы», междис-

Таксономическая структура топических группировок моллюсков в водотоках урочища Пым-Ва-Шор

Вид	Река Пым-Ва-Ю	«Горячие» источники
Сем. <i>Lymnaeidae</i>		
<i>Lymnaea ovata</i> (Draparnaud, 1805)	12	1618
<i>Lymnaea fontinalis</i> (Studer, 1820)	9	69
<i>Lymnaea lagotis</i> (Schränk, 1803)	–	961
Сем. <i>Planorbidae</i>		
<i>Anisus laevis</i> (Alder, 1838)	60	48
<i>Anisus acronicus</i> (Ferussac, 1807)	58	5
Сем. <i>Euglesidae</i>		
<i>Cingulipisidium nitidum</i> (Jenyns, 1832)	7	–
<i>Pseudeupera subtruncata</i> (Malm, 1855)	1	–

циплинарного проекта УрО РАН «Ландшафтно-зональные условия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере: оценка роли природных и антропогенных факторов», а также грантов РФФИ № 09-04-02100-э_к и №10-04-00897-а.

Автор приносит искреннюю благодарность М.В. Винарскому (ОмГПУ) за помощь в определении материала.

ЛИТЕРАТУРА

Вениамин, архимандрит. Самоеды Мезенские // Архангельские губернские ведомости, 1849. № 114.

Журавский А.В. Маршрут Большеземельской экспедиции 1904-1905 гг. // Ежегодник Зоол. музея Акад. наук. СПб., 1906. Т. 11. С. XVIII-XXXIII.

Журавский А.В. Большеземельская тундра // Известия Архангельского общества изучения Русского Севера. Архангельск, 1910. № 2.

Кулик Н.А. Источники «Пым-Ва-Шор» // Изв. Архангельского об-ва изучения Русского Севера. Архангельск, 1909. № 12. С. 22-34.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Отв. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовской. М.: Наука, 1975. 270 с.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982.

К ФАУНЕ ШМЕЛЕЙ (HYMENOPTERA, APIDAE, BOMBUS) КРАЙНЕСЕВЕРНОЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Н.И. Филиппов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: philippovni@mail.ru

Шмели (*Bombus*) – широко распространенная группа насекомых, их ареал доходит на севере до Гренландии, Новой Земли, Чукотки и Аляски. Исследуемые насекомые играют значительную роль в органической жизни Земли, приспособившись к самым разнообразным условиям существования. Они играют важную роль в природе, участвуя в пищевых цепях. Но наибольшую значимость это небольшая группа имеет на Севере, где является одними из основных специализированных опылителей большинства энтомофильных растений.

Цель данного исследования – изучение фауны шмелей (Hymenoptera, *Bombus*) крайнесеверной тайги Республики Коми.

Для выполнения цели поставлены следующие задачи:

- провести математический анализ фауны шмелей (*Bombus*) крайнесеверной тайги Республики Коми;
- выявить консорционные связи;
- исследовать биотопическую приуроченность.

Материалом для настоящей работы послужили полевые сборы и наблюдения шмелей в период с 2006 по 2009 г. в шести точках Республики Коми. Исследованы фауны Инты в 2007-2008 гг., Щельяюра в 2009 г., окрестностей оз. Волочанское в 2009 г., окрестностей оз. Нижнее-Маерское в 2009 г., Тобыща в 2009 г., Печорской Пижмы в 2006 г. В настоящее время собранный материал хранится в фондах Зоологического музея Института биологии Коми научного центра УрО РАН.

Перепончатокрылых собирали при помощи энтомологического сачка методом кошения по травянистой и кустарниковой растительности. Проводился также ручной сбор с цветковых

растений для обнаружения насекомых, при этом осматривалась не только цветущая часть растения, но и весь побег в целом. Шмели замаривались эфиром, затем перекладывались на ватные матрасики, снабженные этикетками с подробной информацией о времени и месте сбора. В лабораторных условиях отловленные насекомые препарировались и монтировались в коллекции стандартным методикам, изложенным в различных практических руководствах (Козлов, Нинбург, 1971; Татаринов, Долгин, 1999 и др.). Определение насекомых проводилось под биноклем МБС-10 с помощью определителя (Loken, 1973, 1984; Определитель..., 1978). Объем собранного материала составил 1337 экз.

Для оценки представленности шмелей в биогеоценозах использовались данные по относительному обилию видов в форме доли (%) каждого вида в топических группировках шмелей (Песенко, 1982).

Инвентаризационный аспект видового разнообразия (α -разнообразие) представителей рода *Bombus* в биогеоценозах характеризовался с помощью индексов видового богатства и показателей выравнинности видов по обилию (Песенко, 1982).

Видовое богатство шмелей в различных типах местообитаний оценивалось с помощью показателя S – количество видов в фаунистическом списке и с помощью индекса Маргалефа, разнообразия Шеннона, выравнинность видов по обилию в сообществе характеризовалась с помощью индексов неоднородности Симпсона и Бергера-Паркера.

В результате исследований в подзоне крайнесеверной тайги Республики Коми зарегистрировано 20 видов шмелей, по отдельным точкам число видов колебалось от 10 до 16 (см. табли-

цу). Наибольшие значения индексов Шеннона и Маргалефа характерны для фауны шмелей окрестностей г. Инта, рек Тобыш и Печорская Пижма, хотя их видовое богатство в окрестностях Инты значительно уступает по сравнению с двумя другими точками, что обусловлено большей выравненностью.

В окрестностях озер Волочанское и Нижне-Маерское доминирует *Bombus jonellus*, на долю которого приходится 43 и 50% соответственно. Кроме того, на Волочанском присутствует субдоминант *Bombus arcticus* (17%), что весьма необычно, так как представители этого вида по всему ареалу немногочисленны. Существенное преобладание одного-двух видов в составе фауны шмелей подтверждается значениями индексов Бергера-Паркера и Симпсона.

Наибольшая численность и видовое разнообразие шмелей в крайнесеверной тайге характерно для пойменных разнотравных лугов, что связано с благоприятными условиями обитания: наличием подходящих мест для постройки гнезд и обилием цветущих растений. В темнохвойных лесах в связи с почти полным отсутствием кормовых растений и мест для гнездования количество видов и численность шмелей минимальны.

На территории крайнесеверной тайги шмелей в качественном аспекте (т.е. по числу видов) больше всего было поймано на растениях из семейств: Asteraceae (16 видов), Fabaceae (14) и Lamiaceae (11), которые являются наиболее предпочитаемыми и в других подзонах тайги Республики Коми. В количественном отношении (т.е. по числу особей) распределение выглядит немного иначе: Fabaceae (392 экземпляра), Geraniaceae (241) и Asteraceae (233).

ЛИТЕРАТУРА

Козлов М.А., Нинбург Е.М. Ваша коллекция. М., 1971. 159 с.

Значения индексов видового разнообразия и доминирования

Индексы	Инта	Щельяюр	Озеро Волочанское	Озеро Нижне-Маерское	Река Тобыш	Река Печорская Пижма
Шеннона, H	2.23	1.88	1.89	1.66	2.53	2.18
Маргалефа, D _{Mg}	2.03	2.09	2.3	1.95	2.61	2.71
Бергера-Паркера, D _{B.P.}	0.21	0.34	0.44	0.5	0.19	0.23
Симпсона, D _{Sm}	0.93	0.76	0.72	0.72	0.91	0.79
S, вид	11	12	14	10	16	16
N, экз.	136	193	342	101	312	253

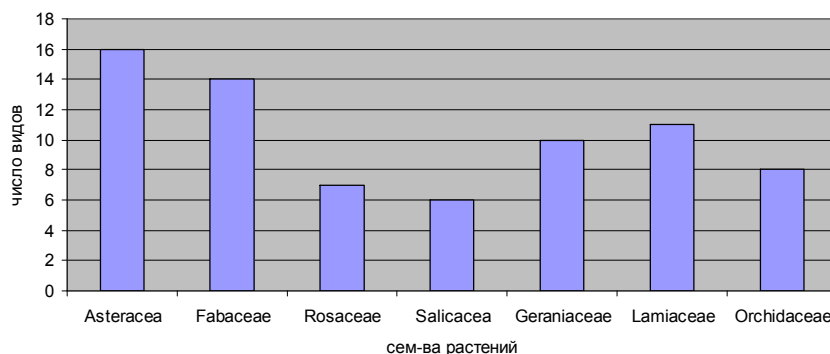


Рис. 1 Консорционные связи шмелей (распределение по числу видов).

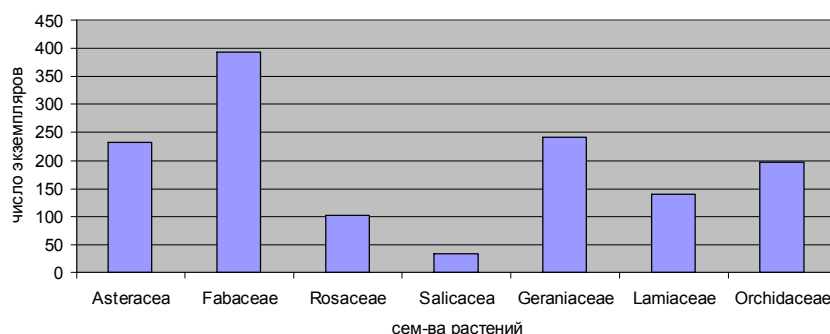


Рис. 2. Консорционные связи шмелей (распределение по числу экземпляров).

Татаринев А. Г., Долгин М. М. Определитель дневных бабочек Республики Коми: Учебное пособие. Сыктывкар, 1999. 180 с.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982. С. 1-182

Loken A. Studies of Scandinavian Bumble Bees (Hymenoptera, Apidae) // Norw. J. Entomol., 1973. Vol. 20. № 1. P. 1-218.

Loken A. Scandinavian Species of the Genus Psithyrus Lepeletier (Hymenoptera, Apidae) // Entomol. Scandinavica, 1984. Vol. 23. P. 1-45.

К ОСОБЕННОСТЯМ ГЕЛЬМИНТОФАУНЫ ДРОЗДА-РЯБИННИКА НЕКОТОРЫХ МЕСТООБИТАНИЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Хохлов

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

E-mail: hi-bio@mail.ru

Рябинник (*Turdus pilaris* L.) – широко распространенный, многочисленный вид дроздовых птиц на территории Кировской обл. (Сотников, 2008), где населяет как природные, так и антропогенные ландшафты пригородов и городов.

Несмотря на то, что рябинник широко распространен в европейской части России и Сибири и является окончательным хозяином достаточно большого количества видов гельминтов, исследований его гельминтофауны в прошлом и, в частности, в последние годы проводилось мало, или же они ограничивались небольшими выборками в комплексных работах по изучению всей группы дроздовых птиц. В Башкортостане в 1984-1988 гг. была исследована гельминтофауна всего лишь шести особей рябинников (Баянов, Валуев, 2003). Данное исследование позволило получить сведения о шести видах гельминтов. На территории, наиболее близкой к Кировской обл. географически – европейском Северо-Востоке, у рябинника обнаружены 10 видов гельминтов (Юшков, Ивашевский, 1999), но в этой работе не приведены данные о количестве исследованных птиц, интенсивности и экстенсивности инвазии. Так или иначе, эти материалы несут основную информацию, с которой можно сравнивать полученные в результате нашего исследования данные.

Недостаточность изучения гельминтофауны рябинника можно объяснить низким хозяйственным значением этой птицы для человека. Однако, учитывая перспективы европеизации охоты в России, стремительное оскудение угодий традиционными охотничьими видами и неиспользуемое обилие дроздов, понимание «низкого хозяйственного значения» теряет силу постулата: относительно недавно в некоторых регионах России была узаконена осенняя охота как на ря-

бинника, так и на других так называемых условно-охотничьих птиц. Из этого следует, что необходимо более тщательное изучение экологических особенностей данных видов птиц и в частности – гельминтофауны.

Обзор литературы показал, что исследования гельминтофауны рябинника Кировской обл., вероятно, не проводились совсем. В связи с этим цель нашей работы – выявление особенностей гельминтофауны рябинника в некоторых местобитаниях Кировской обл., основная задача – изучение видового состава гельминтов рябинника.

Большая часть исследованных рябинников добыта в Орловском р-не Кировской обл. – 14 птиц. Несколько птиц добыто в Малмыжском (три) и Верхнекамском (одна) районах. Четыре молодых птицы найдено мертвыми в июле 2009 г. в пойме р. Люльченка, протекающей по г. Киров. Работы в полевых условиях проводились в летне-осенний период 2009 г. (с середины августа до конца сентября).

При гельминтологических исследованиях применялся метод полного вскрытия по Скрыбину.

В табл. 1 приведены данные экстенсивности и интенсивности инвазии птиц по местобитаниям, в табл. 2 – всех исследованных птиц, а также локализация гельминтов в организме.

Все обнаруженные гельминты, кроме *Cyclocoelum mutabile*, являются обычными паразитами рябинника. Трематода *C. mutabile* свойственна водным и околоводным птицам (Шульц, 1972), заражение рябинника, добытого в Малмыжском р-не, вероятно, произошло случайно при поедании пресноводных моллюсков родов *Limnaea*, *Radix*, *Planorbis* и других, являющихся промежуточными хозяевами этой трематоды.

Таблица 1

Экстенсивность и интенсивность инвазии птиц по местобитаниям

Район	Местобитание	Количество обследованных птиц (n=22)	Вид гельминта	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии, экз. (в среднем и границы)
Орловский	Ельник мшистый	14	<i>Dilepis undula</i> (Schränk, 1788)	35.71	3 (5-11)
			<i>Porrocaecum ensicaudatum</i> (Zeder, 1800)	28.57	1.71 (1-13)
			<i>Plagiorchis maculosis</i> (Rud, 1802)	7.14	1.14 (16)
Киров	Пойма реки в черте города	4	<i>Dilepis undula</i>	75	25.5 (8-67)
			<i>Porrocaecum ensicaudatum</i>	75	7.25 (4-21)
			<i>Syngamus</i> sp.	25	0.25 (1 пара)
Малмыжский	Дубняк пойменный	3	<i>Dilepis undula</i>	33.3	13.67(41)
			<i>Cyclocoelum mutabile</i> (Zeder, 1800)	33.3	1 (3)
Верхошижемский	Ельник мшистый	1	<i>Dilepis undula</i>	–	12

Таблица 2

Экстенсивность и интенсивность инвазии всех исследованных птиц, локализация гельминтов

Вид гельминта	Локализация	Экстенсивность, %	Интенсивность в среднем, экз.
<i>Porrocaecum ensicaudatum</i>	Тонкий кишечник	31.82	2.65
<i>Syngamus sp.</i>	Трахея	4.55	0.05
<i>Dilepis undula</i>	Тонкий кишечник	45.45	9.85
<i>Cyclocoelum mutabile</i>	Легочные мешки	4.55	0.14
<i>Plagiorchis maculosis</i>	Фабрициева сумка	4.55	0.72

Локализация трематод *Plagiorchis maculosis* в фабрициевой сумке птицы из Орловского р-на при полном отсутствии их в кишечнике является достаточно необычной (Скрябин, 1958).

Максимальная интенсивность инвазии гельминтами обнаружена у молодой птицы из г. Киров (*Dilepis undula*, 67 экз. и *Porrocaecum ensicaudatum*, 21 экз.). Вероятно, этому могла способствовать инфекция, приведшая к гибели.

Общая зараженность исследованных птиц всеми видами гельминтов составила 77.27%.

Всего у изученных рябинников обнаружено пять видов гельминтов трех систематических групп: нематоды и трематоды (по 2 вида), цестоды (1) (табл. 2). В четырех случаях были обнаружены гельминтоценозы (*D. undula* + *P. ensicaudatum* и *D. undula* + *C. mutabile*). Сильнее всего птицы заражены цестодой *D. undula*. У птиц из поймы р. Люльченка в г. Киров интенсивность заражения этой цестодой оказалась выше, чем у других.

Автор выражает благодарность старшему научному сотруднику лаборатории биологии Всероссийского научно-исследовательского института гельминтологии им. К.И. Скрябина (ВИ-ГИС) А.С. Москвину за помощь, оказанную в определении гельминтов.

ЛИТЕРАТУРА

- Баянов М.Г., Валуев В.А. Гельминты дроздовых птиц (*Passeriformes, Turdidae*) Башкортостана // Итоги биологических исследований 2001 г. Уфа: РИО БашГУ, 2003. Вып. 7. С. 32-34.
- Скрябин К.И. Трематоды животных и человека. Основы трематодологии. М.: АН СССР, 1958. Т. 14. С. 131-144.
- Сотников В.Н. Птицы Кировской области и сопредельных территорий. Киров: ООО «Трида-плюс», 2008. 432 с. (Т. 2. Воробьинообразные. Ч. 2).
- Шульц Р.С., Гвоздев Е.В. Основы общей гельминтологии. Биология гельминтов. М.: Наука, 1972. Т. 2. С. 109.
- Юшков В.Ф., Ивашевский Г.А. Паразиты позвоночных животных европейского Северо-Востока России. Каталог. Сыктывкар, 1999. 232 с.

ЗООБЕНТОС В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ ПОГИБЛИЦА

М.Л. Цепелева, Т.И. Кочурова*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: tsepeleva@ib.komisc.ru

* Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области

E-mail: kochurovati@mail.ru

Для гидробиологического анализа качества вод могут быть использованы практически все группы организмов, населяющих водоемы и водотоки: планктонные и бентосные беспозвоночные, водоросли, макрофиты, бактерии и рыбы. Зообентос служит хорошим, а в ряде случаев единственным биоиндикатором загрязнения донных отложений и придонного слоя воды (Руководство..., 1983). Продолжительность жизненных циклов организмов зообентоса, по сравнению с планктонными организмами, существенно выше. Кроме того, донные беспозвоночные в основном ведут оседлый образ жизни, поэтому состояние зообентоса четко характеризует не только экологическое состояние водоема или водотока в целом, но и конкретных его участков. Из всех сообществ гидробионтов именно зообентос наиболее стабилен в пространстве

и времени, и его характеристики преимущественно определяются общим состоянием среды (Шуйский и др., 2002). Это обусловило включение зообентосных сообществ в программу комплексного экологического мониторинга зоны защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия (ЗЗМ ОУХО) «Марадыковский», введенного в действие в сентябре 2006 г.

Объектом исследования стала р. Погиблиця, протекающая на территории ЗЗМ ОУХО. Данная река является водоприемником хозяйственно-бытовых стоков с объекта «Марадыковский» и поселка городского типа Мирный.

Цель работы – изучение бентосных сообществ и оценка экологического состояния р. Погиблиця.

Работа выполнена в 2007-2009 гг. и является продолжением многолетнего гидробиологи-

ческого мониторинга на данной территории. Материалом послужили 13 количественных и шесть качественных проб зообентоса, отобранные на двух станциях сети систематического наблюдения: ст. 159-1 располагалась выше выпуска очистных сооружений, а ст. 66-1 – в устье реки, ниже выпуска сточных вод. Нумерация станций дана в соответствии с единой схемой мониторинга на территории ЗЗМ.

Отбор и обработку проб зообентоса проводили стандартными гидробиологическими методами (Руководство..., 1983, 1992). Беспозвоночных определяли до уровня вида, рода, семейства, отряда или класса. Для характеристики состояния донных биоценозов использовали следующие показатели: количество видов, численность и биомасса. При определении качества вод применяли индексы Вудивисса (ГОСТ 17.1.3.07-82, Руководство..., 1983), Гуднайта и Уитлея (ГОСТ 17.1.3.07-82, Руководство..., 1983), Балушкиной (Балушкина, 1976).

В составе бентофауны обнаружены представители 21 группы зообентоса: *Hydrida*, *Nemato-da*, *Oligochaeta*, *Hirudinea*, *Bivalvia*, *Gastropoda*, *Ostracoda*, *Cladocera*, *Copepoda*, *Isopoda*, *Hydrachnidia*, *Aranei*, *Plecoptera*, *Ephemeroptera*, *Odonata*, *Heteroptera*, *Coleoptera*, *Trichoptera*, *Chironomidae*, *Simuliidae* и прочие *Diptera*. Выявлено 50 низших определяемых таксонов¹ (НОТ) донных беспозвоночных, относящихся к 47 родам, 36 семействам, 17 отрядам, 10 классам и пяти типам. В 2007 г. было отмечено 33 таксона, в 2008 г. – 27, 2009 г. – 34. Наиболее широко представлен класс *Insecta*, насчитывающий 28 таксонов. Также обнаружено семь таксонов моллюсков, шесть видов олигохет. Среди насекомых наибольшее таксономическое богатство установлено для отрядов *Coleoptera* (8 видов) и *Ephemeroptera* (5). Наибольшее распространение имели представители *Oligochaeta*, *Mollusca*, *Crustacea*, *Trioptera* и *Chironomidae*. Встречаемость этих групп составила от 63 до 100%. К широко распространенным относились также *Heteroptera*, *Coleoptera* и прочие *Diptera*.

На ст. 159-1 найдено 45 таксонов донных беспозвоночных. Наибольшее количество (30 таксонов) было отмечено в 2007 г., наименьшее – в 2008 г. (22). В 2009 г. здесь было обнаружено обитание 28 донных беспозвоночных.

Биомасса зообентоса на верхней станции р. Погиблицы в 2007 г. составила 11.4 г/м² при численности 14.9 тыс. экз./м², в 2008 г. – соответственно 10.8 10.2. В 2009 г. биомасса равнялась 10.6 г/м², численность – 9.6 тыс. экз./м².

В течение 2007-2008 гг. как по численности, так и биомассе доминирующее положение на ст. 159-1 занимали олигохеты. В 2009 г. лидирующая роль перешла к хирономидам.

В устье р. Погиблицы (ст. 66-1) найдено 30 таксонов донных беспозвоночных. В 2007 г. установлено обитание 15 таксонов, 2008 г. – 19, 2009 г. – 18. Биомасса донных организмов в 2007 г. равнялась 7.3 г/м², численность – 7.1 тыс. экз./м², 2008 г. – соответственно 3.4 и 11.5. В 2009 г. показатели численности и биомассы были минимальными за весь период наблюдения и составили соответственно 0.7 тыс. экз./м² и 0.4 г/м².

Если в период 2007-2008 гг. в устьевом створе реки как по численности, так и биомассе преобладали олигохеты, то в 2009 г. по численности стали превалировать хирономиды, а по биомассе – двукрылые.

Анализ биоиндикационных данных (см. таблицу) показал, что по значениям биотического индекса Вудивисса вода на станции 159-1 характеризуется вторым классом качества (чистые). За период с 2006 по 2008 г. в устьевом створе р. Погиблицы зарегистрировано увеличение биотического индекса с 6 до 8 баллов и, как следствие, улучшение качества воды с категории умеренно загрязненной до чистой. Однако в 2009 г. значения биотического индекса вновь снизились до 7 баллов, но класс качества воды не изменился и вода соответствовала категории чистых.

По результатам олигохетного индекса Гуднайта и Уитлея в 2007-2008 гг. воды р. Погиблицы

Оценка качества воды р. Погиблицы в ЗЗМ ОУХО «Марадыковский» по биоиндикационным показателям за 2007-2009 гг.

Показатель	ст. 159-1			ст. 66-1		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Биотический индекс Вудивисса (баллы)	9 (2 кл.) Чистая	9 (2 кл.) Чистая	9 (2 кл.) Чистая	6 (3 кл.) Умеренно загрязненная	8 (2 кл.) Чистая	7 (2 кл.) Чистая
Олигохетный индекс, %	57.06 (4 кл.) Загрязненная	68.14 (5 кл.) Грязная	26.51 (2 кл.) Чистая	77.48 (5 кл.) Грязная	51.38 (4 кл.) Загрязненная	21.81 (2 кл.) Чистая
Индекс Балушкиной	5.78 Умеренно загрязненная	3.65 Умеренно загрязненная	2.04 Умеренно загрязненная	5.08 Умеренно загрязненная	1.55 Умеренно загрязненная	1.26 Умеренно загрязненная

¹ Многие группы организмов не были идентифицированы до вида, а определялись до таксона более высокого ранга. Перечень определяемых таким образом организмов, следуя рекомендациям А.И. Баканова (1997), лучше называть не списком видов, а списком низших определяемых таксонов (НОТ).

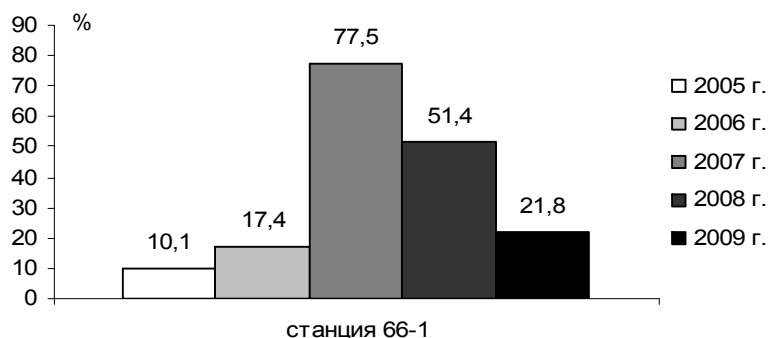
на обеих станциях оценивались четвертым (загрязненные) и пятым (грязные) классами качества. В 2009 г. значения олигохетного индекса резко снизились и стали характеризовать воды реки как чистые.

С использованием данных предыдущих лет (Кочурова, 2007) построена диаграмма, отражающая динамику олигохетного индекса в устье р. Погиблица (см. рисунок).

Зафиксирован трехлетний рост (2005-2007 гг.) данного показателя от значений чистых и относительно чистых вод до грязных. В 2008 и 2009 гг. наблюдается существенное снижение олигохетного индекса до значений загрязненных и чистых вод. Индекс Балушкиной за 2007-2009 гг. характеризовал воду р. Погиблица как умеренно загрязненную.

Изменения количественных характеристик зообентоса и олигохетного индекса на ст. 66-1 в значительной мере были обусловлены колебаниями уровня воды. Так, максимальные значения численности и биомассы отмечены в многоводные годы (2007 г. и в особенности 2008 г.), когда за счет высокого уровня воды в р. Вятка создавалось подпруживание устьевой части р. Погиблица, и в условиях замедления течения шло накопление илистой фракции в донных отложениях. Увеличение численности и биомассы зообентоса происходило за счет развития пелофильной фауны, в частности олигохет.

Таким образом, в ходе гидробиологического мониторинга в 2007-2009 гг. проведена инвентаризация донной фауны р. Погиблица, составлен фаунистический список. Определены количественные показатели развития зообентоса. На верхней станции (ст. 159-1) они характеризовались стабильностью на протяжении всего периода наблюдений. В устьевом створе в 2009 г. зафиксированы минимальные значения численности и биомассы, что, помимо колебания уровня воды, могло быть обусловлено негативным влиянием сбросов сточных вод. По результатам биоиндикационной оценки воды исследуемых станций в основном отнесены к классам чистых и умеренно загрязненных. Однако высокие зна-



Динамика олигохетного индекса Гуднайта и Уитлея в устьевом створе р. Погиблица в ЗЗМ ОУХО «Марадыковский» в период 2005-2009 гг.

чения олигохетного индекса в период 2007-2008 гг. указывали на наличие органического загрязнения р. Погиблица. В 2009 г. показатели олигохетного индекса снизились и стали характеризовать воды реки на обеих станциях как чистые.

ЛИТЕРАТУРА

Балушкина Е.В. Хиროномиды как индикаторы степени загрязнения воды // Методы биологического анализа пресных вод. Л.: ЗИН АН СССР, 1976. С. 106-118.

Баканов А.И. Использование характеристик разнообразия зообентоса для мониторинга состояния пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. М.: ИПЭЭ, 1997. С. 278-282.

ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. М., 1982. 12 с.

Кочурова Т.И. Гидробиологический мониторинг поверхностных водных объектов в зоне защитных мероприятий комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Киров: Издательство ВятГГУ, 2007. Ч. 1. С. 206-210.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 239 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 319 с.

Шуйский В.Ф., Максимова Т.В., Петров Д.С. Биоиндикация качества водной среды, состояния экосистем и их антропогенных изменений // Экология и развитие Северо-Запада России: Сб. науч. докл. VII Междунар. конф. СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2002. С. 441-451.

РАЗРАБОТКА РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФАУНИСТИЧЕСКИХ АРЕАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (*LUMBRICIDAE*, *OLIGOSCHAETA*)

М.П. Шашков

Центр защиты леса Ленинградской области

E-mail: max.carabus@gmail.com

Дождевые черви своей повсеместностью и выполняемыми в экосистемах функциями с давних пор и по сей день привлекают внимание исследователей. Среди первых из описанных К.

Линнеем видов животных есть представитель этой группы – *Lumbricus terrestris* Linnaeus, 1758. Ч. Дарвин большое внимание уделял почвообразованию под влиянием этой группы орга-

низмов. Некоторые из заложенных им многолетних опытов исследователи наблюдают до сих пор. На территории России целенаправленные работы по изучению фауны люмбрицид ведутся с конца XIX в. Наибольший вклад в разработку данной темы внесли W. Michaelsen (годы публикации 1900-1921), И.И. Малевич (1945-1958), Т.С. Перель (1958-1997). Последним автором были написаны работы, обобщающие фаунистические исследования по данной группе организмов на территории СССР (1979) по 97 видам и России (1997) по 56 видам.

Таким образом, к настоящему времени накоплен большой объем литературных сведений по фауне и животному населению дождевых червей, требующий организации в информационную систему для целей фаунистических и экологических исследований. Цель данной работы – разработка базы данных для систематизации, обработки и визуализации литературных данных и данных полевых сборов по распространению дождевых червей на территории России, позволяющей обрабатывать не только фаунистические данные, но и сведения по животному населению.

Началом широкого распространения баз данных послужила статья Э. Кодда (Codd, 1970). В этой работе были изложены принципы построения реляционных баз данных. Организация базы в виде таблицы с типизированными полями и связанных между собой по ключевым полям по сей день остается универсальным средством хранения и обработки данных.

В настоящее время базы данных формируются в процессе многих фаунистических, систематических (Князева и др., 2005) и экологических работ. Наиболее популярной СУБД для выполнения подобного рода работ является MS Access. Среди достоинств этой программы – интуитивно понятный интерфейс, удобные средства разработки пользовательских форм, а также графический редактор структуры базы. Все это позволяет пользователю с минимальным уровнем подготовки создать базу для организации собственных данных. Но вместе с тем, простота в использовании порождает множество структур с данными, зачастую уникальными и очень ценными, организация которых не отвечает требованиям принципов логики организации баз данных. Кроме того, MS Access является файл-серверной СУБД, что сильно ограничивает возможность многопользовательской работы с базой, а также накладывает ограничения на объем базы. Дialeкт языка запросов SQL, используемый в данной СУБД, не отвечает всем требованиям стандарта данного языка. Это, а также другие технические особенности делают MS Access устаревшим средством для целей разработки многолетних, постоянно пополняемых баз данных.

С недавних пор все большую популярность приобретает свободно распространяемое ПО с от-

крытым программным кодом. Изначально развивающиеся медленнее, чем коммерческие продукты, к настоящему времени открытые программы практически сравнялись по своим возможностям с коммерческими во многих отраслях. Есть среди подобного ПО и СУБД. PostgreSQL разработана, как и многое другое открытое ПО, в Калифорнийском университете в Беркли. Разработка была начата с 1986 г. и к настоящему времени данная система предоставляет возможности по хранению и обработке данных, ограниченные только мощностью компьютера и опытом разработчиков и пользователей. Так, например, максимально возможный размер поля – 1 Гбайт, одной таблицы – 32 Тбайта. Для разработки фаунистической базы была выбрана данная СУБД.

База данных по ареалам дождевых червей состоит из двух рабочих и нескольких справочных таблиц. Основная справочная таблица – это систематический список видов, который также может содержать данные по принадлежности видов к типам ареалов и таксонам. Для обеспечения связности накапливаемой информации, охватывающей более чем столетний период исследований, используется справочная таблица, содержащая синонимику видовых и родовых названий. Для относительной географической привязки используются справочные таблицы со списком субъектов РФ и их деления на административные районы.

Основная рабочая таблица служит для хранения записей по находкам дождевых червей. Запись в данной таблице – это определенный вид дождевого червя, обнаруженный в конкретной точке или регионе. Для записи в этой таблице, кроме обязательных параметров – вида, даты, географии находки и источника сведений, можно также указать (при наличии таких сведений) биотоп, почву, биомассу, плотность численности и примечания. Для точной географической привязки можно указать угловые координаты и высоту над уровнем моря.

Вторая рабочая таблица служит для подробного описания записей первой в случае, если имеются сведения о населении дождевых червей (при проведении почвенных раскопок). В эту таблицу заносятся сведения по обилию, биомассе, длине экземпляров дождевых червей, а также почвенному горизонту, в котором они были обнаружены. Эта таблица позволяет проводить количественный анализ географического распространения. Данные по средней биомассе и плотности, рассчитываемые по второй таблице, автоматически поступают в первую. Схема структуры базы представлена на рис. 1.

Рабочие таблицы связаны между собой по идентификатору находки. Идентификатор состоит из кода субъекта РФ, кода административного района, кода вида порядкового номера находки данного вида в указанном административном районе. Такой составной идентификатор

позволяет присваивать уникальное значение ключа для каждой записи базы и, заключая в себе краткую информацию по находке, обеспечивать целостность и надежность работы базы.

Для ввода, редактирования и обработки данных разработано пользовательское приложение, при этом использован объектно-ориентированный язык программирования Delphi. Приложение содержит два модуля, первый – модуль ввода, представляет собой две электронные формы для ввода данных. Второй – модуль запросов, служит для обработки содержащихся в таблицах данных и их связи базы с ГИС. Система запросов служит для формирования региональных фаунистических списков и расчетов параметров населения – плотности в экземплярах на квадратный метр и биомассы – в граммах на квадратный метр или в килограммах на гектар.

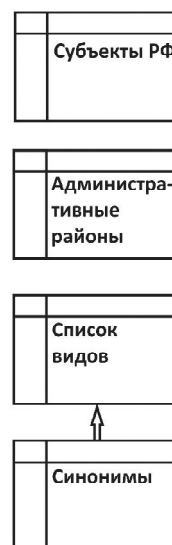
Наличие пространственной информации в базе позволяет использовать ее в качестве источника информации для геоинформационной системы. Для визуализации применяется открытая ГИС – Quantum GIS. Для построения ареалов используются векторные файлы с покрытиями деления России на субъекты и административные районы. Соответственно, можно получить площадную карту-схему распространения того или иного вида по наличию на территории субъектов федерации или, более подробно, административных районах (рис. 2). В России более 2000 административных районов и очень часто их границы проходят по каким-то естественным рубежам, например, рекам и горным хребтам. Поэтому составление ареалов по принципу наличия/отсутствия в полигонах векторного покрытия административного деления можно считать целесообразным. Для составления точечных ареалов используются записи с точно указанными географическими координатами.

В настоящее время в базе содержатся всего около 600 записей по находкам 34 видов дождевых червей.

Таким образом, разработана универсальная структура для хранения и систематизации фаунистических данных и данных животного населения дождевых червей на территории России. База применима и для других групп почвенной мезофауны через дополнение систематического списка.

Структура базы является открытой, т.е. позволяет добавлять новые поля и таблицы для включения в базу новых типов объектов и па-

СПРАВОЧНИКИ



РАБОЧИЕ ТАБЛИЦЫ



Рис. 1 Структура базы данных.

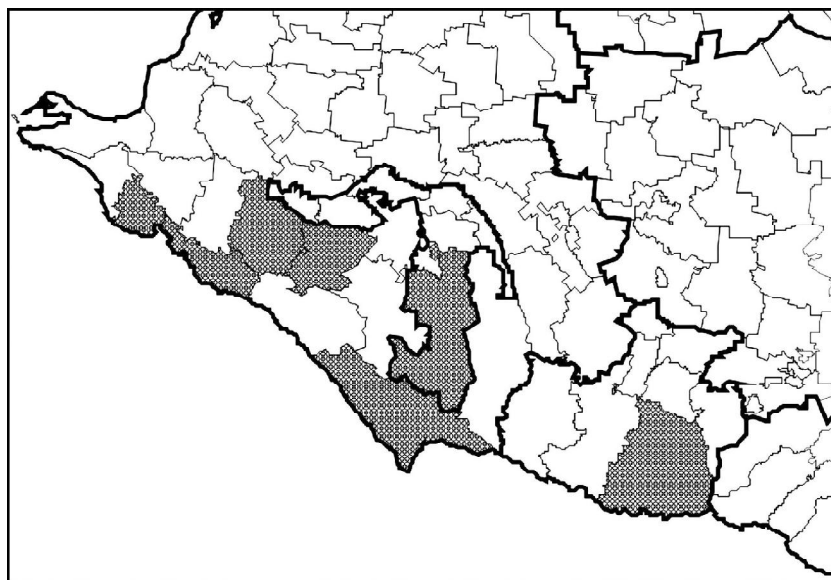


Рис. 2. Схема, иллюстрирующая наличие записей в базе для административных районов Причерноморья и Северного Кавказа.

раметров, связанных с изучаемой группой организмов. Также возможно применение новых векторный слоев для визуализации данных.

ЛИТЕРАТУРА

- Князева С.Г., Милютин Л.И. и др. Опыт создания базы данных «Биоразнообразие хвойных Сибири» // Лесоведение, 2005. № 3. С. 66-71.
- Перель Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. М.: Наука, 1979. 271 с.
- Всеволодова-Перель Т.С. Дождевые черви фауны России. Кадастр и определитель. М.: Наука, 1997. 102 с.
- Codd E.F. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. Communications of the ACM, 1970. № 13 (6). P. 377-387.

ВЫДРА (*LUTRA LUTRA*) И НОРКИ (*MUSTELA LUTREOLA* И *M. VISON*) ДАРВИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. Шемякина

Череповецкий государственный университет

E-mail: julia_chemaikina@mail.ru

Куньи – это ценные объекты пушного промысла, Россия – северная страна, и для ее населения меховая одежда остается необходимостью, поэтому важно поддерживать состояние популяций этих хищников в устойчивом равновесии. Для этого необходимо осуществлять их специальное изучение на охраняемых и опромышляемых территориях. К тому же численность европейской норки с начала XX столетия сокращается, причины исчезновения этого вида на большей части ареала до сих пор точно не ясны. Все это определяет актуальность и практическую значимость представляемой работы.

Наша работа проводилась в 2007-2010 гг. в Центральном (Вологодская обл.) и Захарьинском (Ярославская обл.) лесничествах Дарвинского биосферного заповедника, а также в Никольском р-не, расположенном на юго-востоке Вологодской обл. Обследовалось более 160 км береговой линии водохранилища и рек два-три раза в год, где для выяснения численности выдры и норки проводился линейный учет по следам на субстрате (Формозов, 1932; Новиков, 1949; Учет околотоводных..., 1983). Одновременно проводился сбор экскрементов, собрано более 360 образцов. Дополнительно для выявления многолетней динамики популяций и распределения видов по биотопам проводилось анкетирование охотников и анализ архивных материалов охотобществ и Дарвинского заповедника. Проанализированы Летописи Природы за 1946-2008 гг. (Летопись природы ДГПЗ, 1993- 2008), карточки встреч: по выдре – 251, норкам американской и европейской – 154, карточки специализированного учета по околотоводным млекопитающим ($n = 177$), а также данные так называемого зимнего маршрутного учета за 1946-2008 гг. (Кузякин, Челинцев, 1990).

В заповеднике норки предпочитают селиться на небольших реках и ручьях. На крупных реках они держатся главным образом в их приустьевой части (см. рисунок). В 2009 г. относительное обилие норки в Центральном лесни-

честве заповедника было на высоком уровне – 5 следов/10 км, минимальная следовая активность – 1 след/10 км – зарегистрирована на тех водоемах, где количество полыней или трещин во льду составило 2/10 км, максимальная при 3/10 км. Норки использовали в большинстве случаев лишь 100-200 м береговой линии, видимо, лишь в пределах своих индивидуальных убежищ. В 2009 г. берег водохранилища определялся нами как неблагоприятный для жизни норки и выдры (Шемякина, 2009), однако в 2010 г. норками активно заселялся и берег водохранилища, особенно вдоль пос. Борок, где норки регулярно посещали хозяйственный ручей в самом центре населенного пункта. В 2010 г. относительное обилие норки составило 8.4 следов/10 км. В последний исследовательский сезон нами подтверждено нахождение норки на о-ве Силоне, а также обнаружены новые местопребывания норки на о-ве Морозиха, Мшичинский залив и два участка заселения норками берега водохранилища (см. рисунок). Рост относительного обилия следов норки на территории заповедника, позволяет высказать предположение о вселении с сопредельных территорий американской норки, что нуждается в экспериментальном подтверждении.

Как и в предыдущие годы, для норки и бобра подтверждены случаи совместного обитания (см. рисунок). Судя по всему, этот грызун создает определенные благоприятные условия. Так, его норы норки могут использовать для своих целей, особенно в обеспечении необходимого доступа к воде.

Обитание выдры установлено на более крупных реках. За время существования заповедника (1945-2009 гг.) численность выдры изменялась от трех до 33 особей; относительное обилие – от трех до 24 следов на маршрутах общей протяженностью 315 км. Выдра, как более крупный хищник, видимо, хуже приспосабливается к меняющемуся уровню воды в водохранилище, поэтому заселение биотопов ею наблюдается лишь в глухих



Рыбинское водохранилище

Размещение норки в заповеднике 2008-2010 гг.: круг – места обнаружения норки; квадрат – поселения бобра; окружность – совместное обитание норки и бобра.

реках и в их верховьях. Этот вид в заповеднике по-прежнему немногочислен.

Конкурентных отношений у норок с выдрой и другими кунцеобразными, которые живут или заходят в места обитания исследуемых полуводных хищников, видимо, нет.

В юго-восточной части Вологодской обл. нами были исследованы реки Кема, Нюеньга, Каменка, Лудонга и Унжа. По рекам, недоступным нашему исследованию, проводилось анкетирование. Реки Никольского р-на несколько отличны от рек заповедника: они меньшего размера как в ширину, так и в глубину, но характеризуются более сильным течением, для них типично большое количество быстрин летом и полыней зимой, что благоприятно сказывается на изучаемых видах, обеспечивая им необходимый доступ к воде.

На данной территории изучаемые виды многочисленнее, чем в Дарвинском заповеднике. Так, в 2008 г. учтено 202 особи выдры, норки – 742. Действительно, реки района густо заселены этими видами. Максимальная численность определена на р. Лудонга как на наиболее глухой и удаленной от людей реке, где обилие экскрементов составило 60/5 км. На большинстве водоемов района в близком соседстве обитают как норки европейская и американская, так и выдра. Река Нюеньга наиболее интересна, так как несмотря на ее относительно малую глубину и ширину, на ней обитает как выдра, так и норки, при этом американская норка, по словам егеря пос. Борки Никольского р-на Н.А. Кузнецова, попадает в капканы охотников чаще, чем европейская. Река Каменка в зимний период в отсутствие доступа к воде неблагоприятна для норки, вследствие происходит миграция особей в незамерзающую зимой р. Нюеньга. В настоящий момент охотниками и егерями отмечается тенденция вытеснения европейской норки «американкой». Это подтверждает и анализ заготовок шкурок, где американка встречается гораздо чаще.

Для Никольского р-на также характерно совместное обитание норки и выдры с таким грызуном, как бобр, причем отмечено посещение норками бобровых хаток, вследствие чего последние порой распахиваются жизнью, попадаясь в капканы на бобров. Среди других куньих, совместно обитающих или заходящих к местам обитания выдры и норки, следует отметить ласку, хоря и особенно куницу.

К сожалению, в последнее десятилетие реки района претерпевают значительную антропогенную нагрузку в виде вырубок лесного массива, вдоль берегов рек, что отражается как на всей экосистеме реки, так и на численности куньих. Особо сильно от вырубок леса страдают экосистемы рек Каменка и Нюеньга. Как сильно влияет данный фактор на норку и выдру, можно будет точно сказать в следующем исследователь-

ском сезоне, по последним же наблюдениям следовая активность данных видов на этих реках в 2010 г. была снижена.

Таким образом, влияние водохранилища в заповеднике играет ведущую роль в жизни многих организмов, создавая для одних видов благоприятные условия, для других – непригодные для жизни. Все это в силу того фактора, что под влиянием водохранилища многие территории оказались залиты водой и заболочены (Исаков, 1953). Несмотря на промысловую нагрузку и вырубки леса вдоль берегов рек в Никольском р-не изучаемые виды многочисленнее, что, судя по всему, обусловлено благоприятными водоемами района.

Для сохранения европейской норки необходимым является активная политика государства в этом вопросе, а именно – более широкое применение дорогостоящих методов молекулярной биологии на как можно больших территориях ареала обитания норки, что позволит точно судить о характере отношений между этими видами в естественных средах, а также покажет их современное распространение. Необходимым является и привлечение новых способов лова бобра, с учетом исключения вероятности попадания в капканы норки.

Автор искренне благодарен доценту кафедры биологии ЧГУ, к.б.н. Н.Я. Поддубной за направление моих способностей в продуктивное русло; родным и близким за понимание и помощь в проведении работы, а также сотрудникам заповедника, особенно Н.М. Зеленецкому и Н.А. Черновой.

ЛИТЕРАТУРА

- Исаков Ю.А. Рыбинское водохранилище. Изменение природы побережий водохранилища // МОИП. М., 1953.
- Кузякин В.А., Челинцев Н.Г. и др. Методические указания по организации, проведению и обработке данных ЗМУ охотничьих животных РСФСР. М., 1990.
- Летопись природы ДГПЗ. Наблюдение явлений и процессов в природном комплексе заповедника и их изучение по программе Летописи природы (1993-2008).
- Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. М.: Советская наука, 1949.
- Борисов Б.П. Учет околородных видов млекопитающих норки и выдры / Методические указания по учету выдры и норки. ЦНИЛ Главохоты РСФСР от 23.03.1983.
- Формозов А.Н. Формула для количественного учета млекопитающих по следам // Зоол. журн., 1932. Вып. 2. Т. 11. С. 13-15.
- Шемакина Ю.А. К проблеме изучения выдры (*Lutra lutra*) и норки американской (*Mustela vison*) и европейской (*Mustela lutreola*) в Дарвинском биосферном заповеднике // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. XVI Всерос. молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 2009. С. 237- 241.

Секция 3.

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ****ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОДМОСКОВЬЯ
В СВЯЗИ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ ТЕХНОГЕННОЙ ЭМИССИИ ОКСИДОВ АЗОТА**

И.Ю. Аверкиева

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН

E-mail: averkieva@rambler.ru

Известно, что интенсивность геохимических потоков элементов в экосистемы из атмосферы возрастает в условиях активной техногенной эмиссии поллютантов, являясь причиной нарушений природных биогеохимических циклов и трансформации структуры биогеоценозов. Это в полной мере относится к соединениям азота, антропогенными источниками которых являются выбросы промышленных предприятий и автотранспорта (преимущественно NO_x), а также интенсивное сельское хозяйство (NH_3). Согласно данным (Рябошапка и др., 2007), уровень поступления минеральных (наиболее биогеохимически активных) соединений азота с атмосферными выпадениями в лесные экосистемы фоновых районов центра европейской России в 1995-2005 гг. составлял 3-6 кг N/га в год, характеризуюсь устойчивой динамикой роста концентраций азота в осадках. Поскольку в ближайшие годы для России прогнозируется сохранение этой тенденции, то возможно увеличение атмосферной поставки азота в экосистемы до уровней европейских стран, что может быть причиной изменений в структуре и функционировании лесов, аналогичных наблюдаемым в последние десятилетия в Европе (Bobbink, 2004).

Как известно, полифункциональность соединений азота в окружающей среде является причиной целого комплекса экологических эффектов, наблюдаемых в природных экосистемах и связанных с эвтрофированием биоценозов и подкислением почв. В их числе – изменение видовой структуры растительности, ведущее, как правило, к снижению биоразнообразия природных экосистем. Натурные наблюдения показывают, что флористический состав напочвенного покрова лесных биоценозов снижается с ростом интенсивности азотных выпадений. Это в большей степени характерно для лиственных лесов с их более разнообразным в видовом отношении травянистым ярусом, чем для хвойных биоценозов с относительно бедным составом напоч-

венного покрова. Согласно данным (Stevens et al., 2004), повышение уровня выпадений азота на каждые 2.5 кг N/га в год влечет за собой исчезновение одного вида травянистого покрова. В связи с этим становится актуальной оценка рисков трансформации видового состава лесных экосистем и снижения биоразнообразия в районах с повышенными антропогенными выбросами азота. В нашей стране к таким регионам относится Московская обл., где уровень эмиссии NO_x от стационарных объектов (без учета выбросов автотранспорта) достигает в отдельных административных районах 10-50 кг N/га в год (электронный ресурс www.ecohome.ru). Леса Подмоскovie имеют особое экологическое значение, так как выполняют важные для столичного региона средообразующие, рекреационные и прочие функции. Однако в отечественной литературе практически отсутствуют экспериментальные данные по анализу влияния техногенных нагрузок азота на продуктивность, видовой состав лесных биоценозов, их биогеохимическую трансформацию. Цель данной работы – оценка влияния антропогенных источников эмиссии азота на трофический статус и видовую структуру напочвенного покрова лесных экосистем подзоны хвойно-широколиственных лесов.

Объекты и методы исследования

Полевые исследования выполнялись в южном Подмоскovie, где были выбраны восемь ключевых участков с разными типами леса, расположенными на разном удалении от потенциальных источников эмиссии NO_x . Отбор проб снега проводился с целью определения атмосферной поставки азота в экосистемы в конце марта 2009 г. Смешанные пробы снежных кернов отбирались с площади 5-10 м² на открытых участках и в подкроновой зоне деревьев. Отбрано 20 смешанных образцов. В лаборатории пробы снега были растоплены при комнатной температуре, отфильтрованы, и в каждом об-

разце измерен объем талой воды. С целью анализа обеспеченности лесной растительности азотным питанием проведено апробирование ключевых участков. Пробы почв отбирались во второй половине вегетационного периода (июль-август 2009 г.) из верхнего гумусового горизонта (смешанный образец до глубины 10 см). В талых снеговых водах и почвенных образцах фотокалориметрическим методом, используя фенолятипохлоритную реакцию, определены минеральные формы азота ($N-NH_4$ и $N-NO_3$). Одновременно с отбором почвенных проб выполнялись геоботанические описания площадок опробования, что позволило провести их сравнительный анализ по экологическим шкалам богатства почв азотом Цыганова и Эленеберга (Компьютерная..., 2008). По результатам анализов выполнена статистическая обработка полученных данных.

Полученные результаты

Суммарное содержание минерального азота в снеговых водах составило 0.3-0.8 мг N/л, что по данным мониторинга европейских лесов (De Vries et al., 2007) соответствует или выше критических уровней концентраций азота для олиготрофных видов лесного напочвенного покрова ($[N]_{\text{критическая}} = 0.2-0.4$ мг N/л). В составе минеральных соединений азота преобладают нитраты. Не выявлено достоверных различий в аккумуляции соединений азота в снеге для участков, расположенных на разном удалении от стационарных источников эмиссии NO_x или автотрасс, что связано, по-видимому, с относительно равномерным перераспределением техногенной нагрузки в результате перемешивания воздушных масс. Содержание азота в снежном покрове зависело от состава древостоев на площадках опробования; с максимумом в хвойных лесах и минимальными значениями на открытых участках леса (рис. 1). Таким образом, подтверждаются данные ряда авторов о трансформации химического состава осадков пологом леса не только для летнего времени, но и в зимний период (Лукина, 2005). Рассчитанные нами по данным снегосъемки уровни поступления азота в леса Южного Подмоскovie согласуются с данными (Рябошапка и др., 2007) и составляют 4-6 кг N/га

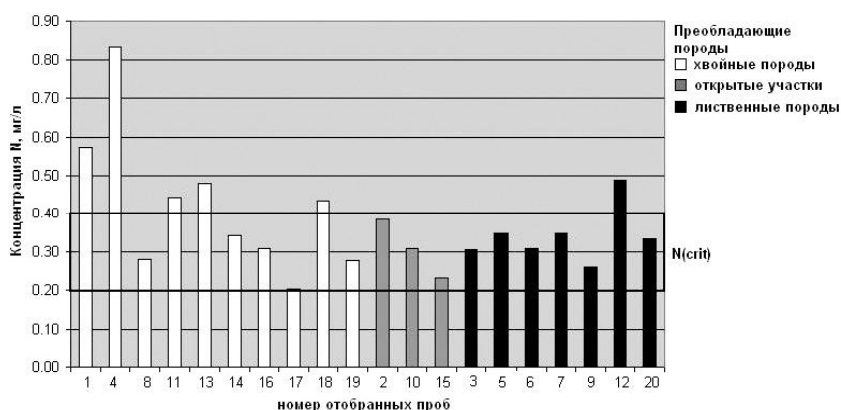


Рис. 1. Распределение концентраций азота в пробах снеговых вод ключевых участков.

в год. Реальный уровень выпадений азота, скорее всего, выше, поскольку данный метод не учитывает специфику формирования геохимических потоков поллютантов из атмосферы в другие сезоны года.

В исследованных почвах концентрации $N-NH_4$ изменяются в пределах 0.05-0.2 мг/100 г почвы (рис. 2). Содержание нитратов выше – 4-18 мг N/100 г почвы, в среднем – 7-9 мг N/100 г почвы. Пространственное распределение полученных значений, в первую очередь, определяется влиянием ландшафтных факторов (типом и гранулометрическим составом почв, видовым составом растительности); также проявляются существующие в течение вегетационного периода различия в потреблении азота растительностью и в скорости минерализации лес-

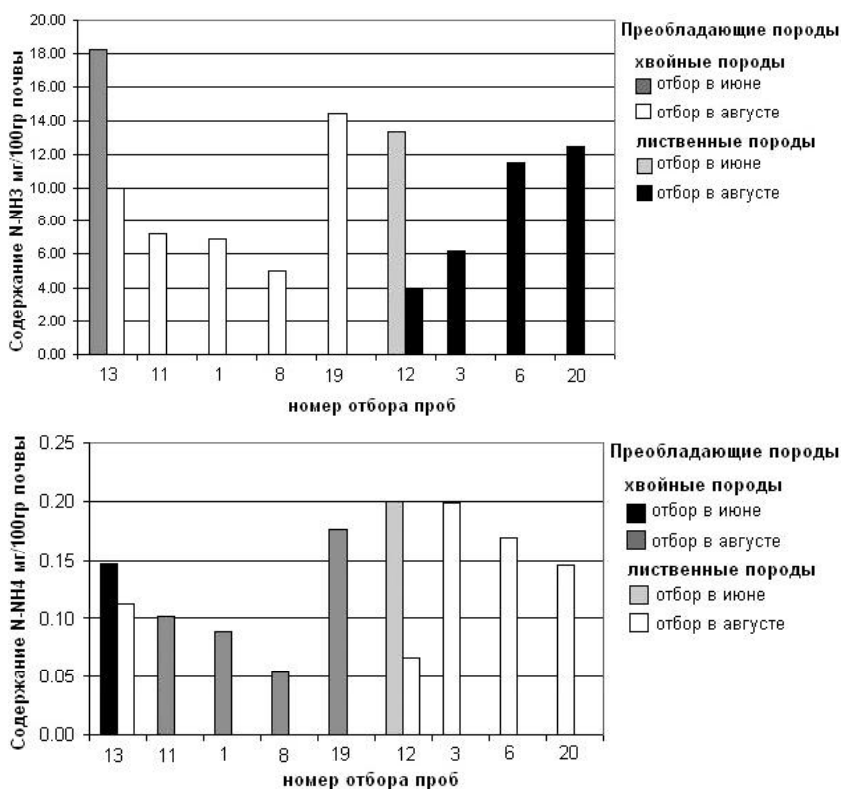


Рис. 2. Распределение соединений азота в почвенных пробах.

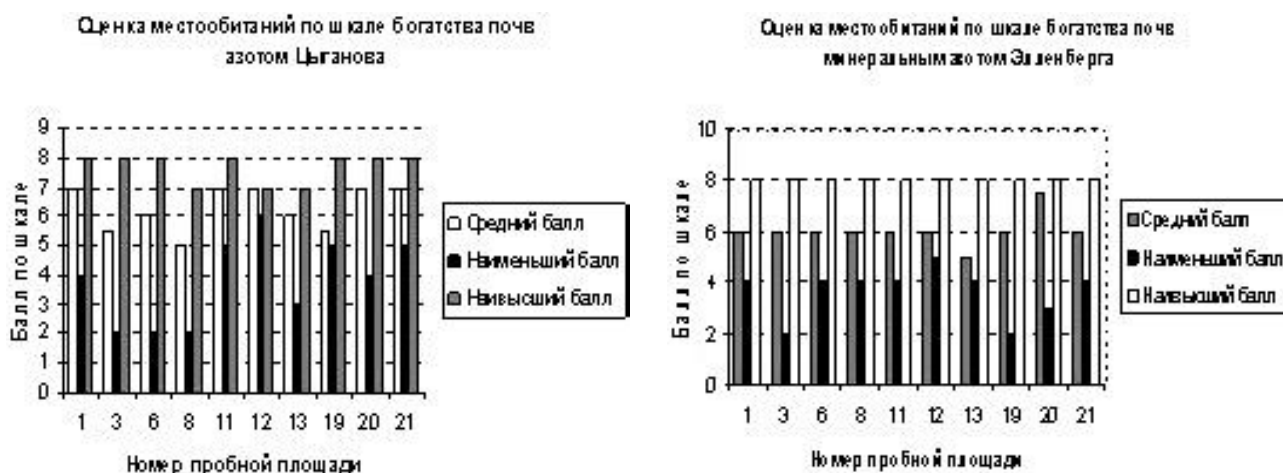


Рис. 3. Результаты оценки местообитаний по экологическим шкалам.

ного опада. Нами не обнаружено прямой корреляции между интенсивностью атмосферной поставки азота и его содержанием в почве. По-видимому, это влияние «перекрывается» другими факторами, о чем уже упоминалось.

Известно, что распространение растительных видов в конкретных местообитаниях зависит от многих факторов, в том числе от обеспеченности почв азотом, потребность в котором различна у разных видов растений. Выполненные на ключевых участках геоботанические описания позволили провести экологическую оценку местообитаний по шкалам богатства почв Цыганова и Элленберга (рис. 3). Исследованные участки, согласно обеим шкалам, определены как местообитания, почвы которых характеризуются средней обеспеченностью почвенным азотом или переходные к богатым азотом почвам.

Статистический анализ полученных данных выявил зависимость между показателями (баллами), характеризующими местообитания по шкале богатства почв Цыганова, и концентрацией азота в снеговых водах ($R^2 = 0.79$). Поскольку соединения азота, депонированные в снежном покрове, влияют на доступный растениям пул азота в начале вегетационного периода, то выявленная корреляция, на наш взгляд, может рассматриваться как подтверждение зависимости трофического статуса лесных биогеоценозов от атмосферной поставки азота. Для других рассмотренных в статье показателей ко-

эффициенты парной корреляции были <0.5 . Представленные в статье результаты позволяют сделать вывод о том, что дальнейшее повышение техногенной эмиссии азота в Московской обл. приведет к трансформации биогеохимической структуры лесных экосистем, определяя риски эвтрофирования биоценозов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 09-04-01209-а, 07-05-00492-а.

ЛИТЕРАТУРА

Компьютерная обработка геоботанических описаний по экологическим шкалам с помощью программы EcoScaleWin: учебное пособие / Е.В. Зубкова, Л.Г. Ханина, Т.И. Грохлина, Ю.А. Дорогова. Йошкар-Ола, 2008. 96 с.

Техногенные дигрессии и восстановительные сукцессии в северо-таежных лесах / Н.В. Лукина, Т.А. Сухарева, Л.Г. Исаева. М.: Наука, 2005. 245 с.

Рябошапка А.П., Брюханов П.А., Брусникина И.М. Мониторинг атмосферного трансграничного переноса загрязняющих веществ на территории Центрально-лесного биосферного заповедника. Великие Луки, 2007. 552 с.

Bobbink R. Plant species richness and the exceedance of the empirical nitrogen critical loads: an inventory. Bilthoven, Utrecht University / RIVM. Report Landscape Ecology, 2004.

De Vries W., Kros H., Reinds G.J., Wamelink W. et al. Development in deriving critical limits and modelling critical loads of nitrogen for terrestrial ecosystems in Europe. Alterra, Alterra-rapport 1382, 2007. 206 p.

Stevens C.J., Dise N.B., Mounford J.O., Gowing D.J. Impact of nitrogen deposition on the species richness of grasslands // Science, 2004. Vol. 303. P. 1876-1879.

ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРЗАМЕЩЕННЫХ АНИЛИНОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

М.В. Алферова

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: gruzdev@ib.komisc.ru

Анилин и его хлорпроизводные широко применяются в качестве основных или промежуточных веществ в синтезе пигментов, фармацев-

тических препаратов и красителей, что делает сточные воды этих производств одним из основных источников поступления анилинов в окру-

жающую среду. В естественных условиях хлоранилины могут образовываться при гидролитической или биохимической деструкции широко применяемых пестицидов и антисептиков (Козубова, Морозов, 1993).

При попадании анилинов в водоисточники, используемые для подготовки питьевой воды, на стадии ее обеззараживания активным хлором может происходить образование всего спектра хлорзамещенных анилинов (Козубова, Кобрина, 1996).

Поскольку хлоранилины оказывают прямое токсическое действие на организм, их содержание в питьевой воде нормируется: значения предельно-допустимых концентраций (ПДК) для этих соединений составляют 0.05-1.0 мг/дм³. Для водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение, нормы еще жестче – ПДК анилина составляет 0.0001 мг/дм³.

Наличие в молекуле хлоранилинов аминогруппы, активирующей ароматическое ядро, позволяет получать различные производные и достигать более высокой чувствительности определения. Для газохроматографического определения хлоранилинов в качестве модифицирующего агента нами предлагается использовать молекулярный бром. Применение этого реагента дает ряд очевидных преимуществ:

1. Бромирование хлоранилинов в водной фазе протекает легко, поскольку вода проявляет свойства катализатора, поляризуя молекулы брома и генерируя электрофильные частицы (Агрономов, 1990).

2. Введение в молекулы атомов брома значительно повышает гидрофобность хлоранилинов, что обеспечивает при жидкостной экстракции более полное их извлечение из воды в органическую фазу (Коренман, 1973).

3. Галогенселективный детектор электронного захвата (ДЭЗ) обеспечивает максимально возможное по чувствительности газохроматографическое определение бромпроизводных хлоранилинов.

Прямое бромирование хлоранилинов в воде не дало положительного результата – бромпроизводные образуются только в сильноокислой и сильнощелочной средах с полуколичественным выходом. Это связано с тем, что наряду с бромированием протекают процессы окисления, поскольку водные растворы брома характеризуются достаточно высоким окислительно-восстановительным потенциалом, достигающим ~1.2-1.3 В (Ксензенко, Стасиневич, 1995).

Нами показано, что в присутствии бромид-анионов и с появлением в растворе частиц Br_3^- окислительно-восстановительный потенциал водных растворов брома снижается до ~0.7-0.8 В (рис. 1). С увеличением концентрации бромид-анионов возрастает и устойчивость образующихся бромпроизводных. При концентрации бромид-анионов 0.06-0.08 моль/дм³ достигается ко-

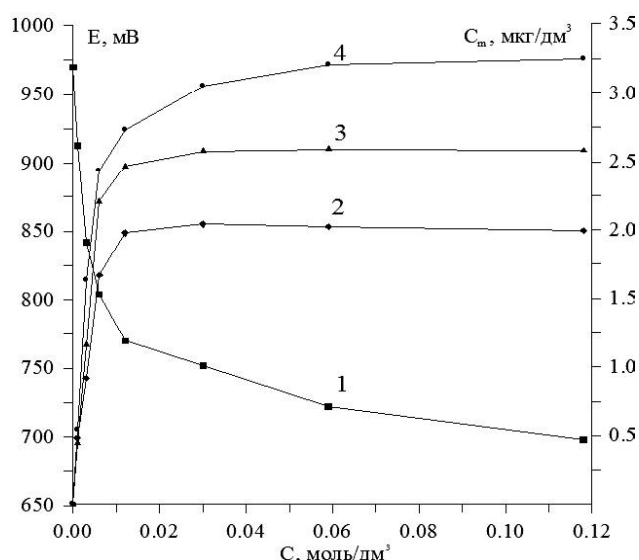


Рис. 1. Зависимость окислительно-восстановительного потенциала водного раствора брома (1) и концентрации бромпроизводных хлоранилинов в водном растворе (2-4) от концентрации бромид-анионов: 2 – 2,6-дихлор-4-броманилин, 3 – 2,4,5-трихлор-6-броманилин, 4 – 4-хлор-2,6-дихлоранилин.

личественное образование бромпроизводных всех анализируемых хлоранилинов (рис. 1).

Введение атомов брома в молекулы хлоранилинов приводит не только к значительному увеличению мольных откликов ДЭЗ, но и к выравниванию их значений (см. таблицу). Это принципиально важно при одновременном определении всех анализируемых хлоранилинов с применением детектора электронного захвата, поскольку они будут иметь близкие по интенсивности аналитические сигналы.

Мольные отклики ДЭЗ ($\text{RMR}_{\text{ан}}$) и степень извлечения (R) хлоранилинов и их бромпроизводных

Соединение	$\text{RMR}_{\text{ан}}$	R, %
Хлоранилины		
Анилин	1	17.7
2-хлоранилин	12	35.9
3-хлоранилин	15	18.6
4-хлоранилин	9	46.8
2,4-дихлоранилин	416	94.4
2,6-дихлоранилин	544	88.1
2,4,6-трихлоранилин	22730	97.7
2,4,5-трихлоранилин	12130	98.4
Бромпроизводные хлоранилинов		
2,4,6-триброманилин	217870	97.4
2-хлор-4,6-диброманилин	177530	95.1
3-хлор-2,4,6-триброманилин	237120	98.0
4-хлор-2,6-диброманилин	180360	96.4
2,4-дихлор-6-броманилин	151740	95.2
2,6-дихлор-4-броманилин	231860	93.4
2,4,5-трихлор-6-броманилин	238660	98.1

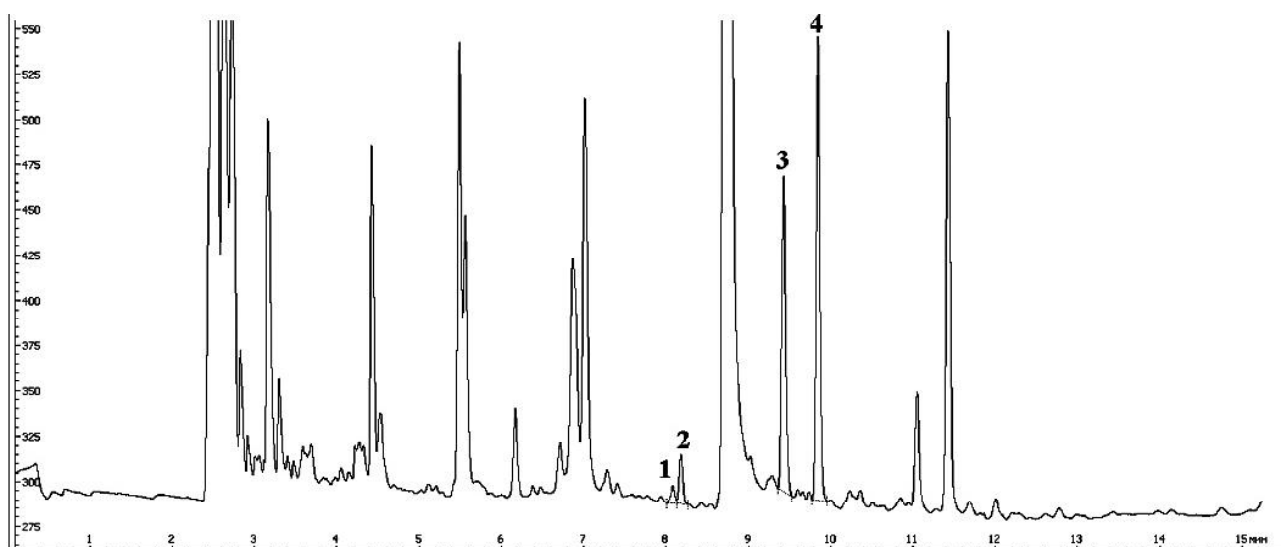


Рис. 2. Хроматограмма экстракта питьевой воды г. Сыктывкар: 1 – 4-хлоранилин, 2 – 2-хлоранилин, 3 – внутренний стандарт, 4 – анилин.

Химическая модификация хлоранилинов в бромпроизводные значительно увеличивает и степень извлечения бромпроизводных из водной фазы в органический экстракт, которая в системе гексан-вода достигает ~95-98% (см. таблицу). Кроме того, происходит выравнивание экстракционных характеристик бромпроизводных, что позволяет с одинаковой эффективностью концентрировать все определяемые вещества. Жидкостная экстракция хлоранилинов в исходной форме сильно осложнена зависимостью их степени извлечения от числа атомов хлора в молекуле (см. таблицу).

На основе проведенных исследований был разработан способ количественного химического анализа хлоранилинов в воде методом внутреннего стандарта. Высокая эффективность предлагаемой химической модификации позволяет снизить пределы обнаружения хлоранилинов в воде до 0.005 мкг/дм³, что в 100-1000 раз ниже значений ПДК, установленных для этих соединений. Интервал определяемых концентраций –

0.01-1.0 мкг/дм³, относительная погрешность – 5-20%, продолжительность анализа – 50 мин.

Разработанный способ был опробован для определения хлоранилинов в питьевой воде г. Сыктывкар (рис. 2). В ней обнаружены анилин и его моноклорпроизводные (2- и 4-хлоранилины) в концентрациях, не превышающих предельно допустимых концентраций.

ЛИТЕРАТУРА

- Агрономов А.Е. Избранные главы органической химии. М.: Химия, 1990. 560 с.
 Козубова Л.И., Кобрина В.Н. Химические методы подготовки воды: Аналитический обзор. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1996. Вып. 31. 132 с.
 Козубова Л.И., Морозов С.В. Органические загрязнители питьевой воды: Аналитический обзор. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1993. Вып. 26. 167 с.
 Коренман И.М. Экстракция органических веществ. Горький: Изд-во Горьковского гос. ун-та, 1973. 158 с.
 Ксензенко В.И., Стасиневич Д.С. Химия и технология брома, йода и их соединений. М.: Химия, 1995. 432 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВЕННЫХ СУБСТРАТАХ

Е.М. Анчугова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: urosova@gmail.com

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).

При попадании нефти в почву происходят существенные, зачастую необратимые изменения химических, физических и микробиологических свойств. Общие закономерности поведения нефти достаточно сложны. Попадая в природную среду, углеводороды из-за высокой миграционной способности загрязняют территории, во много раз превышающие площади первоначального сброса (Солнцева и др., 1996). Как и раньше, в практике работ по рекультивации

очень часто используется прием землевания, который зачастую сводится к засыпке загрязненного слоя почвы чистым грунтом.

Наиболее подвижными фракциями нефти считают алканы и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) (Пиковский, 1993; Геннадиев, 1996; Середин, 1998; Оборин и др., 2008). Миграция углеводородов в почвах является важным фактором их самоочищения. Рассеяние углеводородов происходит в двух направлениях – латеральном (плоскостной сток) и радиальном (вертикальный сток). Концентрация углеводородов в почвах при этом может существенно уменьшиться, что ускорит их полное разложение (Геннадиев, Пиковский, 2007).

Цель исследования – изучение особенностей распределения углеводородов нефти и нефтешлама в разных типах почвенных субстратов в условиях лабораторного опыта.

Для оценки характера миграции углеводородов по почве брали нефтешлам из шламонакопителя ДНС № 8 и товарную нефть, отобранную на пункте подготовки нефти с Головных сооружений г. Усинск, Республика Коми.

В модельном лабораторном эксперименте изучали глубину распределения углеводородных фракций в толще глины, песка и торфа после поверхностного загрязнения их нефтью и нефтешлагом при последующем регулярном поливе дистиллированной водой в течение 90 сут. Влажность в сосудах поддерживали для глины на уровне 35, для песка – 15 и для торфа – 65% от максимального значения влагоемкости. По окончании опыта анализировали соотношение алкановой и полиароматической фракций испытуемого нефтесодержащего субстрата на разной глубине в разных субстратах. Глубину распространения углеводородов определяли визуально.

ПАУ в почвах определяли по методике ПНД Ф 16.1:2.2. 2:3. 39-03 методом ВЭЖХ (Методика..., 2003) 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 (SIM).

Исследование распространения углеводородного загрязнения из нефти и нефтешлага важно для понимания роли почвенного субстрата как барьера на пути загрязнения. Потенциальная емкость почв для механического распространения углеводородов определяется двумя противоположными группами факторов. Первая включает факторы, способствующие накоплению углеводородов в почве. Вторая – факторы, усиливающие перемещение углеводородов по профилю. Разница в относительной интенсивности этих процессов контролирует возможности миграции углеводородов в почвенных субстратах (Геннадиев, Пиковский, 2007).

В условиях лабораторного эксперимента ключевыми процессами, определяющими миграцию углеводородов, являются сорбция и водопроницаемость субстрата. На стадии первичного загрязнения, когда поллютант существует в виде отдельной фазы, имеет место механическое продвижение вглубь субстрата. В ходе вторичного загрязнения происходит дальнейшее распространение углеводородов, обусловленное постепенным растворением в воде. Часто сообщают, что углеводороды нерастворимы, хотя их микроколичества всегда растворяются (Sikkema et al., 1995). Глубину распространения основной массы углеводородного загрязнения можно трактовать как показатель сорбционной способности исследуемых субстратов. Соответственно, чем меньше глубина сильно загрязненного слоя, тем выше сорбционная способность исследуемого субстрата по отношению к данному поллютанту. В слабо загрязненном слое уменьшается как количество, так и молекулярный вес исследуемых веществ.

Различия в характере миграции углеводородов сырой нефти и нефтешлага во всех типах субстрата обусловлены различиями в их углеводородном составе. Из-за испарения из шлага легких фракций, процессов окисления и образования битуминозных соединений, агрегации молекул углеводородов и поступления дополнительных количеств неорганических частиц повышается вязкость (Mazlova, Meshcheryakov, 1999; Heath et al., 2004).

Глинистый субстрат является естественным геохимическим барьером для углеводородов, что обусловлено его высокой удельной поверхностью и, следовательно, высокими сорбционными свойствами (Середин, 1998). Алкановая фракция испытуемых нефтяных субстратов задерживается в верхнем слое. В слабо загрязненный слой проникают легкие парафины с длиной цепи C_{15}/C_{20} . Характер миграции ПАУ в субстрат изменяется. При загрязнении сырой нефтью выщелачивается до 70% (по сравнению с контролем) этой фракции из слабо загрязненного слоя, что связано с сорбированием высокомолекулярных соединений в верхнем слое. Миграция ПАУ в субстрат из шлага в основном идет менее выражено, чем из нефти (табл. 1).

Как видно из табл. 2, сырая нефть беспрепятственно проходит сквозь толщу песка, что обусловлено как низкой сорбционной способностью, так и значительной водопроницаемостью. Углеводороды мигрируют с нисходящими токами влаги (Пиковский, 1993). Углеводороды из состава нефтешлага, тем не менее, удерживаются песчаной массой, в слабозагрязненном слое имеет место вымывание алканов и ПАУ. Это объясняется тем, что более вязкий по сравнению с сырой нефтью нефтешлаг связывает частицы субстрата, приводя к образованию достаточно инертного инфильтрационного тела.

Таблица 1
Характер миграции углеводородов в глинистом субстрате

	Глубина, см	$\Sigma C_{14}-C_{20}$, мкг/г	$\Sigma C_{21}-C_{35}$, мкг/г	Σ ПАУ, нг/г
Сырая нефть	0-7	1158	1776	3947
	7-30	3.25	1.41	24.68
Нефтешлам	0-3	3199	4231	6740
	3-30	50.40	2.76	70.29
Контроль	0-30	0.05	1.13	75.73

Таблица 2
Характер миграции углеводородов в песчаном субстрате

	Глубина, см	$\Sigma C_{14}-C_{20}$, мкг/г	$\Sigma C_{21}-C_{35}$, мкг/г	Σ ПАУ, нг/г
Сырая нефть	0-30	1613	2377	5107
Нефтешлам	0-15	2348	2838	5818
	15-30	0.97	1.05	7.38
Контроль	0-30	2.06	1.26	16.82

Таблица 3
Характер миграции углеводородов в торфяном субстрате

	Глубина, см	$\Sigma C_{14}-C_{20}$, мкг/г	$\Sigma C_{21}-C_{35}$, мкг/г	Σ ПАУ, нг/г
Сырая нефть	0-10	2143	9298	32136
	10-30	59.9	38.6	25878
Нефтешлам	0-4.5	4891	7066	83555
	4.5-30	23.41	16.9	23345
Контроль	0-30	34.9	25.6	27072

В верховом торфе, использованном в эксперименте, высока пористость (Середин, 1998, Trofimov et al., 2008) и крайне ограничено перемещение углеводородов в порах с нисходящими потоками воды. Торф показал наилучшую способность в связывании исследуемых углеводородов. Нами отмечено видоизменение структуры алкановой фракции в сильнозагрязненном слое, что может быть связано с процессами микробного разложения углеводородов и вкладом низколетучих алканов растительного происхождения (табл. 3).

В целом, можно отметить, что в слабозагрязненный слой испытанных субстратов мигрируют в основном углеводороды (алканы с длиной цепи C_{15}/C_{20}), близкие по качественному составу к сырой нефти независимо от вида загрязнения. Миграция ПАУ в слабозагрязненный слой происходила в основном в виде низкомолекулярных полиароматических соединений (фенантрен, флуорантен, пирен, хризен). Тяжелые ПАУ в пробах присутствовали, но в количествах, близких к контрольным. Таким образом, сорбционные способности субстратов по отношению к сырой нефти уменьшаются в ряду глина–торф–песок, а по отношению к нефтешламу – в ряду песок–торф–глина.

Вопрос о целесообразности применения торфа, песка и глины в рекультивации земель на стадии работ, где используется прием землевания, необходимо рассматривать с позиции состава загрязняющих веществ в исходном загрязнении.

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.
- Геннадиев А.Н. и др. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в горных породах и почвах. М.: Изд-во МГУ, 1996. 192 с.
- Оборин А.А., Хмурчик В.Т., Иларионов С.А. и др. Нефтезагрязненные биоценозы (процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы). Пермь: УрО РАН, 2008. С. 104-127.
- Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1993. 208 с.
- ПНД Ф 16.1:2:2. 2:3. 39-03. МВИ массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, донных отложений и твердых отходов методом ВЭЖХ с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром». М., 2003.
- Середин В.В. Оценка геоэкологических условий санации территорий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Пермь, 1998. 153 с.
- Солнцева Н.П., Гусева О.А., Горячкин С.В. Моделирование процессов миграции нефти и нефтепродуктов в почвах тундры // Вест. МГУ. Серия 17. Почвоведение, 1996. № 2. С. 10-18.
- Heath G.M., Heath R. A., Dundr Z. Paraffinic sludge reduction in crude oil storage tanks through the use of shearing and resuspension // Acta Montanistica Slovaca, 2004. № 3. P. 184-188.
- Mazlova E.A., Meshcheryakov S.V. Ecological characteristics of oil sludges // Chemistry and Technology of Fuels and Oils, 1999. Vol. 35. № 1. P. 49-53.
- Sikkema J., de Bont J.A. M., Poolman B. Mechanisms of Membrane Toxicity of Hydrocarbons // Microbiological REVIEWS, 1995. Vol. 59. № 2. P. 201-222.
- Trofimov S.Ya., Fokin A.D., Kupryashkin A.A., Dorofeeva E.I. Migration of oil and its components along the profile of high-moor peat soil under model experimental conditions // Moscow University Soil Science Bulletin, 2008. Vol. 63. № 1 P. 23-27.

К РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ САНИТАРНО ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (УФА, РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)

Ю.В. Верещак, М.Д. Тимергалин*

Башкирский государственный университет

E-mail: hellowine@mail.ru

* Институт биологии Уфимского НЦ РАН

E-mail: timermax@mail.ru

Основным фактором загрязнения воздуха в Республике Башкортостан является поступление в атмосферу загрязняющих веществ в результате деятельности предприятий и организаций промышленного и аграрного комплекса, расположенных на территории Башкортостана и граничащих с ним областей и республик, а также от автотранспортных средств. Свыше 8 тыс. промышленных предприятий и организаций в республике имеют источники выбросов загрязняющих веществ. Количество примесей в атмосферном воздухе в результате их эксплуатации составляет 427 наименований (Государственный доклад..., 2008).

На долю газоперерабатывающей промышленности на территории республики приходится 15.8% от общего объема загрязнения атмосферы. В основном это оксид углерода – 585.8 тыс. т, летучие органические соединения (ЛОС) – 211.1, сернистый ангидрид – 73.8, диоксид азота – 94.5 тыс. т. Большая часть предприятий газоперерабатывающей промышленности сосредоточена на территории г. Уфа. Большинство из них строились в середине XX в., на данный момент многие жилые застройки попали на их территорию. Поэтому сейчас актуальным является определения санитарно-защитных зон (СЗЗ) этих предприятий для уменьшения их влияния на жителей.

СЗЗ – особая функциональная зона, отделяющая территорию промышленной площадки от жилой застройки, ландшафтно-рекреационной и зоны отдыха, курорта с обязательным обозначением границ специальными информационными знаками. СЗЗ необходима для обеспечения снижения уровня воздействия до требуемых гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за ее пределами, создания санитарного защитного барьера между территорией предприятия (группы предприятий) и территорией жилой застройки, для организации дополнительных озелененных площадей, обеспечивающих экранирование, ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха и повышения комфортности микроклимата. Размеры СЗЗ устанавливаются для предприятий, являющихся источниками неблагоприятных факторов, расчетным путем с учетом места расположения источников и характера создаваемого ими шума, инфразвука и других факторов. Обоснованность расчетов для установления СЗЗ должна быть подвержена натурными замерами при

приеме в эксплуатации объектов (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03).

Для проведения исследования в качестве модели было взято одно из предприятий газовой промышленности, расположенное в г. Уфа. Предприятие осуществляет полный спектр услуг, связанных с газификацией, эксплуатацией газового оборудования. Основными загрязняющими веществами являются продукты сгорания природного газа (диоксид азота, оксид азота, углерода оксид, бенз(а)пирен), которые выбрасываются в атмосферу через дымовые трубы. В непосредственной близости расположена жилая застройка – три жилых дома на расстоянии 5, 20, 25 м от границы промплощадки.

Цель настоящего исследования – построить СЗЗ этого предприятия с учетом существующей жилой застройки.

Задачи исследования:

1. Собрать данные по выбросам в атмосферу предприятием от всех источников, расположенных на его территории. Определить расположение и высоту всех жилых строений на близлежащей к предприятию территории;

2. Провести расчет ПДК всех загрязняющих веществ и радиус рассеивания с учетом застройки и групп суммации;

3. Рассчитать площадь СЗЗ по количественным результатам выбросов в атмосферу, розе ветров и с учетом застройки;

4. Разработать систему рекомендаций по снижению выбросов и уменьшению их влияния на окружающую среду.

На территории предприятия насчитывается 13 источников загрязнения атмосферы, из них четыре точечных объекта и девять площадных. Основные загрязняющие вещества – это диоксид азота, оксид азота, углерода оксид, бенз(а)пирен (котельные источники и участок газорезки), железа оксид, марганец и его соединения, фториды газообразные, фториды плохо растворимые, пыль неорганическая 70-20% SiO₂ (сварочный пост), корунд белый (участок металлообработки), керосин, натрий карбонат, бензин (нефтяной, малосернистый) (гаражи), пыль древесная (столярный участок).

Данные фонового загрязнения, представленные для производственной базы предприятия службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, определены по наблюдениям на стационарных постах, расположенных в северной части города по следующим ингреди-

ентам: пыль (0.21 мг/м³), оксид углерода (1.88), диоксид азота (0.066), диоксид серы (0.028), оксид азота (0.029).

Из проведенных расчетов выяснено, что ПДК превышено по трем веществам – дижелезотриоксид (1.3 ПДК), керосин (9.63) и пыль древесная (13.77). На территорию СЗЗ приходится промежуток значения 0.2-0.35, 0.6-4.54 и 0.4-1.73 ПДК соответственно.

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 (2003) ориентировочный размер СЗЗ для предприятий 5 класса опасности составляет 50 м. Таким образом, СЗЗ данного предприятия нарушена, так как на его территорию попадают три жилые постройки из пяти, расположенные в непосредственной близости от предприятия, одна из которых – в импактной зоне по трем веществам (дижелезотриоксид, керосин, пыль древесная).

Для снижения влияния выбросов предлагается создать изолирующую посадку из деревьев и кустарников между предприятием и жилой застройкой. Площадь озеленения должна соста-

вить не менее 70%. Необходимо использовать эффективные в санитарном отношении и устойчивые к загрязнению атмосферы и почв виды древесных и кустарниковых растений (дуб черешчатый, береза бородавчатая, липа мелколистная, вяз гладкий, лиственница сибирская, ель обыкновенная).

ЛИТЕРАТУРА

Болбас М.М. Основы промышленной экологии. М.: Высшая школа, 1993. С. 294.

Защита атмосферы от промышленных загрязнений / Под ред. С. Калверта, Г.М. Инглунда. М.: Металлургия, 1988. Ч. 2. С. 494.

Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2007 году». Уфа, 2008.

Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке и защите прав потребителей в 2008 году». Уфа, 2009.

Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Л.: Гидрометеиздат, 1987.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ГИДРОМОРФНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ

Ю.А. Виноградова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: vinogradova@ib.komisc.ru

Аллювиальные лугово-болотные почвы формируются в глубоких межгрядных понижениях пойменных террас под пологом сырых злаково-осоковых лугов и мелколиственных лесов. Избыточное увлажнение, развитие процессов оглеения, пульсирующий окислительно-восстановительный режим, слабая прогреваемость по сравнению с другими типами аллювиальных почв, определяют своеобразие функционирования микробиоты, низкую скорость и слабую интенсивность разложения растительного опада, формирование слабаразложившей подстилки в пойменных заболоченных лесах и укороченность гумусового профиля лугово-болотных почв.

Цель данной работы – изучение биологической активности аллювиальных почв, формирующихся под пологом лиственных лесов в северной и средней тайге, и выявление в них закономерностей динамики численности и функциональной структуры микробных комплексов.

Исследования проводили на территории Республики Коми в подзонах северной и средней тайги – в Печорском и Сыктывдинском районах. Полевые работы в долине р. Сысола были проведены в 2003-2005 гг. с отбором проб почв в динамике с июня по сентябрь, в долине р. Печора – в 2008 г.

Полевые и лабораторные исследования проводили с использованием общепринятых в поч-

воведении и почвенной биологии методов (Хазиев, 1976; Методы..., 1980; Сэги, 1983; Назаров, 1992). Для оценки содержания эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКГТМ) использовали метод посева на твердые питательные среды.

Основным объектом исследования послужили аллювиальные лугово-болотные лесные почвы спелых осиново-березовых насаждений, занимающие глубокие межгрядные понижения в центральной части пойменных террас.

По сравнению с автоморфными и полугидроморфными почвами (дерновыми и лугово-лесными) лугово-болотные в исследованных нами рядах аллювиальных лесных почв, характеризуются более высокой кислотностью, ненасыщенностью основаниями и низкой гумусированностью минеральной части профиля. В направлении от почв вершин гряд к почвам межгрядных понижений наблюдается существенное возрастание кислотности органогенных горизонтов, повышается уровень стояния грунтовых вод, снижаются глубина и степень прогреваемости почв (Лаптева, 1999).

Годы проведения наших исследований существенно отличались по погодным условиям. В целом для подзоны средней тайги характерны более высокие положительные температуры воздуха, а количество осадков – выше в северной тайге. Все это в совокупности определяет более

выраженные гидроморфные условия формирования всех почв, в том числе и пойменных.

По температурным параметрам годы исследования, проведенного в долине р. Сысола, теплее на несколько градусов. Хотя первая половина летнего периода в долине р. Печора вполне сопоставима по температурным показателям воздуха с условиями средней тайги. Основные различия проявляются в весенний период и во вторую половину вегетационного периода.

По количеству осадков год исследования в долине р. Печора приближается к 2005 г., занимающему промежуточное положение по условиям увлажнения в долине р. Сысола. При проведении исследований в средней тайге наиболее сухим был 2003 г., избыточно влажным – 2004 г., а 2005 г. характеризовался средними показателями влажности. Несмотря на эту разницу, в долине р. Сысола во все годы наблюдений лугово-болотная почва к середине летнего периода практически полностью освобождалась от воды и почвенно-грунтовые воды, как правило, опускались ко второму полуметру профиля.

В долине р. Печора в связи с поздним, длительным паводком и высоким меженным уровнем воды в реке в 2008 г. практически в течение всего сезона почвенно-грунтовые воды находились в межгрядном понижении с лугово-болотной почвой на уровне ее поверхности и не опускались ниже 5-10 см, что естественно сказалось на экологических условиях среды и функционировании почвенной биоты.

По параметрам влажности лугово-болотные почвы средней и северной тайги достаточно близки, особенно минеральные гумусоаккумулятивные горизонты. В то же время горизонты лесных подстилок как наиболее динамичные по экологическим параметрам образования более резко отличаются по этому показателю. По параметрам кислотности среды подстилки лугово-болотных почв средней и северной тайги практически близки. Различия составляют 0.2-0.4 единицы pH. Для гумусоаккумулятивных

горизонтов прослеживается более существенная разница. Лугово-болотная почва в северной тайге кислее по сравнению со средней тайгой, и только в конце вегетационного периода наблюдается их сближение по данному показателю.

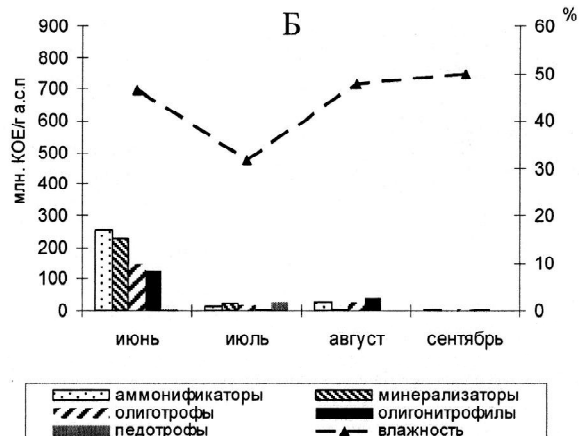
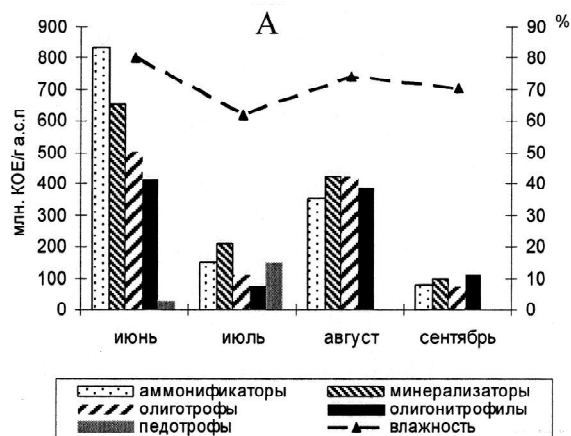
Трехлетние исследования, проведенные в долине р. Сысола, свидетельствуют о значительном варьировании в соотношении эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКТГМ) как по годам наблюдений, так и в течение вегетационного периода.

В отличие от р. Сысолы для лугово-болотной почвы Печорской поймы отмечена относительная выравненность в соотношении ЭКТГМ по срокам отбора. Особенно это касается группы аммонификаторов – минерализаторов азота. Лишь в июле наблюдается некоторое изменение за счет возрастания доли педотрофов (150 млн. КОЕ/г а.с.п.). Близкая картина прослеживается и для гумусоаккумулятивных горизонтов.

В северной тайге практически для всех групп микроорганизмов четко прослеживается прямая пропорциональная связь с параметрами влажности. Увеличение влажности лугово-болотной почвы ведет к возрастанию численности бактерий в июне и августе, а ее снижение – к уменьшению в июле и сентябре. В минеральных горизонтах такая зависимость менее выражена (см. рисунок).

Для лугово-болотной почвы поймы р. Сысола изменение влажности почв в течение вегетационного периода не оказывает выраженного влияния на численность тех или иных групп микроорганизмов.

Кроме численности бактерий, нами были определены некоторые биохимические показатели. Как показали результаты, несмотря на более суровые климатические условия, наиболее активно процессы дыхания протекают в подстилках почв северной тайги, особенно к концу вегетационного периода наблюдений (46.53 мкг C-CO₂/г а.с.п.). В минеральных горизонтах данный показатель в три-четыре раза ниже.



Влияние параметров влажности на активность эколого-трофических групп микроорганизмов в аллювиальных лугово-болотных лесных почвах северной тайги (р. Печора): А – лесная подстилка, Б – гумусоаккумулятивный горизонт.

При этом как в северной, так и в средней тайге активизация интенсивности дыхания наблюдается при оптимизации условий увлажнения лесных подстилок: в почвах р. Сысола это характерно для августа месяца, в почвах р. Печора – для июля и сентября. Интересно, что и наибольшей каталитической активностью характеризовались подстилки лугово-болотных лесных почв р. Печоры с максимальным увеличением в июле (7.12 мл O_2 мин./г в.с.п.), для минеральных горизонтов отмечена прямо противоположная картина: активность выше в лугово-болотной почве р. Сысола, особенно в августе-сентябре (2.1-2.25 мл O_2 мин./г в.с.п.).

Колебания влажности почв в подстилках гидроморфных почв р. Сысола не влияют на изменения каталитической активности. Лишь в почвах северной тайги в июле месяце снижение влажности ведет к нарастанию активности каталазы. Таким образом, на основании полученных данных можно сделать следующий вывод, что несмотря на суровые климатические условия в подзоне северной тайги, биологическая активность в аллювиальных гидроморфных поч-

вах выше по всем показателям по сравнению с аналогичными почвами средней тайги. Работа выполнена в рамках 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.

ЛИТЕРАТУРА

Лантева Е.М., Балабко П.Н. Особенности формирования и использования пойменных почв долины р. Печоры. Сыктывкар, 1999. 204 с.

Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. проф. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1980. 224 с.

Назаров С.К., Сивков М.Д. Методы измерения и расчета баланса углерода в естественных фитоценозах / Сер. Новые науч. методики. Сыктывкар, 1992. 16 с. (Коми НЦ УрО РАН; Вып. 43).

Сзги Й. Методы почвенной микробиологии. М.: Колос, 1983. 296 с.

Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. М.: Наука, 1976. 178 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕКИ ПЕЧОРА В ПЕЧОРСКОМ РАЙОНЕ

Ю.Е. Добрынина

Сыктывкарский государственный университет

E-mail: yul26912379@yandex.ru

Река Печора – один из крупнейших водотоков Европы и самая крупная река в Республике Коми, что определяет ее значение как важного водного объекта, широко используемого в хозяйственно-промышленных целях. Река Печора испытывает серьезные экологические проблемы в связи с тем, что в ее бассейне расположены крупные месторождения угля, нефти и природного газа, а также множество населенных пунктов. Сведения об экологическом состоянии Печоры в среднем ее течении немногочисленны (Хохлова, 1986; Власова, 1988).

Цель данной работы – проведение оценки современного экологического состояния р. Печора в окрестностях г. Печора по гидрохимическим показателям.

Исследования проводились летом 2009 г. (июнь-август) в летнюю межень три раза за сезон. Были выбраны четыре станции наблюдения за гидрохимическими показателями реки. Станция № 1 выбрана выше по течению от города, т.е. в районе, в котором нет антропогенного влияния селитебной зоны и промышленных предприятий. Станция № 2 отмечена в районе воздействия Печорской ГРЭС. Город Печора делит на две части: железнодорожную и речную. Между этими частями выделена станция № 3 для установления влияния городской среды на степень загрязнения реки. Станция

№ 4 – ниже по течению от города, выбрана в целях установления экологического состояния реки после воздействия промышленных и бытовых стоков. Отбор проб проводили в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82. На постах измеряли температуру воды, pH, электропроводность, скорость течения. Химический анализ проб проводился в лаборатории «Экоаналит» Института биологии Коми НЦ УрО РАН по аттестованным методикам по следующим показателям: удельная электропроводность, pH, ХПК, перманганатная окисляемость, гидрокарбонат-ионы, азот общий, хлорид-ионы, сульфат-ионы, цветность, фосфор общий, фосфор минеральный, фосфат-ионы, кремний, кальций, магний, калий, натрий, железо, марганец, цинк, медь, свинец, кадмий, никель, кобальт, ПАУ, нефтепродукты.

Результаты химического анализа показали, что содержание анионов в реке распределяется следующим образом: $HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$. Концентрация преобладающих гидрокарбонат-ионов достигает 70 мг/дм³. Максимальные значения наблюдаются в верхнем течении реки и между частями города, минимальные зафиксированы в районе Печорской ГРЭС и в нижнем течении реки. Причинами высоких концентраций гидрокарбонат-ионов в отмеченных районах являются как естественный источник поступления

данного иона в реку, так и антропогенный. Относительно высокие содержания сульфатов наблюдаются между частями города и в нижнем течении реки. Такая же закономерность распределения концентраций и с ионами хлора. В течение сезона отмечается увеличение содержания анионов (за исключением хлоридов). В проведенных исследованиях в распределении содержания катионов по станциям выявлена следующая закономерность: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$. Содержание всех катионов в исследуемых станциях р. Печора повышается в конце лета. Наибольшие концентрации катионов наблюдаются в верхнем течении реки и между частями города. Река Печора относится к гидрокарбонатно-кальцевой группе (рис. 1).

Для рек бассейна р. Печора характерно отсутствие или незначительное содержание минерального фосфора ($0.002-0.030 \text{ мг/дм}^3$) (рис. 2). Содержание фосфора (общего и минерального) почти во всех районах исследования стабильно, но между частями города в июле месяце наблюдается резкий скачок концентрации до $0.052-0.057 \text{ мг/дм}^3$. Для ст. 3 отмечено превышение ПДК_{вр} по фосфору. Это связано с антропогенным источником поступления этого элемента в реку. Концентрация общего азота в данных исследованиях меняется от 0.1 до 0.2 мг/дм^3 . Наименьшие концентрации этого элемента наблюдаются в июле в связи с низким поступлением атмосферных осадков в этом месяце.

Ряд тяжелых металлов по увеличению концентрации: $\text{Fe} > \text{Cu} > \text{Zn}$ и др. В местах отбора проб содержание железа меняется от 0.005 до 0.026 мг/дм^3 . Концентрация железа максимальна в июне, меди в районах исследований – меняется от 0.07 до 2.3 мкг/дм^3 .

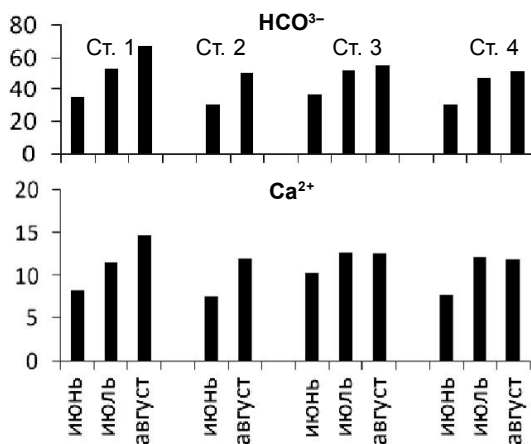


Рис. 1. Содержание гидрокарбонат-ионов и кальция в р. Печора на исследованных станциях.

связано с влиянием р. Мазилровка.

В проведенных наблюдениях содержание нефтепродуктов в реке низкое, не превышает ПДК_в. Распределение концентраций по станциям исследования постоянно (в пределах 0.01 мг/дм^3). Из ПАУ в р. Печора был обнаружен фенатрен от 3.1 до 20 нг/дм^3 (рис. 4).

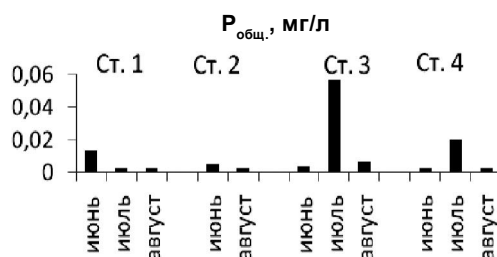


Рис. 2. Содержание общего фосфора в р. Печора на исследованных станциях.

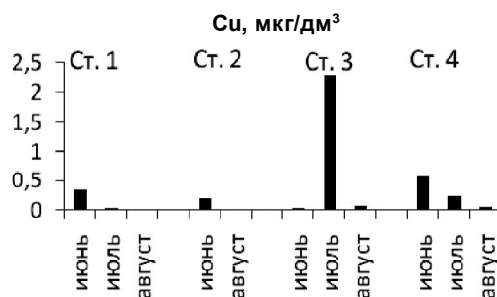


Рис. 3. Содержание ионов меди в р. Печора на исследованных станциях.

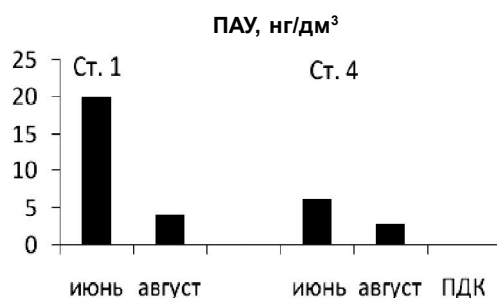


Рис. 4. ПАУ в р. Печора на исследованных станциях.

Содержание этого вещества снижается в августе. Резкий скачок содержания меди наблюдается между частями города, этот скачок превышает ПДК_{вр} в 2.3 раза (рис. 3). Вероятнее всего, это сказывается влияние заваленной бытовыми отходами р. Мазилровка. Концентрация цинка в местах отбора проб – от 0.3 до 3.8 мкг/дм^3 . Максимальные концентрации цинка отмечены в июле. Максимальное содержание цинка наблюдается между частями города, это также

особое влияние на загрязнение реки в г. Печора оказывают городские свалки на территории водосбора реки, добыча нефти и других полезных ископаемых, при которой загрязняющие вещества попадают в реку трансгенным путем. Современное экологическое состояние реки в районе г. Печора может быть охарактеризовано как не благополучное. По гидрохимическим показателям качество воды р. Печора относится к 4 и 5 классу загрязнения, что характеризует ее воды как загрязненные, грязные. В районе г. Печора река имеет 5 класс качества воды (грязная). Необходима разработка мер по защите реки от поступления загрязняющих веществ и изменению экологической ситуации в бассейне средней Печоры.

ЛИТЕРАТУРА

- Власова Т.А. Гидрохимия главных рек Коми АССР. Сыктывкар, 1988. С. 16-26, 39-87.
Хохлова Л.Г. Сток химических веществ р. Печоры / Научные доклады АН СССР. Сыктывкар, 1986. С. 4-15.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КРЯЖА ЕНГАНЭПЭ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

А.А. Дымов, Е.В. Жангуров
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: dymov@ib.komisc.ru

Эколого-генетическая характеристика почв и почвенного покрова Полярного Урала в настоящий момент является слабо изученной. Сведения о почвенном покрове этого крупного горного региона ограничиваются в основном материалами единичных маршрутных почвенно-географических исследований 1970-1980-х гг. (Таргульян, 1971; Фирсова, Дедков, 1983; Государственная..., 2009). Учитывая широкомасштабные проекты, направленные на освоение минерально-сырьевых ресурсов Полярного Урала, возникает необходимость в детальных исследованиях почвенного покрова, предшествующих воздействию горно-рудной и обрабатывающей промышленности и сопутствующему ей антропогенному влиянию.

Цель работы – изучение особенностей генезиса и распространения почв Полярного Урала на примере кряжа Енганэпэ. Полевые исследования проводили в августе 2008 г. на особо охраняемых природных территориях (лесной заказник «Енганэпэ», комплексный заказник «Хребтовый»), расположенных на южном и юго-восточном склонах хребта Енганэпэ (67° с.ш.; 65° в.д.). Были заложены почвенные катены с изучением всего возможного разнообразия почв горно-тундрового и горно-редколесного поясов, химический анализ образцов почв осуществляли согласно общепринятым российским методикам (Теория и практика..., 2005). Абсолютные высоты района исследований, где были заложены разрезы, колеблются от 160 до 500 м над ур. м. Диагностика и идентификация почв проведена согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004).

Исследуемые склоны кряжа Енганэпэ значительно различаются не только по экспозиции, но и по характеру растительного покрова, крутизне склонов и особенностям горных пород. Почвообразующими породами являются элювиально-делювиальные мелкоземисто-щебнистые продукты выветривания глинистых сланцев (южный склон) и аркозовые песчаники (юго-восточный склон). Юго-восточный склон характеризуется несколько большей крутизной по сравнению с более террасированным южным. В горно-тундровом поясе южного склона широко распространены ерниково-мохово-лишайниковые тундры, в то время как на юго-восточном преобладают мелкоерниковые мохово-лишайниковые тундры. Ниже горно-тундрового пояса на южном склоне развиты еловые редколесья, на юго-восточном – лиственничные. Рассмотрим некоторые особенности встречаемых по склонам почв с характеристикой их основных физико-химических свойств.

Подбуры иллювиально-гумусовые составляют основной фон хорошо дренированных мелкоерниковых мохово-лишайниковых горных тундр. Развиваются в пределах всего горно-тундрового пояса на денудационных и транзитных зонах склонов. В верхней части горно-тундрового пояса формируются фрагментарно, среди каменистых россыпей и останцов. В средней части склонов образуют достаточно однородный покров. В нижней части, на границе с горно-редколесным поясом, под ерниковой растительностью образуют сочетания с подбурами оподзоленными иллювиально-гумусовыми. Мощность профиля значительно варьирует от нескольких до 20-30 см. А0 (0-2/3 см) – ВНГ (2/3-15) – ВС (15-18 см). Профиль состоит из грубогумусовой подстилки А0 мощностью до 3 см, под которой располагается серо-бурый горизонт ВНГ, пропитанный иллювиальным гумусом. Щебнистость горизонта ВНГ значительно различается в зависимости от месторасположения почв: в верхней, более крутой части горно-тундрового пояса, содержание обломков породы может достигать 40-50%, в нижней более пологой части горно-тундрового пояса – 10-20%. рН солевой вытяжки варьирует от 4.2-4.7 на южном склоне до 3.4-3.7 на юго-восточном. Наблюдается биогенное накопление обменных оснований в подстилках и резкое их убывание в минеральных горизонтах. Почвы характеризуются регрессивно-аккумулятивным типом распределения органического углерода с максимальным содержанием в подстилке (от 17 до 27%). Различия почв южного и юго-восточного склона проявляются в более высокой кислотности почв, формирующихся на продуктах выветривания песчаников, по сравнению с почвами, развивающимися на продуктах выветривания глинистых сланцев. Почвы южного склона более насыщены основаниями, что особенно ярко прослеживается при сравнении верхних минеральных горизонтов. Содержание обменных катионов в минеральных горизонтах южного склона значительно выше, что наряду с более низкой гидrolитической кислотностью, приводит к увеличению степени насыщенности основаниями (50-70%).

Подбуры оподзоленные иллювиально-гумусовые формируются под ерниково-мохово-лишайниковой растительностью на выположенных позициях рельефа, преимущественно в аккумулятивных, наиболее пологих зонах склонов, где возможен нисходящий сток влаги. Профиль почв маломощный и редко превышает 30-40 см. А0/О (0-4 см) – ВНFe (4-6) – ВНГ (6-18) – ВС (18-24 см). В профиле почв четко диагностиру-

ется появление под подстилкой маломощного осветленного щебнистого оподзоленного горизонта ВНFe, довольно резко переходящего в серо-бурый легко-(средне)суглинистый иллювиально-гумусово-железистый горизонт ВНF. Почвы более кислые, чем подбуры иллювиально-гумусовые, минимальные значения pH солевой вытяжки 2.3-3.0 отмечено в оподзоленном горизонте. Степень насыщенности основаниями низкая, характерен аккумулятивный тип распределения общего органического углерода, дифференциация по илу и физической глине выражена слабо. Отличия почв данного типа, сформированных на склонах разной экспозиции, проявляются в различной степени насыщенности основаниями – на южном склоне степень насыщенности основаниями более высокая (до 20%).

Подзолистая иллювиально-гумусово-железистая почва вскрыта на аккумулятивной, пологой части склона, под ельником чернично-зеленомощным при близком (на глубине до 40 см) подстилании обломками плотных пород. О (0-8 см) – ELh (8-12) – ВНF (12-20) – Bt (20-30) – BC (30-40 см). Под грубогумусовой подстилкой формируется светло-серый, пропитанный органическим веществом, подзолистый горизонт ELh мощностью до 5 см, ниже – бурый с ржавыми оттенками горизонт ВНF, под которым залегает горизонт Bt с железисто-глинистыми кутанами по граням структурных отделностей. Ниже – бурый однородный средний суглинок с высоким содержанием обломков породы. Почвы кислые – pH_{сол.} в подзолистом горизонте составляет 3.5. Подстилка и верхние минеральные горизонты ELh и ВНF характеризуются высоким содержанием обменного кальция (до 16 ммоль/100 г почвы). Распределение обменных оснований и общего углерода носит аккумулятивный характер, плавно уменьшаясь от подстилки к подстилающим горизонтам. Распределение валового содержания и оксалаторстворимых форм соединений железа несут элювиально-иллювиальный характер. Наблюдается обеднение илом горизонта ВНF и увеличение его доли в горизонте Bt.

Бурозем глееватый вскрыт на границе разнотравной куртины и парцеллы ельника разнотравного. A0 (0-2 см) – AY (2-20) – BMg (20-34) – BCg (34-45 см). Для данной почвы характерно развитие под маломощной подстилкой (2-3 см) легкосуглинистого серо-гумусового горизонта AY мощностью до 20 см, под которым формируется среднесуглинистый бурый оглеенный структурно-метаморфический горизонт BMg с хорошо выраженной крупно-глыбистой структурой, подстилаемый переходным к почвообразующей породе легкосуглинистым горизонтом BCg. Нижние горизонты могут быть оглеены за счет застоя почвенно-грунтовых вод. В отличие от других исследованных почв, верхние минеральные горизонты бурозема пронизаны значительным количеством ходов дождевых червей,

что обусловило высокую порозность и преобладание в них окислительных условий. Почвы характеризуются кислой и слабокислой реакцией среды (pH_{сол.} варьирует от 4.8 до 4.0), низкой гидролитической кислотностью и высокой степенью насыщенности основаниями. Распределение общего органического углерода носит равномерно-аккумулятивный характер. Органическое вещество минеральных горизонтов (AY, BMg) обогащено азотом – отношение C:N 12-13, что свидетельствует об относительно высокой интенсивности биологического круговорота. Распределение валового содержания железа и алюминия слабо дифференцировано, во всех горизонтах отмечено высокое валовое содержание оксидов кальция. Возможно, это увеличение происходит в результате транзитно-аккумулятивного переноса подвижных соединений Са с верхней части склона, что характерно для горных экосистем (Урушадзе, 1990).

Особенностью формирования почв в еловых редколесьях является сочетание почв подзолистого типа под еловой растительностью и куртин разнотравья с формирующимися под ними **перегнойно-темно-гумусовыми почвами**. AY (0-10 см) – AH (10-18) – BCgh (18-25 см). Профиль почв дифференцирован на серо-гумусовый одернованный горизонт AY, под которым располагается аккумулятивно-гумусовый горизонт AH, переходящий в горизонты BC/CD. Почвы сближает с буроземами обогащение гумуса азотом, равномерно-аккумулятивный тип распределения углерода, при несколько меньшей степени насыщенности основаниями. Почвы юго-восточного склона более кислые: значения pH водной вытяжки составляют 4.2-4.6 по сравнению с почвами южного склона, где они изменяются от 5.2 до 5.5 ед. pH. Для почв юго-восточного склона, по сравнению с южным, характерно более низкое содержание обменных оснований во всех генетических горизонтах почв.

Под листовенничными редколесьями юго-восточного склона формируются **подзолы иллювиально-гумусово-железистые**. A0 (0-2 см) – E (2-10) – ВНF (10-18) – BC (18-27) – CD (27-30 см). В зависимости от глубины подстилания пород мощность профиля данных почв может варьировать от 10 до 30 см. Для всех горизонтов характерно высокое содержание обломков горных пород. Почвы сильнокислые – максимальное значение pH (сол.) наблюдается в подстилке и подзолистом горизонте – 3.0. Содержание обменных форм кальция и магния и, соответственно, степень насыщенности основаниями крайне низкие. Распределение органического углерода, илстой фракции, оксалаторстворимых форм соединений и валового содержания железа подчиняется элювиально-иллювиальной зависимости. Значительное содержание фрагментов породы и щебня обеспечивает свободное нисходящее движение влаги и формирование мощного подзолистого горизонта, что отличает данные

почвы от подзолистых иллювиально-гумусово-железистых почв южного склона.

Таким образом, состав почвообразующих пород, степень выраженности транзитно-аккумулятивных процессов, обусловленных крутизной склона и специфика растительного покрова, нашли свое отражение в особенностях физико-химических свойств однотипных почв, формирующихся на разных склонах кряжа Енганэпэ. Для почв горно-тундрового пояса сравниваемых склонов характерны кислая реакция среды, слабое проявление элювиально-иллювиальных процессов, низкая степень насыщенности основаниями. Еловые редколесья южного склона характеризуются высоким разнообразием почв, обусловленным террасированностью, спецификой распределения и аккумуляции в пределах данного склона более мощного слоя мелкозема, флористическим богатством растительных ассоциаций.

Работа выполнена в рамках междисциплинарного проекта УрО РАН «Разработка концепции создания Атласа природного наследия Урала».

ЛИТЕРАТУРА

Государственная почвенная карта России (масштаб 1:1 000 000). Пояснительная записка к листу Q-41 (Воркута). Сыктывкар, 2009. 82 с.

Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971. 268 с.

Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьева. М., 2005. 400 с.

Фирсова В.П., Дедков В.С. Почвы высоких широт горного Урала. Свердловск, 1983. 95 с.

Урушадзе Т.Ф., Кирвалидзе Р.И. Экологические особенности горных почв // Проблемы почвоведения (Советские почвоведы к XIV Международному конгрессу почвоведов). М.: Наука, 1990. С. 154-159.

ГИС МЕТОДЫ В КАРТИРОВАНИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛЕСОТУНДРЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

Д.А. Каверин, А.В. Пастухов, О.В. Шахтарова, Г.Г. Мажитова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: dkav@ib.komisc.ru

Интерес общества к изучению почвенных ресурсов возрастает, что связано с промышленным освоением новых территорий, процессами глобального изменения климата и т.д. В связи с этим возникает потребность не только в сборе фактических материалов, но и в его упорядочивании, поиске новых способов отображения почвенной информации (Lagacherie, 2008). В настоящее время в связи с развитием геоинформационных (ГИС) технологий почвенное картографирование выходит на качественно новый и более прогрессивный уровень (McBratney et al., 2000). Создание цифровых почвенных карт в наши дни полностью отвечает запросам современной науки.

Ключевые участки исследований расположены в бассейнах рек Большая Роговая, Хоседа-Ю и Сейда (европейский Северо-Восток России). Участки исследования находятся в пределах экотона тундра-лесотундра с островной многолетней мерзлотой в южной части – Хоседа и Нижняя Роговая, и со сплошной многолетней мерзлотой на севере – Верхняя Роговая (Геокриологическая карта..., 1998). Участки лежат в пределах переходных зон со сложными растительно-почвенными и мерзлотными комплексами, которые в настоящее время наиболее чувствительны к изменению климата. Бассейны рек Сейда и Большая Роговая имеют большие и протяженные древние торфяные плато и термокарстовые комплексы, где широко распространены сухоторфяные мерзлотные почвы, содержа-

щие значительные запасы почвенного углерода, который будет оказывать значительное влияние на баланс парниковых газов в атмосфере при потеплении климата и таянии мерзлоты.

Характеристика почвенного покрова участка исследования:

1. Верхняя Роговая – тундра со сплошной многолетней мерзлотой: участок характеризуется значительным распространением поверхностно-глеевых и торфяно-глеевых мерзлотных почв. Относительно небольшая дренированность территории и значительное распространение бугристых торфяников способствует широкому развитию мерзлотных почв. Под лесными массивами развиваются неоподзоленные слабо дифференцированные почвы (см. таблицу).

2. Нижняя Роговая – экотон тундра-лесотундра с островной многолетней мерзлотой: относительно высокая доля принадлежит минеральным мерзлотным почвам, в том числе торфяно-глеевым мерзлотным. Относительно большую площадь занимают пойменные почвы.

3. Сейда – экотон тундра-лесотундра с несплошной многолетней мерзлотой: сухоторфянистые мерзлотные почвы распространены ограничено и приурочены преимущественно к термокарстовым депрессиям на водоразделах. В равной степени получают распространение как минеральные мерзлотные, так и немерзлотные глеевые почвы (см. таблицу). На суглинистых водораздельных массивах под тундровой кустарничковой растительностью мерзлота залегает,

Площади основных типов почв исследуемых ключевых участков, км²

Типы почв (WRB, 2006)	Типы почв (Классификация..., 1977)	Ключевые участки			
		Верхняя Роговая	Нижняя Роговая	Сейда	Хоседа
Cryosols	Глеевые мерзлотные	4.9	28.0	5.3	7.2
Histic Cryosols	Торфяно-глеевые мерзлотные	23.8	8.6	13.9	1.3
Cryic Histosols	Торфяные мерзлотные	3.4	0.5	4.2	4.2
Fibric Histosols	Торфяные (немерзлотные)	3.7	1.7	1.8	7.1
Cambisols	Поверхностно-глеевые и слабодифференцированные	26.8	3.8	42.8	12.5
Albeluvisols	Глееподзолистые	—	—	1.3	8.2
Podzols	Подзолы	1.3	—	—	15.1
Fluvisols	Аллювиальные	4.9	14.4	7.1	5.2
Gleysols	Глеевые (немерзлотные)	7.2	—	19.9	2.7
Regosols	Пески	3.9	0.2	0.0	0.4

как правило, во втором метре. Под лесными массивами развиваются преимущественно неоподзоленные типы профилей.

4. Хоседа – лесотундра с островной многолетней мерзлотой: мерзлотные почвы распространены незначительно и в основном приурочены к слабодренированным водораздельным массивам и торфяникам. Широко распространены тундровые глеевые (немерзлотные) почвы. Под лесными массивами формируются глееподзолистые почвы и подзолы. На участке обнаружено «аномальное» формирование мерзлотных почв под залесенными минеральными буграми.

Полевые работы включали в себя заложение, описание почвенных профилей с последующим отбором проб почвенных горизонтов, а также ручное бурение с отбором кернов до глубины 1.5-2.0 м в пределах верхних горизонтов многолетней мерзлоты.

Почвенные профили закладывались по транsekтам, в которых проводились комплексные мультитдисциплинарные исследования. Трансекты выбирались с учетом растительности, топографии, геоморфологии, почвенного разнообразия, а в лесотундровых ценозах с учетом границы лесной растительности и глубины залегания кровли многолетней мерзлоты.

На основе полевых и аналитических данных с использованием спутниковых снимков составлялись крупномасштабные почвенные карты ключевых участков. Для разработки карт использовались программные продукты ERDAS IMAGINE 9.0 и ArcGIS9.1. Для составления крупномасштабных почвенных карт было использовано три основных метода:

I. Управляемая классификация (supervised classification), при которой растровые изображения разбиваются на пиксельные классы, соответствующие определенным типам почвенно-растительных комплексов. Далее растровые карты были трансформированы в полигональную тему в виде векторного шейп-файла. Следует учесть, что растровые снимки отображают преимущественно неоднородность растительного покрова. Поэтому при составлении крупномасштабных почвенных карт, независимо от

метода, использовалась корректировка почвенных полигонов с учетом топографических и карт четвертичных отложений.

II. При составлении почвенной карты участка Хоседа за основу была взята геокриологическо-ландшафтная карта (составлена ООО «Фундаментпроект»), которая затем была трансформирована в почвенную. Атрибутивная таблица геокриологической карты содержит информацию об основных почвообразующих факторах (растительность, мерзлотная обстановка, почвообразующие породы, характер рельефа). После проведения полевых работ данная информация использовалась для выявления взаимосвязей между различными типами почв и ландшафтными компонентами. Данный анализ сделал возможным интерполировать информацию о почвенном покрове на всю территорию геокриологическо-ландшафтной карты.

III. Ручная векторизация растровых спутниковых изображений. Результаты корректировались данными из топографических и геологических карт.

По результатам картирования были выявлены особенности структуры почвенного покрова исследуемых участков, определены площади основных типов почв (см. таблицу).

Использование трех различных методов объясняется различным количеством исходного материала, имеющегося для почвенного картирования ключевых участков. Тем не менее, выполненные почвенные карты демонстрируют высокую степень достоверности.

Метод «ручной оцифровки» почвенных полигонов может быть применен на относительно небольших участках с высоким разрешением. Метод характеризуется значительной трудоемкостью, но обладает высокой точностью.

Автоматизированный метод управляемой классификации позволяет практически моментально создавать «сырые» растровые и векторные карты для больших территорий. Однако при их обработке требуется значительный объем операций по коррекции и анализу почвенных полигонов. Использование метода классификации изображений целесообразно при работе со значительными по площади территориями.

Сопоставление почвенных карт с другими цифровыми продуктами (географические и экологические карты) позволяет более детально оценить влияние различных факторов почвообразования на исследуемой территории, что упрощает процедуру картирования.

Исследования проведены при поддержке проекта ОБН РАН «Почвенно-функциональные ресурсы биосферы европейского Северо-Востока и биолитогенные экотоны – фундаментальная основа охраны и мониторинга почвенно-земельного фонда».

ЛИТЕРАТУРА

Геокриологическая карта СССР (М 1:2.5 млн.) / Под ред. Е.Д. Ершова, К.А. Кондратьевой. М.: Мин. геологии СССР и МГУ, 1998.

Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.

Карта четвертичных отложений. Серия Северо-Уральская. Q-41-V. М 1:200000. / Автор В.С. Ено-кян. М.: Мин. геологии и охраны недр СССР, 1959.

Козлов Д.Н. Цифровой ландшафтный анализ при крупномасштабном картографировании структур почвенного покрова: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1973. 26 с.

Почвенная съемка: Руководство по полевым исследованиям и картированию почв / Под ред. И.В. Тюрина, И.П. Герасимова и др. М.: Изд-во АН СССР, 1959.

Сорокина Н.П., Козлов Д.Н. Опыт цифрового картографирования структуры почвенного покрова // Почвоведение, 2009. № 2. С. 198-210.

Boettinger J.L., Ramsey R.D., Bodily J.M. et al. Spectral Data for Digital Soil Mapping // Digital Soil Mapping with Limited Data. Springer Netherlands, 2008. P. 193-202.

Lagacherie P. Digital Soil Mapping: A State of the Art // Digital Soil Mapping with Limited Data. Netherlands, 2008. P. 3-14.

Leica Geosystems. ERDAS Field Guide. Leica Geosystems. Norcross, GA, 2005. 653 p.

McBratney A.B., Odeh I.O.A., Bishop T.F.A. et al. Overview of Pedometric Techniques for Use in Soil Survey // Geoderma, 2000. Vol. 97. P. 293-327.

World reference base for soil resources and agricultural organization of the United Nations. Rome, 2006. 92 p.

КАЧЕСТВО СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ДРЕМЫ БЕЛОЙ ИЗ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА

Э.М. Каримуллина

Институт экологии растений и животных УрО РАН

E-mail: elina@ipae.uran.ru

Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) сформировался в результате аварии на ПО «МАЯК» в 1957 г. Данная территория представляет собой уникальный полигон для оценки последствий длительного радиационного воздействия на растения. Настоящая работа выполняется в рамках комплексных исследований травянистых растений в зоне ВУРСа (Позолотина и др., 2009), и в ней приведены результаты анализа семенного потомства дремы белой из ценопопуляций, произрастающих в градиенте загрязнения. Изучено качество семенного потомства по показателям жизнеспособности, мутабельности и радиочувствительности, а также уровни содержания низкомолекулярных антиоксидантов (НМАО).

Материалы и методы

Дрема белая (*Melandrium album* (Mill.) Garcke) – однолетнее или двулетнее двудомное растение семейства гвоздичных, $2n = 24$, $x = 12$. Семенной материал собирали в течение трех лет (2005, 2007 и 2008 гг.) с трех импактных участков, расположенных в головной части ВУРСа, и одного буферного, находящегося на периферии следа. Фоновые участки выбраны вне зоны загрязнения. Подробная радиоэкологическая характеристика района исследования дана в работе (Позолотина и др., 2008). Отметим, что в пределах импактной территории запас ^{90}Sr в

корнеобитаемом слое преобладающих на территории ВУРСа серых лесных почв составляет 6700-15000, ^{137}Cs – 200-400 кБк/м². Уменьшение плотности загрязнения с расстоянием подчиняется экспоненциальной зависимости. Фоновый уровень для ^{90}Sr – 2.0, ^{137}Cs – 4.0 кБк/м².

Семена культивировали в лабораторных условиях на дистиллированной воде методом рулонной культуры при постоянной температуре (24 °C) и освещенности (12-часовой световой день). Качество семенного потомства оценивали по энергии прорастания и всхожести семян, выживаемости проростков, числу проростков с настоящими листьями и длине корня. О мутабельности потомства судили по частоте встречаемости морфологических нарушений (некрозов корней, семядолей, листьев, а также по изменениям формы и цвета семядолей и листьев, скрученности гипокотилей и нарушениям геотропизма). Для оценки радиочувствительности семена облучали непосредственно перед посевом на γ -установке «Исследователь» (источник ^{60}Co) при мощности дозы 15.5 сГр/с в дозах 100-400 Гр, а затем проращивали в тех же условиях. Радиочувствительность определяли по тем же показателям жизнеспособности, которые для более четкого выявления эффекта облучения преобразовывали в проценты к собственному необлученному контролю.

Суммарное содержание НМАО определяли с помощью спектрофотометра по описанной в литературе методике (Ермаков и др., 1987). Расчет концентраций антиоксидантов проводили относительно стандартного вещества кверцетина (мкг-эквивалент кверцетина на 1 г сухого вещества). Сравнение средних проводилось с помощью U-теста Манна-Уитни, для корреляционного анализа использовался коэффициент корреляции Спирмена, а также для дисперсионного анализа, критерия множественных сравнений Фишера. Кроме того, использовали непараметрическую статистику χ^2 и критерий Краскела-Уоллиса. Статистическая обработка данных проведена в программе STATISTICA 8.0.

Результаты и обсуждение

В 2005 г. на всех исследованных участках показатели всхожести семян проростков были сходными. Различия проявились позднее на стадии формирования настоящих листьев. Выживаемость на стадии листообразования в выборке растений импактных ценопопуляций была в четыре раза ниже, чем в фоновой и буферной выборках. Семенное потомство фоновой ценопопуляции по скорости роста корней опережало обе выборки из радиоактивно загрязненной зоны ($H(3, N = 16) = 12.639, p < 0.01$). В 2007 и 2008 гг. по показателям жизнеспособности значимых различий между двумя фоновыми и выборкой с наиболее загрязненного участка головной части ВУРСа не наблюдалось.

Оценка мутабельности показала, что в 2005 г. доля проростков с некрозами корней во всех ценопопуляциях ВУРСа значительно превышала фоновый уровень ($\chi^2 = 32.800, df = 3, p < 0.01$). В градиенте радионуклидного загрязнения наблюдалось линейное увеличение количества проростков с хлорофильными аномалиями семядолей ($\chi^2 = 30.000, df = 3, p < 0.01$). В 2008 г. семенное потомство ценопопуляций головной части ВУРСа характеризовалось повышенной частотой некрозов на настоящих листьях.

Оценка радиоустойчивости показала, что в 2005 г. подавляющий эффект при остром облучении семян был зарегистрирован по всем показателям у семенного потомства фоновой и буферной ценопопуляций. У двух импактных выборок ответ на дополнительное облучение был неоднозначным. С одной стороны, энергия прорастания, всхожесть семян и выживаемость проростков дремы с первого импактного участка практически не изменялись, а в выборке со второго участка наблюдался угнетающий эффект. С другой – облучение в дозе 100 Гр стимулировало процессы листообразования у проростков второго импактного участка на 60% относительно собственного контроля. Облучение в дозе 200 Гр подавило развитие настоящих листьев у проростков всех исследуемых выборок и вызвало замедление роста корней ($F(12,$

$60) = 24.789, p < 0.01$). В 2007 г. в выборке с наиболее загрязненного участка форма кривой «доза-эффект» по всхожести и выживаемости отклонялась от классической S-образной и была пилообразной. В 2008 г. провели оценку внутрипопуляционной изменчивости радиоустойчивости семенного потомства на всех исследуемых участках. Показано, что по выживаемости проростков на стадии листообразования наиболее устойчивые семьи были в буферной выборке. Коэффициент вариации (CV) составил в фоновой выборке 49%, буферной – 57, импактной-2 – 63, импактной-3 – 70. Таким образом, наибольшее разнообразие ответных реакций наблюдалось в импактных ценопопуляциях.

Суммарное содержание НМАО в проростках дремы белой измеряли в 2005 и 2008 гг. Показано: 1) в 2005 г. между фоновой и буферной выборками значимых различий по концентрации НМАО не обнаружено ($p = 1.00$); 2) проростки из обеих импактных выборок имели наиболее высокий антиоксидантный статус по сравнению с фоновыми и буферными растениями ($N = 8, U < 0.001, p = 0.021$); 3) очевидна корреляция между выживаемостью проростков и содержанием НМАО ($N = 16, r = -0.72, p = 0.0015$). Измерения суммарного содержания НМАО в 2008 г. такой четкой картины не показали. Отметим, что в этом году не выявлено и существенных различий по выживаемости проростков. Наиболее высокий антиоксидантный статус имела выборка с наиболее загрязненного участка – Лежневка ($N = 16, U < 0.001, p = 0.03$).

Таким образом, за три года исследований установлено, что только в 2005 г. наблюдалось угнетение жизнеспособности семенного потомства дремы белой, сформировавшегося в головной части ВУРСа. В 2007 и 2008 гг. различий по качеству семенного потомства между облучаемыми ценопопуляциями и фоновыми выборками не выявлено. Эффекта радиоадаптации в ценопопуляциях дремы белой из зоны ВУРСа не обнаружено.

Мутабельность семенного потомства из хронически облучаемых ценопопуляций, оцененная по частоте терат, была значимо выше, чем в фоновых выборках.

Антиоксидантный статус проростков из импактных ценопопуляций в 2005 г. был повышен по сравнению с фоновой и буферной выборками, при этом выявлена корреляция между выживаемостью проростков и содержанием НМАО. Измерения суммарного содержания НМАО в 2008 г. такой четкой картины не показали. Отметим, что в этом году не выявлено и существенных различий по выживаемости проростков.

Работа выполнена при финансовой поддержке Междисциплинарного проекта УрО РАН (№ 09-М-24-2001), программы развития ведущих научных школ (НШ-1022.2008.4) и научно-образовательных центров (контракт 02.740.11. 0279).

ЛИТЕРАТУРА

Ермаков А.И., Арасимович В.В. и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Колос, 1987. 456 с.

Позолотина В.Н., Антонова Е.В., Каримуллина Э.М. и др. Последствия хронического действия радиации для флоры Восточно-Уральского радиоактив-

ного следа // Радиационная биология. Радиоэкология, 2009. Т. 49, № 1. С. 97-106.

Позолотина В.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н. и др. Современное состояние наземных экосистем зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа. Екатеринбург: Изд-во «Голицинский», 2008. 204 с.

МИКРОФЛОРА РИЗОСФЕРЫ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В СЛАБООКУЛЬТУРЕННОЙ ПОЧВЕ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ

В.А. Ковалева

Сыктывкарский государственный университет

Введение

Высшие растения являются основным фактором, определяющим развитие микроорганизмов в почве. Микроорганизмы участвуют в биокаталитических процессах превращения минералов и являются продуцентами питательных веществ, необходимых растениям, что сохраняет биологическую активность почвы и улучшает ее агрохимические свойства. Исследование предпринято с целью изучения микроорганизмов прикорневой зоны травянистых растений окультуренных почв и их влияния на свойства почвы.

Совокупность микроорганизмов, содержащихся в большом количестве в узкой зоне вокруг корней, называют ризосферной микрофлорой, а саму зону – ризосферой. Непосредственная поверхность корня, заселенная микроорганизмами, – это ризоплана (Никитин, 1974).

Мы рассматриваем ризосферу как систему, в которой представлены три взаимосвязанных компонента: микроорганизмы, непосредственно населяющие поверхность корня, микроорганизмы в почве, плотно прилегающей к корню – «корневая» почва, микроорганизмы в почве, легко отделяющейся от корней, – «прикорневая» почва.

Объекты и методы исследований

Отбор образцов для исследования численности и состава микроорганизмов ризосферы травянистых растений проводился в июне 2009 г. в начале вегетационного периода. Были взяты два монолита 20×20×20 см с экземплярами пырея ползучего (*Elytrigia repens* L.) и осота полевого (*Sonchus arvensis* L.) – рано отрастающих растений на освоенной почве опытного участка Радиобиологического комплекса Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая слабоокультуренная.

В каждом монолите выделяли следующие почвенные образцы: почва, плотно прилегающая к корню – «корневая» почва, легко отделяющаяся от корней, – «прикорневая» почва, почва без корней (боковая и нижняя часть монолита).

Количество микроорганизмов в почве определяли методом посева почвенной суспензии на

ряд твердых питательных сред (см. таблицу). Разнообразие микроскопических грибов определяли методом обрастания почвенных комочков на среде Виноградского. Определение микроскопических грибов проводили по определителю микроскопических грибов (Литвинов, 1967).

Химический анализ почвенных образцов выполняли по общепринятым в почвоведении методикам (Агрохимические методы..., 1960). В почве определяли гидролизующий азот, подвижные формы фосфора и калия, поглощенные кальций и магний.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования показали, что наибольшее количество микроорганизмов сконцентрировано на поверхности корня и в «корневой» почве как пырея, так и осота, где создаются наиболее благоприятные условия для развития микроорганизмов за счет корневых выделений (см. таблицу). В составе микроорганизмов этих образцов преобладают аммонификаторы и нитрификаторы. Наши данные показывают уменьшение количества микроорганизмов с увеличением расстояния от корня (ризосферный эффект). Микробиологическая активность и численность микроорганизмов в ризосфере выше, чем в почве без корней, в результате повышенной концентрации в ризосфере органических соединений, продуцируемых корнем (Возможности современных..., 2000). Из приведенных данных видно, что в «корневой» почве монолита с пыреем численность микроорганизмов – аммонификаторов и нитрификаторов – снижается почти в три раза по сравнению с корневой поверхностью пырея, продолжая резко снижаться в «прикорневой» почве (в 8-15 раз), а в почве без корней – в сотни раз. Численность других определявшихся групп микроорганизмов характеризуется таким же типом изменения по мере удаления от корня.

Аналогичный характер изменения количества определявшихся групп микроорганизмов наблюдается в почвенных образцах монолита с осотом. Некоторая разница в количественном составе микроорганизмов ризосферы пырея и

Количественный состав микроорганизмов почвенных образцов

Наименование образца	Бактерии, млн. КОЕ/г а.с.п.			Грибы млн., КОЕ/г а.с.п.	
	Аммонификаторы (среда МПА)	Нитрификаторы (среда КАА)	Сахоролитические бактерии (среда Чапека)	Сахороли- тические грибы (среда Чапека)	Целлюлозалити- ческие грибы (среда Гетченсона)
Монолит с пыреем					
Смыв с корней	4461.44	1204.59	136.52	6.25	0.10
«Корневая» почва	1575.07	966.52	86.22	3.38	0.06
«Прикорневая» почва 1	194.45	180.95	66.62	2.70	0.02
«Прикорневая» почва 2	106.84	167.90	62.85	1.80	0.02
Почва без корней (боковая часть монолита)	13.86	51.31	5.85	0.09	0.00*
Почва без корней (нижняя часть монолита)	12.94	54.43	4.73	0.18	0,00**
Монолит с осотом					
Смыв с корней	5022.99	929.81	157.30	4.49	0.12
«Корневая» почва	1087.60	710.09	60.22	3.60	0.07
«Прикорневая» почва	140.58	66.26	47.46	2.69	0.04
Почва без корней (боковая часть монолита)	9.55	51.36	5.77	0.18	0.00***
Почва без корней (нижняя часть монолита)	9.95	33.55	6.84	0.09	0.00****

* 2662 КОЕ/г а.с.п.;

** 1776 КОЕ/г а.с.п.;

*** 900 КОЕ/г а.с.п.;

**** 892 КОЕ/г а.с.п.

осота указывает на специфичность ризосферы каждого вида растений.

Количество биогенных элементов в почве непосредственно тесным образом связано с численностью микроорганизмов. Содержание азота – элемента-биогена – характеризуется изменением, аналогичным изменению численности микроорганизмов. В «корневой» почве максимальное количество гидролизующего азота в среднем 9 мг/100 г в.с.п., а в почве без корней – в три раза меньше. Это отмечено для ризосферы пырея и осота и согласуется с наибольшим количеством групп микроорганизмов аммонификаторов и нитрификаторов, что подтверждает активизацию процессов превращения органических веществ.

Достаточно высокое содержание фосфора и калия в почве ризосферы обоих растений связано с внесением удобрений.

Увеличение кальция (13 мг-экв./100 г в.с.п.) и магния (2.5/100) в «корневой» и «прикорневой» почвах по сравнению с почвой без корней (12.4 и 1.8 мг-экв./100 г в.с.п. соответственно) связано с ростом общей биогенности почвы, при этом четко выражена тенденция увеличения содержания кальция в «корневой» зоне.

Рассматривая качественный состав почвенных грибов, можно отметить, что разнообразие видов микромицетов заметно уменьшается по мере увеличения расстояния от корня. В составе микромицетов на корнях пырея и в «корневой» почве представлены следующие виды: *Mortierella ramanniana*, *Geomyces pannorum*, *Mycelia sterilia*, *Chaetomium globosum*, *Aureobasidium pullulans*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium* sp., *Mucor circinelloides*, *Aureobasidium pullulans*, *Cepha-*

losporium charticola, *Phialophora* sp. В «прикорневой» почве не отмечены *Penicillium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Aureobasidium pullulans*, *Cephalosporium charticola*, *Phialophora* sp. Почва без корней бедна микромицетами, редко встречаются *Mycelia sterilia*, *Trichothecium roseum*, *Geomyces pannorum*, *Chaetomium globosum*.

Состав микромицетов на корнях осота и в «корневой» почве также характеризуется более высоким разнообразием – *Mortierella ramanniana*, *Geomyces pannorum*, *Mycelia sterilia*, *Chaetomium globosum*, *Aureobasidium pullulans*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium* sp., *Mucor globosus*, *Aureobasidium pullulans*. В «прикорневой» почве осота отсутствуют *Mucor globosus*, *Fusarium oxysporum*, *Aureobasidium pullulans*. В почве без корней видовое разнообразие еще более снижается; редко встречаются *Mycelia sterilia*, *Trichothecium roseum*, *Geomyces pannorum*, *Chaetomium globosum*. Различия в видовом составе микроорганизмов ризосферы пырея и осота объясняются разными типами корневых систем.

Изменение видового состава в почве без корней по сравнению с «корневой» почвой можно объяснить с позиций сукцессионного развития пула микроорганизмов. По мере удаления от поверхности корня стабильность микробного пула возрастает и формируется климаксное сообщество, в среднем характерное для почвы конкретной экосистемы (Звягинцев, 2003).

Таким образом, оба вида травянистых растений, характерных для освоенных почв, обладают сходством количественно-качественного состава микроорганизмов ризосферы.

Исходя из выше сказанного, изучение микробно-растительного взаимодействия является перспективным для раскрытия закономерностей процессов, проходящих в системе почва–растение, влияния окультуривания на свойства освоенной почвы.

Выводы

1. В ризосфере растений отмечено увеличение численности микроорганизмов по сравнению с почвой без корней, наибольшая их концентрация наблюдается непосредственно на поверхности корня и в «корневой» почве.

2. Изменение содержания биогенных элементов, особенно азота, в почве ризосфер обоих растений согласуется с уменьшением численности микроорганизмов по мере удаления от зоны корней.

3. Видовое разнообразие микромицетов снижается по мере удаления от поверхности корня, это подтверждает коэффициент сходства Сьеренсена-Чекановского для видового состава «корневой» почвы и почвы без корней, составляющий 50% для пырея и 55 – для осота. Различие в целом видового состава микромицетов ризос-

феры пырея и осота отражает коэффициент сходства Сьеренсена-Чекановского, равный 76%.

4. Свойства почвы тесно связаны с жизнедеятельностью биоты и имеют очаговый характер.

ЛИТЕРАТУРА

Агрохимические методы исследования почв. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 556 с.

Возможности современных и будущих фундаментальных исследований в почвоведении. М.: ГЕОС, 2000. С. 73.

Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. Л., 1967. 303 с.

Никитин Д.И. Экология бактерий // Жизнь растений, 1974. Т. 1. С. 320.

Звягинцев Д.Г. Строение и функционирование комплексов почвенных микроорганизмов // Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. М.: Наука, 2003. С. 103-104.

ОЦЕНКА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК СЕМИПАЛАТИНСКОГО ПОЛИГОНА

Е.Ю. Кряжева, Е.С. Белых*

Институт управления, информации и бизнеса

E-mail: eremina_83@mail.ru

* Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: t_evseeva@ib.komisc.ru

Испытания ядерных устройств, радиационные аварии и инциденты на объектах атомной энергетики привели к радиоактивному загрязнению почвенного покрова во многих регионах земли. Так, появился новый, особый тип деградации почв, степень опасности которого в настоящее время оценивают с позиций антропоцентрического подхода – по превышению удельной активности радионуклидов в сельскохозяйственной продукции над установленными санитарно-гигиеническими нормативами. Но помимо удовлетворения человеческих потребностей, почвенный покров выполняет экологические функции как на региональном, так и планетарном уровне. Поэтому начинает развиваться экологический подход к оценке риска загрязнения почв радионуклидами, в котором почва рассматривается как среда обитания живых организмов. При решении вопроса о принципах и критериях определения экологической опасности радиоактивного загрязнения почв следует учитывать не только содержание радионуклидов и формируемые дозы облучения, но и степень их влияния на почвенные функции. Этот вывод основан на том общеизвестном факте, что с ухудшением почвенных условий жизни наземных обитателей происходит деградация структуры естественных популяций растений и животных, изменяется их генофонд. Указанные принципы легли в основу наших исследований, цель которых – оценка уровня радиоактивного загрязне-

ния и токсичности почв испытательных площадок Семипалатинского полигона с учетом санитарно-гигиенических и экологических критериев. Для этого были решены следующие задачи:

1) изучено пространственное распределение общей удельной активности техногенных радионуклидов и их водорастворимых соединений в почвах;

2) проведено зонирование почв по степени токсичности на основе результатов биотеста «прирост биомассы *Chlorella vulgaris*»;

3) сопоставлены данные о степени радиоактивного загрязнения, полученные на основе санитарно-гигиенического и экологического подходов.

Прежде чем перейти к рассмотрению полученных результатов кратко остановимся на характеристике района исследований и важных методических вопросах.

На Семипалатинском полигоне (СИП) с 1949 по 1989 г. было проведено 456 ядерных испытаний. Результатом этого стало широкомасштабное и крайне неравномерное по составу дозобразующих радионуклидов загрязнение полигона и прилегающих территорий. К настоящему времени на большей части СИП уровни радиоактивного загрязнения снизились. Но в пределах испытательных площадок и радиоактивных следов плотность загрязнения радионуклидами остается повышенной. Поэтому для проведения исследований выбраны бывшие испы-

тательные площадки полигона – «Балапан» и «Опытное поле», являющиеся уникальными объектами для изучения хронического воздействия радионуклидов на компоненты экосистем.

Методика картографических исследований и отбора проб почв опубликована ранее (Евсеева и др., 2008). Отбор проб проводили по заранее разработанной регулярной координатной сети с шагом 250 м между опорными точками. Контрольные образцы почв отбирали за пределами СИП. При составлении крупномасштабных (1:25 000) карт радиоактивного загрязнения и токсичности почв использовали программу ArcView GIS-3.2.

Для оценки токсичности водных вытяжек из почв применяли широко используемый в радиобиологических и экотоксикологических исследованиях биотест «прирост биомассы *Chlorella vulgaris*». Прирост биомассы водоросли оценивали через 24 ч по формуле:

$$\delta D = (\Delta D - D_c) \cdot 100 / D_c, \quad (1)$$

где ΔD – разница между экспериментально наблюдаемым значением оптической плотности водной вытяжки с добавлением суспензии водоросли и без нее; D_c – оптическая плотность для отрицательного контроля (дистиллированная вода с добавлением суспензии водоросли).

Градации водных вытяжек по токсичности устанавливали на основе достоверности отличия значения ΔD от D_c . Эти величины достоверно не отличались только при выполнении двойного неравенства: $-10\% \leq \delta D \leq +10\%$. В этом случае водные вытяжки относили к нетоксичным. Если $\delta D < -10\%$ и $p < 0.05$, пробы относили к токсичным, а при $\delta D > +10\%$ и $p < 0.05$ – оказывающим стимулирующее действие на размножение хлореллы по отношению к отрицательному контролю.

Для оценки радиационной ситуации использован санитарно-гигиенический подход и пределы содержания радионуклидов в почвах, рекомендуемые МАГАТЭ. Почвы не относят к радиоактивным отходам, если выполняется условие:

$$K = \sum_i (A_i / MZVA_i) + \sqrt{\sum_i \left(\frac{\Delta A_i}{MZVA_i} \right)^2} \leq 1, \quad (2)$$

где A_i – измеренная удельная активность i радионуклида в почве; $MZVA_i$ – значение допустимой удельной активности для неограниченного объема освобождаемого материала; ΔA_i – абсолютная погрешность измерения удельной активности i радионуклида.

Полученные результаты показали, что общая удельная активность радионуклидов в почвах «Балапана» выше, чем на площадке «Опытное поле», и отличается более равномерным латеральным распределением (Евсеева и др., 2008; Евсеева и др., 2009). Но в обоих случаях почвы

относятся к категории радиоактивных отходов ($K > 1$). Поэтому важно было определить, какими темпами будет происходить естественное снижение уровня радиоактивности на изученных участках в результате радиоактивного распада изотопов ^{137}Cs , ^{90}Sr и накопления-распада ^{241}Am . По расчетам все почвы изученного участка на площадке «Балапан», за исключением сильно загрязненного радионуклидами навала грунта, окружающего воронку от взрыва, не будут относиться к радиоактивным отходам к 2206 г. Снижение до безопасных величин удельных активностей радионуклидов в почвах участка «Опытное поле» ожидается к 2106 г.

Содержание наиболее мобильных и биологически доступных водорастворимых соединений основных дозообразующих радионуклидов, ^{137}Cs и ^{90}Sr , в почвах обоих изученных участков невелико. При этом отсутствует достоверная связь между удельной активностью водорастворимых соединений ^{137}Cs и ^{90}Sr и их валовым содержанием в почве.

Данные по токсичности почв в целом согласуются с результатами оценки современной радиационной обстановки на участках. Почвы большей части (64%) картируемого участка на площадке «Балапан» СИП относятся к токсичным. На площадке «Опытное поле» токсичные почвы занимают только 26% изученной территории. Сопоставление результатов оценки состояния радиоактивно загрязненных почв на основе экологических и санитарно-гигиенических нормативов показывает, что при повышении общей удельной активности почв увеличивается доля токсичных водных вытяжек.

В результате исследований можно сделать следующие выводы:

1. В районах проведения ядерных испытаний на СИП даже спустя 60 лет наблюдаются повышенные уровни радиоактивного загрязнения почвенного покрова. По нормативам МАГАТЭ почвы изученных участков на площадках «Балапан» и «Опытное поле» относятся к радиоактивным отходам.

2. Естественное снижение уровня радиоактивности с учетом распада изотопов ^{137}Cs , ^{90}Sr и накопления-распада ^{241}Am происходит медленными темпами. Почвы изученного участка на площадке «Балапан», за исключением навала грунта, окружающего оз. Атомное, не будут относиться к радиоактивным отходам в 2206 г., а почвы участка «Опытное поле» – в 2106 г.

3. При повышении общей удельной активности почв, оцененной на основе рекомендаций МАГАТЭ, увеличивается доля токсичных водных вытяжек. Это свидетельствует о возможности использования теста «прирост биомассы хлореллы» для экологической оценки радиоактивного загрязнения почвенного покрова.

ЛИТЕРАТУРА

Евсеева Т.И., Майстренко Т.А., Гераськин С.А., Белых Е.С. Оценка современной радиационной ситуации в районе проведения взрыва «Чаган» на площадке «Балапан» Семипалатинского испытательного полигона Казахстана // Радиационная биология. Радиоэкология, 2008. Т. 48. № 5. С. 594-596.

Евсеева Т.И., Майстренко Т.А., Белых Е.С. и др. Оценка радиоактивного загрязнения и токсичности почв на площадке «Опытное поле» Семипалатинского испытательного полигона // Радиационная биология. Радиоэкология, 2009. Т. 49. № 5. С. 595-607.

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ВЫДЕЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ ЕЛЬНИКА ЧЕРНИЧНО-СФАГНОВОГО

М.А. Кузнецов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kuznetsov_ma@ib.komisc.ru

Интенсивность выделения CO_2 с поверхности почвы является одним из важных показателей углеродного обмена растительных сообществ. Эмиссия углекислого газа – интегральный показатель интенсивности метаболизма микробной биомассы, жизнедеятельности почвенной мезо- и микрофауны, дыхания и выделения корневых систем, а также физико-химических процессов почвы. Количество CO_2 , выделяемое различными почвами, зависит от различных факторов как биологических (развитие и темп жизнедеятельности почвенной флоры и фауны, дыхание корней), так и абиотических (климатические условия, температура, влажность почвы и воздуха, количество поступающих осадков и др.) (Кобак, 1988; Кузяков, 2000; Молчанов, 2007). На территории Республики Коми в подзоне средней тайги еловые леса произрастают на площади 6.74 млн. га, из них 49% занимают заболоченные типы сообществ, углеродный цикл которых практически не изучен (Бобкова, 2006). При оценке углеродного бюджета в лесных сообществах необходимо учесть потоки CO_2 из почвы. Цель данной работы – изучить суточную динамику эмиссии углекислого газа с поверхности торфянисто-подзолисто-глеевой почвы старовозрастного ельника чернично-сфагнового.

Работа выполнена в Республике Коми на территории Ляльского лесозооэкологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН, (62°17' с.ш., 50°40' в.д). Исследования проводили в 2008-2009 гг. в старовозрастном ельнике чернично-сфагновом, развитом на торфянисто-подзолисто-глеевой почве. Древостой V класса бонитета, разновозрастный (106-200 лет), состав его 9Е1В+С ед.Пх. Средняя высота ели составляет 16 м, диаметр – 20 см. Концентрацию CO_2 регистрировали воздушно-циркуляционной темной камерой с помощью анализатора LI-COR 8100 (LI-COR Biosciences, США). Для изучения почвенного дыхания камерным методом предварительно срезали зеленую часть растений напочвенного покрова и производили измерения с поверхности подстилки. Температуру почвы измеряли при помощи автономных термисторов LoggerHobo(США), установленных

на глубину 5, 10, 15 см. Измерение велось в непрерывном почасовом режиме в течение всего вегетационного периода. В сроки измерений производили отбор почвенных образцов для определения влажности почвы весовым методом (Роде, 1960).

В 2008 г. наблюдалась ранняя с возвратом холодов весна, теплое в первой половине и прохладное во второй, короткое лето, пасмурная, умеренно-теплая продолжительная осень с поздним установлением снежного покрова. В 2009 г. преобладал неустойчивый характер погоды весной и летом: теплые периоды чередовались с холодными. Осень выдалась теплой.

Выделение CO_2 с поверхности почвы ельника чернично-сфагнового в среднем за два года варьирует от 0.0004-0.19 мкмоль $\text{м}^{-2}\text{с}^{-1}$ в начале сезона (конец мая), постепенно возрастает в июне (1.37-2.11 мкмоль $\text{м}^{-2}\text{с}^{-1}$) и достигает максимума в июле – 2.28-3.18 мкмоль $\text{м}^{-2}\text{с}^{-1}$, затем в августе снижается в 1.6-3.0 раза и постепенно затухает в осенние месяцы. Непрерывная регистрация потока CO_2 с поверхности почвы позволила выявить значительные суточные колебания в его интенсивности. В течение всего вегетационного периода отмечается понижение интенсивности CO_2 -газообмена почвы в утренние и дневные и повышение в вечерние и ночные часы. Анализ суточной динамики потоков CO_2 из почвы показывает наличие многочисленных кратковременных всплесков выделения углекислоты в атмосферу, особенно хорошо заметных в ночное время. Такие флуктуации были зафиксированы в ельнике чернично-сфагновом в подзоне южной тайги (Ольчев и др., 2008). Кратковременные всплески возможны, видимо, за счет выноса CO_2 с поверхности переувлажненной торфянистой почвы, особенно в ночное время при неустойчивой стратификации слоя воздуха внутри древостоя.

В исследуемом ельнике чернично-сфагновом, развивающемся в условиях избыточного увлажнения почвы, мы отмечаем прямую положительную коррелятивную зависимость скорости эмиссии CO_2 от температуры почвы, особенно ее верхних горизонтов. Форма кривых интенсивности

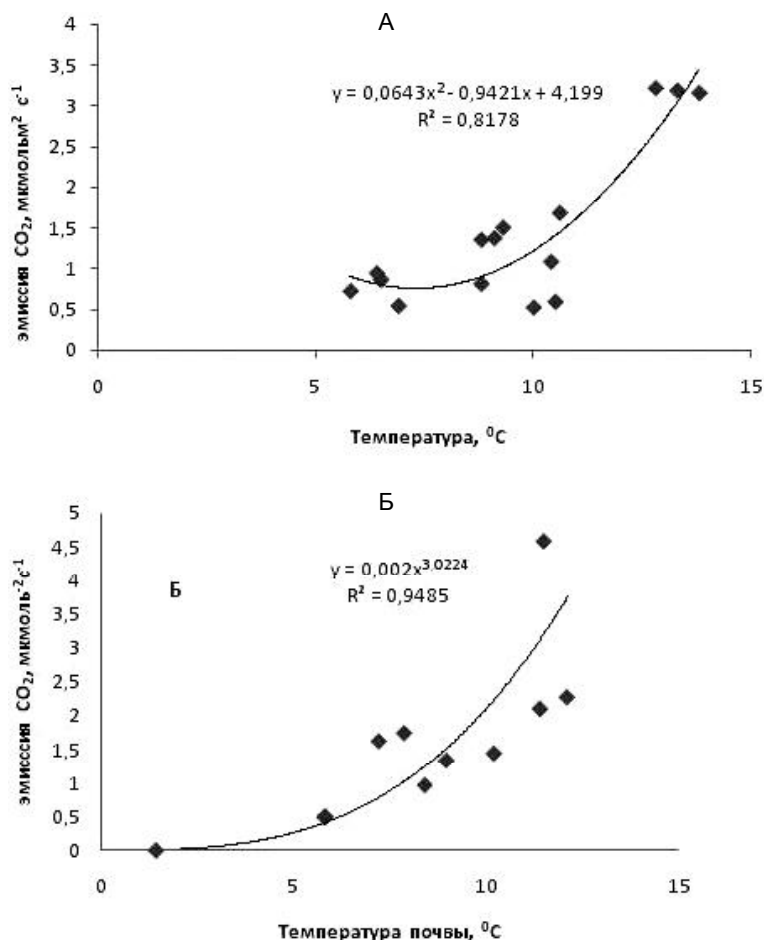
потока углекислоты в общих чертах повторяет ход динамики температуры подстилки. При понижении температуры в течение вегетационного сезона параллельно снижалась скорость выделения CO_2 и наоборот. Регрессионный анализ показал положительную корреляцию между среднесуточными значениями температуры и выделения углекислоты. Для 2008 г. R^2 составила 0.82, для 2009 г. – 0.95 (см. рисунок). Влажность почвы в течение суток изменяется незначительно, и обнаружить зависимость между этим показателем и эмиссией не удалось. Величина достоверности аппроксимации была очень низкой как в 2008 г. ($R^2 = 0.25$), так и 2009 г. ($R^2 = 0.5$).

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить закономерности сезонной динамики эмиссии углекислого газа с поверхности торфянисто-подзолисто-глееватой почвы старовозрастного ельника чернично-сфагнового. Большое влияние на процесс выделения CO_2 оказывают погодные условия вегетационного сезона и гидротермические особенности болотно-подзолистой почвы. Полученные за два сезона наблюдения позволили выявить основной тренд процесса выделения CO_2 . Отмечается положительная корреляция между эмиссией CO_2 с температурой почвы и отрицательная между выделением CO_2 с влажностью почвы.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта «CARBO-NORTH» (контракт ЕС 036993) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 16 (Рег. № 09-П-4-1002).

ЛИТЕРАТУРА

- Бобкова К.С. Еловые леса средней подзоны тайги // Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. СПб.: Наука, 2006. С. 99-159.
Кобак К.И. Биотические компоненты углеродного цикла. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 248 с.



Зависимость интенсивности эмиссии CO_2 от температуры почвы за вегетационный период 2008 (А) и 2009 (Б) гг.

Кузяков Я.В. Составляющие потока CO_2 из почвы и их разделение // Эмиссия и сток парниковых газов на территории Северной Евразии: Тез. докл. Пушчино, 2000. С. 35-36.

Молчанов А.Г. Баланс CO_2 в экосистемах сосняков и дубрав в разных лесорастительных зонах. Тула: Гриф и К, 2007. 284 с.

Ольчев А.В., Курбатова Ю.А., Варлагин А.В., Выгодская Н.Н. Модельный подход для описания переноса CO_2 между лесными экосистемами и атмосферой // Лесоведение, 2008. № 3. С. 3-14.

Роде А.А. Методы изучения водного режима почв. М.: АН СССР, 1960. 244 с.

ХОД РОСТА СТАРОВОЗРАСТНЫХ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ ПЕЧОРЫ

И.Н. Кутявин

Сыктывкарский лесной институт

E-mail: kutjavin-ivan@rambler.ru

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является одной из основных лесообразующих пород на территории европейского Севера России. В Республике Коми она занимает около 7.1 млн. га. (Лесное хозяйство..., 2000). Изучение биоразнообразия, структуры и динамики роста древостоев коренных сосновых лесов весьма актуально, так

как позволяет оценить устойчивость лесных экосистем в условиях Севера. Исследования выполнены на территории Печоро-Илычского государственного биосферного заповедника в предгорной и горной части Урала в пределах бассейна верхней Печоры.

В шести типах сосняков были заложены постоянные пробные площади (ППП), на которых проведен сплошной перебор деревьев, измеряли высоту у 15-17 сосен. Возраст древостоя на ППП определяли с помощью кернов, взятых на высоте корневой шейки у 12-20 деревьев сосны и двух-трех деревьев сопутствующих древесных пород из разных ступеней толщины. Для определения хода роста анализировали одно-три средние по таксационным показателям модельные деревья сосны. Древостои охарактеризованы по следующим показателям: состав, запас древостоя, средние диаметр и высота. Оценивали взаимосвязь роста деревьев по высоте, диаметру и объему древесины с возрастом. Анализ лесотаксационных материалов проведен по (Третьяков и др., 1952; Лесотаксационный справочник..., 1986).

Древостой сосняка брусничного IV класса бонитета, полнотой 0.6, имеет состав 10С и запас древесины 210 м³га⁻¹. Возраст деревьев колеблется от 160 до 320 лет. Подрост в количестве 4.3 тыс. экз. га⁻¹ имеет состав 78С15Е4БЗ-Ос. Средняя высота подроста сосны равна 1.2, ели – 0.7 м, средний возраст их составляет 18 лет. Почва – подзол железистый.

Сосняк лишайниково-зеленомошный каменистый произрастает на восточном склоне горы Кузь-Чугра на высоте 350 м над ур. м. Древостой разновозрастный (60-240 лет), V класса бонитета, полнотой 0.6, смешанный по составу – 5С2Ос1К1Е1Б. Запас древесины растущих деревьев – 128 м³га⁻¹. Сухие деревья (48 экз. га⁻¹ с запасом древесины 19 м³га⁻¹) представлены в основном крупномерными деревьями сосны, ели и осины. Подрост 1.5 тыс. экз. га⁻¹ имеет состав 38Ос26Е23В8К5С.

Сосняк лишайниковый каменистый произрастает на высоте 400 м над ур. м. Образует смешанный по составу древостой, Va класса бонитета, с запасом древесины 92 м³га⁻¹. Возраст деревьев колеблется от 60 до 380 лет. Подрост в количестве 1.1 тыс. экз. га⁻¹ имеет состав 40Б23Е16С16К5Ос, в основном мелкой категории высоты (до 0.5 м). Большая часть его находится в угнетенном состоянии. Охарактеризованные нами сосняки лишайниково-зеленомошный и лишайниковый каменистые произрастают в горном районе заповедника на каменистой почве, для них характерна небольшая производительность. Низкая продуктивность сосняков на каменистых почвах отмечена ранее Л.П. Рысиным (1975).

Сосняк черничный свежий находится в предгорной территории заповедника, формирует древостой III класса бонитета, полнотой 0.9, представлен двумя ярусами. Состав первого яруса 10С с запасом древесины 294 м³га⁻¹, второй ярус составом 5ЕЗС2Б имеет запас 73 м³га⁻¹. Возраст деревьев данного древостоя варьирует от 80 до 400 лет. Сухостой представлен деревьями в количестве 28 экз. га⁻¹ с запасом древеси-

ны 39 м³га⁻¹. Подрост сосняка черничного в количестве 1.1 тыс. экз. га⁻¹ имеет состав 49Е24Б16К12С. Почва – подзол маломощный железистый, свежий.

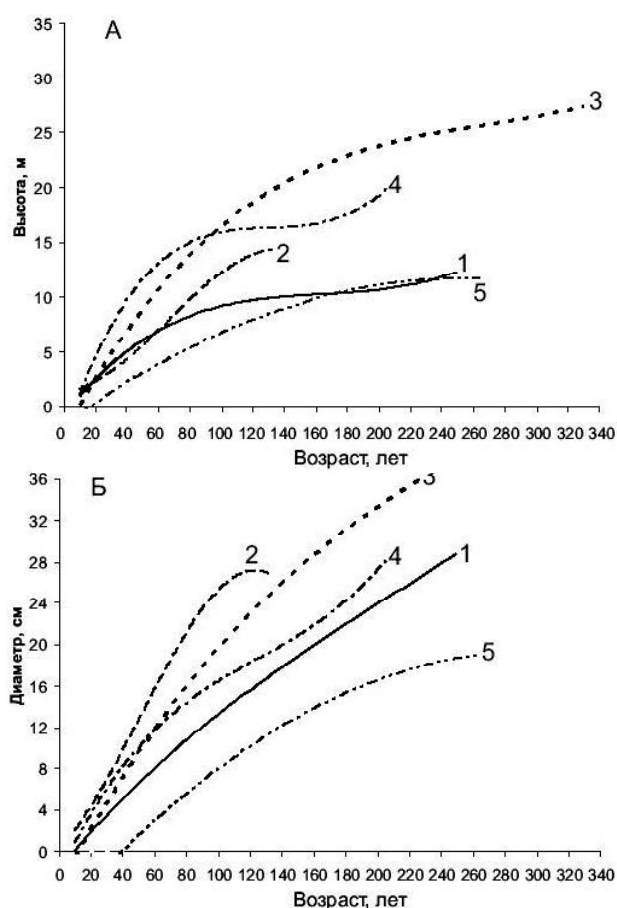
Древостой сосняка лишайниково-брусничного V класса бонитета, полнотой 0.8, имеет состав 10С с запасом древесины 203 м³га⁻¹. Возраст деревьев 180-220 лет. Число сухих составляет 68 экз. га⁻¹ с запасом древесины 20 м³га⁻¹. Подрост в количестве 2.5 тыс. экз. га⁻¹ имеет состав 88С12К. Почва – подзол железистый.

Багульниковый сосняк V класса бонитета, полнотой 0.6, с запасом древесины 138 м³га⁻¹ формирует два яруса. В первом преобладает сосна, во втором – кедр и береза, возраст деревьев колеблется в пределах 160-200 лет. В древостое довольно много сухих деревьев 165 экз. га⁻¹ с общим запасом 32 м³га⁻¹. Подрост 1.7 тыс. экз. га⁻¹ имеет состав 51С31К15БЗЕ. Почва – торфянисто-подзолисто-глееватая.

Известно, что общий характер роста растений состоит из четырех фаз: начальной лаг-фазы, интенсивного роста, фазы замедления роста растений и стационарного состояния. При анализе динамики роста сосновых древостоев (см. рисунок) кривые хода роста были усреднены для совокупности деревьев одного типа леса с целью получения стандартных обобщенных кривых.

Анализ хода роста сосны по высоте показывает, что во всех типах сосняков фаза интенсивного роста отмечается в возрасте от 10-100 лет, после чего начинается фаза замедленного роста, которая длится от 100 до 180 лет и в последующем наступает стадия стационарного роста. Согласно ходу роста по диаметру, в отличие от роста по высоте у сосны на протяжении всей жизни происходит относительно интенсивное накопление древесины. Наиболее ярко оно выражено в черничном и лишайниково-зеленомошном каменистом типах леса. Стационарное состояние отмечается только в сосняке багульничковом. Накопление древесины по объему показывает, что во всех исследуемых сосновых сообществах лаг-фаза роста сосны проходит до возраста 40 лет, после чего наблюдается переход в стадию интенсивного роста. Фаза замедления и стационарного состояния у сосны не отмечены.

По уравнениям зависимости хода роста сосны с возрастом (см. таблицу) можно сделать следующее заключение. Существует довольно тесная связь роста сосны по высоте, диаметру и объему ствола с возрастом и описывается регрессионными уравнениями, полиномами второго и третьего порядков, имеющими вид $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$, $y = ax^2 + bx + c$, $R^2 = 0.71-0.99$, лишь в сосняке багульничковом связь объема ствола с возрастом средняя $R^2 = 0.54$. Следует отметить, что в старовозрастных сосняках рост продолжается в возрасте 200 и более лет. В исследованных нами сосняках максимальный возраст достигает 330 лет.



Динамика роста сосны по высоте (А), диаметру (Б) и объему (В) с возрастом в сосняках лишайниково-зеленомошном каменистом (1), лишайниковом каменистом (2), черничном (3), бруснично-лишайниковом (4), багульниковом (5).

Характеристика уравнения зависимости хода роста сосны с возрастом в сосняках средней тайги

Тип леса	Коэффициент				
	a	b	c	d	R ²
Рост по высоте					
Лишайниково-зеленомошный каменистый	-0.000002	-0.001	0.183	-0.681	0.71
Лишайниковый каменистый	-0.000009	0.001	0.019	1.247	0.99
Черничный	-0.000001	—	0.269	-2.495	0.99
Бруснично-лишайниковый	0.000008	-0.003	0.424	-2.792	0.97
Багульниковый	—	0.104	-1.671	—	0.89
Рост по диаметру					
Лишайниково-зеленомошный каменистый	0.0000007	—	0.185	-1.654	0.96
Лишайниковый каменистый	-0.00002	0.002	0.159	0.166	0.98
Черничный	0.0000008	—	0.294	-3.514	0.99
Бруснично-лишайниковый	0.000005	-0.002	0.333	-2.337	0.81
Багульниковый	—	0.172	-6.45	—	0.85
Рост по объему					
Лишайниково-зеленомошный каменистый	—	0.000004	—	-0.011	0.93
Лишайниковый каменистый	0.0000004	—	-0.004	0.033	0.99
Черничный	0.000000005	0.00003	—	0.049	0.99
Бруснично-лишайниковый	0.0000001	-0.00003	0.004	-0.09	0.76
Багульниковый	0.0000004	—	0.053	—	0.54

ЛИТЕРАТУРА

Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми / Под ред. Г.К. Козубова, А.И. Таскаева. М., 2000. 512 с.

Лесотаксационный справочник для Северо-Востока европейской части СССР. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1986. 357 с.

Рысин Л.П. Сосновые леса европейской части СССР. М.: Наука, 1975. 211 с.

Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г. Справочник таксатора. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. 853 с.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

И.А. Лиханова, А.Н. Панюков
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: likhanova@ib.komisc.ru

Выяснением причин безлесия тундры ученые занимаются со времен А. Гумбольдта. Несмотря на исследования более позднего времени Г.И. Танфильева, Б.Н. Городкова, В.Б. Сочавы, Б.А. Тихомирова, В.Н. Андреева, В.В. Крючкова и др., проблема до сих пор остается дискуссионной. В связи с активизировавшимся освоением природных ресурсов на Крайнем Севере, строительством промышленных центров, транспортных систем создание искусственных посадок древесных пород приобретает важное практическое значение. Одним из аспектов создания лесных насаждений является защита транспортных систем от снежных заносов в условиях безлесной тундры. Традиционно в целях защиты от заносов на открытой безлесной территории вдоль Северной железной дороги строятся деревянные заборы, однако срок их эксплуатации в условиях вечной мерзлоты и сильных ветров небольшой. Поэтому в 60-е гг. прошлого века были проведены опытные посадки в целях создания снегозащитных лесных полос. Считалось, что это будет более дешевый, надежный и долговечный способ защиты железнодорожного полотна от снега.

Нами в июне 2009 г. проведено обследование лесных снегозащитных полос в районе станций Песец и Чум Северной железной дороги через 55 лет после их создания.

Станции Песец (67°11'51.2" с.ш., 63°34'53.4" в.д.) и Чум (67°05'28.5" с.ш., 63°10'45.1" в.д.) находятся соответственно в 42 и 66 км к югу от г. Воркута. Объекты исследования расположены в округе равнинных лесотундр недалеко от границы южной кустарниковой тундры. Окружающая станции территория представляет собой полого-холмистую равнину, пересеченную р. Воркута и ее притоками. На водоразделе развиты ерниково-моховая тундра. Обследованная территория расположена в зоне распространения многолетнемерзлых пород (ММП). На песчаных и супесчаных породах развиты скрытоподзолистые, на суглинках – торфянисто-поверхностно-глеевые тундровые почвы.

Многорядная лесная защитная полоса у станции Песец заложена весной 1954 г. После вспашки почвы конным плугом и боронования бороной в июне произведены посадка и посев ели, ивы, лиственницы, березы, жимолости, сирени, спиреи. Осенью 1954 г. здесь же были посажены сосна, ирга, рябина, черемуха, боярышник, смородина. На момент вспашки верхняя граница ММП находилась на глубине 30 см, через полтора месяца в августе верхняя граница ММП находилась на глубине 2 м от поверхности (Ятченко, 1956).

Через 55 лет после создания лесной полосы на участке визуально четко выделялись четыре ряда ели. Сохранность ели в рядах составила 54%, т.е. из 160 высаженных сохранилось в среднем по 86 экз. в ряду. Средняя высота растений – около 3 м (табл. 1). У 60% сохранившихся экземпляров ели отмечается поражение верхушечных почек и формирование за счет боковых ветвей многовершинных экземпляров. Обнаружена высокая степень распространения грибной болезни шютте ели.

Между рядами ели сохранились 7 экз. березы и 9 экз. рябины. Средняя высота березы – около 2 м (табл. 1). В суровых условиях при сильном воздействии зимних ветров береза приобрела форму кустарника вследствие образования трех-шести нижних побегов, отходящих вблизи корневой шейки и находящихся под прикрытием снегового покрова. Средняя высота рябины – 0.9 м при максимальной 1.2. Среднее число побегов – семь. Диаметр побегов у корневой шейки в среднем 1-2 см при максимальной величине около 4 см.

Пространство между рядами ели занято ерниковой мохово-лишайниковой тундрой. В кустарниковом ярусе доминирует *Betula nana*, присутствуют *Juniperus sibirica* и *Salix lanata*. В травяно-кустарничковом ярусе преобладает *Arctous alpina*, также отмечены *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Ledum decumbens*, *Loiseleuria procumbens*. Из злаков – *Festuca ovina*, *Alopecurus* sp. Мохово-лишайниковый ярус покрывает 80% площади участка. Доминируют лишайники рода *Cladonia*. Из мхов преобладают политриховые. Почва между рядами имеет строение типичное для ерnikово-моховой тундры, развитой на песчаных субстратах, классифицируется как скрытоподзолистая иллювиально-железистая песчаная.

Результаты химического анализа почвы показывают типичное для тундровых почв резкое разделение на биогенно-органно-аккумулятивный слой и бедную элементами-биогенами минеральную часть профиля (табл. 2).

Таким образом, на опытном участке сохранились лишь фрагменты заложённой более полувека назад лесной защитной полосы. На участке оформилась тундровая экосистема с внедренными древесными растениями, близкая по строению к естественным «лесным островам». Отличие исследованной лесной полосы от «лесного острова» состоит в более угнетённом состоянии высаженных древесных (особенно лиственных) растений, сформировавшихся в менее благоприятных, плакорных условиях.

Таблица 1

Биометрические показатели древесных пород в обследованных снегозащитных полосах

Порода	Высота, м	Диаметр ствола у корневой шейки, см	Диаметр ствола на высоте 1.3 м, см	Радиус кроны, см	
				Поперек ряда	Вдоль ряда
Станция Песец					
Ель сибирская	3.2±0.3	9.1±0.5	5.5±0.7	85±4	80±5
Береза пушистая	2.4±0.4	7.0±0.7	Не определяли	135±14	129±18
Станция Чум, участок 1					
Лиственница сибирская	6.8±0.3	15.7±0.9	11.7±0.8	155±7	149±11
Береза пушистая	2.4±0.2	5.1±0.7	1.3±0.2	113±22	121±20
Ель сибирская	1.7±0.0	4.8±0.5	Не определяли	44±1	51±4
Станция Чум, участок 2					
Береза пушистая	5.9±0.1	11.4±1.3	6.7±0.5	148±12	131±18

Технология посадки у ст. Чум не известна, хотя в статье Ф.И. Ятченко (1956) упоминается, что растительность удалялась со всей площади. Мощными плугами делались двухотвальные борозды (ленты) через всю площадь вдоль полосы. Между вспаханной лентой оставляли полосы естественной тундровой растительности шириной 1 м. Под их защиту от ветров и морозов в ленты делались посадка или посев древесных и кустарниковых пород.

Участок 1 расположен в 50 м от железнодорожного полотна, в средней части юго-западного склона холма. К моменту исследования визуально четко выделялись семь рядов лиственницы. К моменту наблюдений ее сохранность в рядах составила в среднем 12%, т.е. в каждом ряду в среднем насчитывалось по 23 экз. из 200 высаженных растений. Сохранившиеся лиственницы имеют красивую островершинную форму кроны. Многовершинность отмечена только у отдельных экземпляров. Средняя высота лиственницы – около 7 м (табл. 1). Лиственница плодоносит, среднее количество шишек – 62 шт., самосева не отмечено.

Между рядами лиственниц выделяются семь очень разреженных рядов березы и три ряда ели. В рядах березы в среднем насчитывается по 17 экз., ели – 15. Береза высотой 2.4 м (табл. 1) имеет кустарниковую форму за счет сильного разветвления нижней части растения. Ель – 1.7 м (табл. 1), в нижней части кроны до высоты 1 м над уровнем земли сильно поражена шютте ели, интенсивность поражения хвои 60%. На участке отмечено 3 экз. рябины и единичные экземпляры шиповника и жимолости до 1 м высотой. В целом сохранность высаженных древесных и кустарниковых пород оказалась низкой.

Пространство между рядами занято ерниковой кустарничково-моховой тундрой. Кустарниковый ярус сложен *Betula nana*. В травяно-кустарничковом ярусе, проективное покрытие которого 15-20%, преобладают *Ledum decumbens*, *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium myrtillus* и *Vaccinium vitis-idaea*. Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса – 100%, доминирует *Pleurozium schreberi* при проективном покрытии 60%, значительна роль политриховых мхов – 40%, проективное покрытие лишайни-

Таблица 2

Агрохимические показатели почвы защитных лесных полос

Горизонт, глубина, см		pH _{водн.}	C _{орг.} , %	N _{гидр.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺
				мг/100 г в.с.п.			ммоль/100 г в.с.п.	
Станция Песец								
A ₀	0-3.5	4.7	29.30	20.72	1.14	24.70	7.90	3.14
A ₀ A ₁	3.5-4.5	4.4	5.06	3.02	0.70	18.32	0.64	0.19
A ₂ (B)	4.5-9.5(10)	4.8	0.93	1.06	1.46	5.60	0.17	0.09
B _{1e}	9.5(10)-20	4.8	0.59	1.40	1.57	0.96	0.24	0.14
Станция Чум, участок 1								
A ₀	0-3	4.37	6.51	5.15	0.49	21.7	1.06	0.35
G _{tx} '	3-8	4.67	1.21	1.43	0.18	2.80	0.21	0.20
G _{tx} ''	8-14	4.66	0.62	1.26	0.2	0.63	0.31	0.27
G _{tx} '''	14-20	4.93	0.8	0.73	0.37	0.63	0.42	0.41
Станция Чум, участок 2								
A ₀ A ₁	0-5	4.84	8.13	7.95	0.87	23.6	2.24	1.00
G _{tx} `	5-11	4.96	5.81	4.20	0.46	6.71	2.15	0.91
G _{tx} ``	15-20	5.05	2.30	1.43	0.75	3.64	2.00	0.87

ков невелико. Почва имеет строение типичное для ерничково-моховой тундры, развитой на суглинистых субстратах: под маломощной моховой подстилкой практически сразу же начинается глеево-тиксотропный горизонт. Почва тундровая поверхностно-глеевая тиксотропная суглинистая.

Таким образом, как и на предыдущем участке, на территории лесной полосы восстановилось типичное для тундровой зоны сообщество. Лиственница в посадке имеет низкую сохранность, но оставшиеся экземпляры развиты удовлетворительно по сравнению с другими испытывавшимися древесными растениями.

Участок 2 расположен в 4 км северо-западнее ст. Чум. Снегозащитная полоса из березы и ивы находится непосредственно за насыпью железнодорожного полотна, на плоской вершине моренной гряды. Посадка состоит из трех шестирядных лент, расстояние между которыми 20 м. Шестирядная лента состоит из хорошо выраженных пяти рядов ивы и одного ряда березы. В целом на участке высажено 15 рядов ивы и три ряда березы.

Береза, частично защищенная от ветров высокой отсыпкой дорожного полотна, имеет ровный ствол и красивую крону. Многовершинность встречается редко. Сохранность около 40%. Высота березы – 6 м (табл. 1). Высота ивы шершистоветвистой около 4 м, в кусте насчитывается два-три побега. На высоте 1.3 м средний диаметр побегов 3.2 см.

Между лентами березы и ивы сформирована ерничково-ивняковая травяно-политриховая тундра. Кустарниковый ярус, сомкнутость которого 0.4, образован низкорослыми кустарниками – *Betula nana*, *Salix glauca*, *Salix phylicifolia*, *Salix lanata* с практически одинаковым обилием. В травяно-кустарничковом ярусе проективное покрытие которого составляет 80-90% преобладают осоки и злаки. Значительное участие злаков связано, видимо, с заносом семян с недалеко расположенных сеяных лугов бывшего совхоза «Пригородный». Участок отличается видовым богатством мхов. В травянистой мортмассе разросся мох *Calliergon cordifolium*. В микропонижениях – *Polytrichum commune*, *Aulacomnium palustre*, *Sphagnum russowii*, *Warnstorffia fluitans*. В микроповышениях – *Pleurozium*

schreberi, *Polytrichum juniperinum*, *Sanionia uncinata*, *Lophozia* sp. Почва торфянисто-поверхностно-глеевая тиксотропная суглинистая.

На исследованном участке особенности рельефа обеспечили высокую сохранность и довольно успешный рост высаженных ивы и березы. Полоса хорошо визуальна видна, кроны в лентах сомкнуты, что оказывает влияние на растительный покров и почву. По сравнению с типичными для данной территории ерничково-моховыми тундрами в сформированном напочвенном покрове значительна роль злаков. В биогенно-аккумулятивном слое почвы несколько повышенное содержание питательных элементов (табл. 2).

В.В. Крючков (1966, 1970) на основании своих исследований, принимая в качестве главного фактора произрастания древесных растений температурный режим, выделил две подзоны – «относительного безлесья тундры» (южная кустарниковая тундра), где деревья теоретически расти могут, и «абсолютного безлесья тундры» (типичная тундра), где деревья в открытом грунте не могут расти ни при каких условиях, потому что тепла для этого совершенно недостаточно. Результаты обследования сохранившихся посадок древесных и кустарниковых растений в приграничной части к кустарниковой тундре подтверждают высказанную В.В. Крючковым гипотезу о выделении на Крайнем Севере подзоны «относительного» безлесья. При совершенствовании агротехники (специальном выборе места посадки лесных полос и подборе древесных и кустарниковых пород, уходе за ними с учетом специфических природных условий тундры) окажется возможным создание полноценных защитных лесных полос в зоне «относительного» безлесья тундры (в южной кустарниковой подзоне).

ЛИТЕРАТУРА

Крючков В.В. Абсолютное и относительное безлесье тундры // Вестн. МГУ. Серия V. География, 1966. № 2. С. 109-113.

Крючков В.В. Лесные сообщества в тундре, возможность их возникновения и динамика // Экология, 1970. № 6. С. 9-19.

Ятченко Ф.И. Создание защитных лесных полос в тундре на Печорской железной дороге // Растительность Крайнего Севера и ее освоение. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Вып. 1. С. 93-98.

ЛИПИДЫ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ

Е.Д. Лодыгин, М.Ю. Когут*, Н.Б. Александрова**, О.С. Кубик**

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: lodigin@ib.komisc.ru

* Коми государственный педагогический институт

** Сыктывкарский государственный университет

Среди неспецифических соединений, входящих в состав почвенного гумуса, значительную долю составляют вещества, растворимые в раз-

личных органических растворителях типа гексана, бензола, хлороформа и др., которые вносят значительный вклад в пул органического

вещества почв (Lodygin, Beznosikov, 2005). Относительное содержание липидов в верхних органогенных горизонтах почв составляет 3-8%, что редко превышает 10% в пересчете на общий органический углерод ($C_{\text{общ}}$). В минеральных горизонтах, где содержание органического вещества низкое, липидная фракция может составлять 40% от $C_{\text{общ}}$ (Preston et al., 1987). В небольшом количестве липидная фракция обнаружена в почвообразующей породе. Различные авторы объясняют это окислением (Martin et al., 1981; Anderson et al., 1985), восстановительным разложением или переэтерификацией гумусовых кислот (Almendros, Sanz, 1989). В литературе имеются сведения о важной роли липидной фракции в формировании почвенной структуры и плодородия. Они быстро реагируют на изменение внешних условий, являются источником энергии для микробиоты и представляют активное начало для почвенного органического вещества. Липидная фракция может служить индикатором интенсивности биохимических процессов в почвах (Фридланд, 1978; Лодыгин и др., 2007). Липидная фракция органического вещества включает также хлорофилл и родственные ему соединения (Панников и др., 1984). Небольшие сдвиги условий в сторону окислительного распада приводят к быстрому разрушению хлорофилла. Известно, что доля липидов в составе гумуса верхних горизонтов закономерно уменьшается от подзолистых и болотно-подзолистых почв к черноземам и затем вновь нарастает в почвах более южных регионов: сероземах, каштановых. Различные факторы почвообразования, в том числе увлажнение, играют важную роль в накоплении и трансформации почвенного органического вещества. Однако лишь некоторые из этих работ посвящены гидроморфным почвам и очень мало данных о влиянии избыточного увлажнения на содержание и состав липидной фракции. Цель исследований – изучение состава, молекулярной структуры липидной фракции органического вещества почв разной степени гидроморфизма.

Объекты и методы

Исследования липидной фракции органического вещества проведены на оторфованных горизонтах тундровых почв разной степени гидроморфизма: тундровая поверхностно-глеевая, тундровая торфянисто-глеевая, тундровая торфяно-глеевая, расположенных в окрестностях г. Воркута.

Общее содержание липидов в почвенных образцах определяли экстракцией азеотропной смесью спирт-бензол в отношении 1:2 в течение 10 ч, используя аппарат Сокслета (Орлов, Гришина, 1981). Затем большую часть растворителя отгоняли на ротаторном испарителе и высушивали до воздушно-сухого состояния. Концентрацию хлорофилла и/или хло-

рофиллоподобных пигментов определяли фотометрически на спектрофотометре СФ-26 по интенсивности полосы поглощения при 660-670 нм, элементный состав липидов – на CHNS-O-элементном анализаторе ЕА 1110 (Италия). Спектры ^{13}C -ЯМР липидов регистрировали на импульсном ЯМР спектрометре Bruker CXP-100 с рабочей частотой 25.18 МГц в твердофазной СPMAS-технике с вращением образца под «магическим» углом.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что максимальное содержание липидов находится в гидроморфной тундровой торфяно-глеевой (37.0 г/кг), минимальное – в автоморфной тундровой поверхностно-глеевой почве (24.6 г/кг) (рис. 1). Содержание липидной фракции в тундровой торфяно-глеевой почве в 1.5 раза выше, чем в тундровой поверхностно-глеевой, что обусловлено повышенным увлажнением и слабой микробиологической активностью гидроморфных почв (Хабибуллина, 2009). Нашими предыдущими исследованиями подзолистых и болотно-подзолистых почв средней тайги установлено, что основная масса липидной фракции находится в органогенных горизонтах: в типичной подзолистой – 13.3 г/кг (A_0), подзолистой поверхностно-глееватой – 25.0 г/кг (A_0) и торфянисто-подзолисто-глееватой почвах – 47.4 г/кг (O_1), и ее содержание резко снижается по профилю почв до следовых количеств (менее 0.5 г/кг) в минеральных горизонтах.

Максимумы поглощения спирто-бензольных экстрактов при 660 нм присутствуют во всех исследованных образцах, что свидетельствует о наличии в липидной фракции почвенного гумуса хлорофилла и/или хлорофиллоподобных пигментов (рис. 2). Наибольшее содержание хлорофилла и/или хлорофиллоподобных пигментов отмечено в тундровой торфяно-глеевой почве, что обусловлено избыточным увлажнением, низкими процессами окислительной деструкции и микробиологической деятельности.

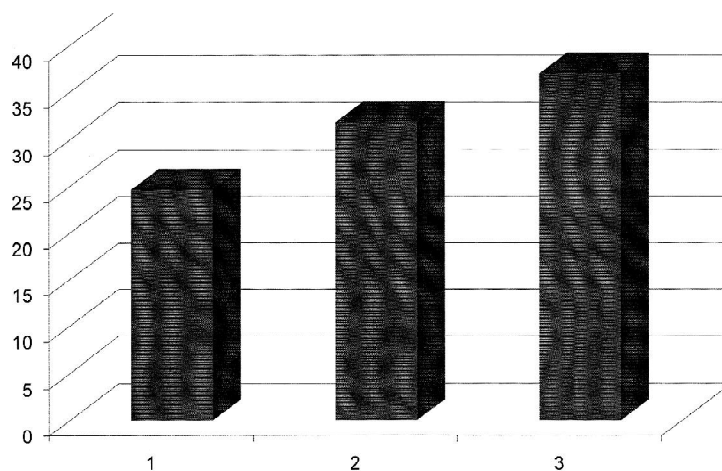


Рис. 1. Содержание (г/кг; по вертикали) липидной фракции в почвах: 1 – тундровая поверхностно-глеевая, 2 – тундровая торфянисто-глеевая, 3 – тундровая торфяно-глеевая.

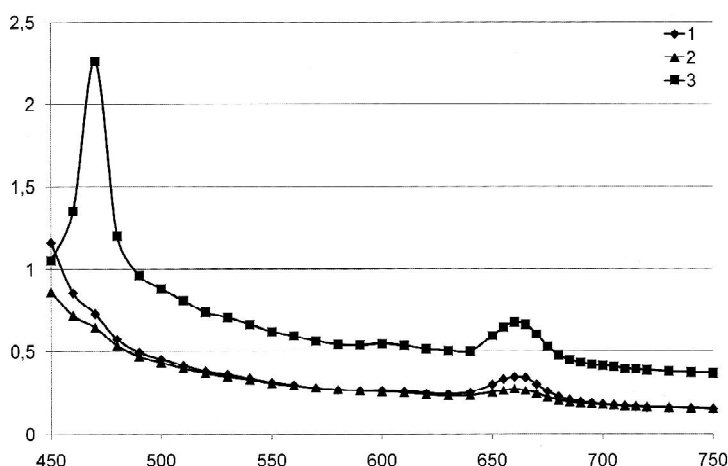


Рис. 2. Спектры поглощения спирто-бензольных экстрактов образцов почв: 1 – тундровая поверхностно-глеевая, 2 – тундровая торфянисто-глеевая, 3 – тундровая торфяно-глеевая.

Элементный состав липидной фракции почвенного органического вещества показал, что содержание атомов углерода и водорода в липидной фракции составляют 67-73 и 9-11% соответственно. Результаты элементного анализа и значения атомных соотношений Н/С указывают на алифатическую природу липидной фракции почв.

Для оценки количественного и качественного составов липидной фракции органического вещества почв были сняты ^{13}C -ЯМР-спектры препаратов в твердой фазе (техника CPMAS). Все спектры имеют схожий набор характеристических полос, отличающихся лишь по интенсивности. На основании полученных спектров, были выделены следующие диапазоны химических сдвигов, характерные для атомов углерода различных функциональных групп и молекулярных фрагментов: 0-46 ppm – сигналы атомов углерода алифатических структур; 46-105 ppm – сигналы атомов углерода О, N-алкильных фрагментов; 105-164 ppm – сигналы атомов углерода непредельных и ароматических структур; 164-180 ppm – область, характерная для атомов углерода карбоксильных и сложноэфирных групп.

Анализ липидной фракции, выделенной из различных почв, показал, что содержание основных молекулярных фрагментов в ее структуре практически идентично: доля алифатических групп составляет 75-77%, атомов углерода О, N-алкил замещенных – 1-3, ароматических фрагментов – 14-17 и карбоксильных групп – 5-8%.

Теоретический ^{13}C -ЯМР-спектр эквимольной смеси жирных кислот и их эфиров был рассчитан с помощью компьютерной программы ACD/CNMR Ver. 1.1. Эта смесь была выбрана согласно данным пиролиза почвенных липидов (Gobe, et al., 2000). Сравнение полученных ^{13}C -ЯМР-спектров препаратов липидной фракции с расчетным ^{13}C -ЯМР-спектром позволило предположить, что основная часть почвенных липидов представлена жирными кислотами и их эфирами,

причем как предельными ($\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOR}$), так и непредельными ($\text{C}_n\text{H}_{2n-x}\text{COOR}$). Это объясняет тот факт, что подавляющая часть атомов углерода (свыше 90%), формирующих молекулярную структуру липидов, представлена алифатическими цепочками.

Таким образом, анализ липидной фракции почвенного гумуса показал, что содержание липидной фракции в тундровой торфяно-глеевой почве в 1.5 раза выше, чем в тундровой поверхностно-глеевой, что обусловлено повышенным увлажнением и слабой микробиологической активностью гидроморфных почв. Структура липидов представлена в основном алифатическими цепочками жирных кислот и их эфиров. Установлено, что кроме жирных кислот в состав липидной фракции входят хлорофилл и/или хлорофиллоподобные вещества. Максимум содержания хлорофилла и/или хлорофиллоподобных веществ приурочен к почвам с низкой биологической активностью. ^{13}C -ЯМР анализ не выявил существенных изменений в качественном и количественном составех липидной фракции в пределах одной почвы.

ЛИТЕРАТУРА

- Лодыгин Е.Д., Безносиков В.А., Чуков С.Н. Структурно-функциональные параметры гумусовых веществ подзолистых и болотно-подзолистых почв. СПб.: Наука, 2007. 145 с.
- Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М., 1981. 272 с.
- Панников Н.С., Садовникова Л.К., Фридланд Е.В. Неспецифические соединения почвенного гумуса. М.: Изд-во МГУ, 1984. 144 с.
- Хабибуллина Ф.М. Почвенная микобиота естественных и антропогенно нарушенных экосистем Северо-Востока европейской части России: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Сыктывкар, 2009. 40 с.
- Фридланд Е.В. Методика изучения липидной (растворимой в спиртобензоле) фракции почвенного гумуса // Биол. науки, 1978. № 5. С. 127-133.
- Almendros G., Sanz J. Compounds released from humic acids upon $\text{BF}_3\text{-MeOH}$ transesterification // Sci. Total Environ., 1989. Vol. 81-82. P. 51-60.
- Anderson L.J., Johnson J.D., Christman R.F. The reaction of ozone with isolated aquatic fulvic acid // Organic. Geochem., 1985. Vol. 7. P. 65-69.
- Gobe V., Lemee L., Ambles A. Structure elucidation of soil macromolecular lipids by preparative pyrolysis and thermochemolysis // Org. Geochem., 2000. Vol. 31. P. 409-419.
- Lodygin E.D., Beznosikov V.A. Influence of soil moisture on concentrations and ^{13}C NMR profiles of lipids in three Albeluvisols // Geoderma, 2005. Vol. 127. № 3-4. P. 253-262.
- Martin F., Saiz-Jimenez C., Gonzales-Vila F.J. The persulfate oxidation of soil humic acid // Soil Sci., 1981. Vol. 132. P. 200-203.
- Preston C.M., Shipitalo S.-E., Dudley R.L. et al. Comparison of ^{13}C -CPMAS NMR and chemical techniques for measuring the degree of decomposition in virgin and cultivated peat profiles // Can. J. Soil Sci., 1987. Vol. 67. P. 187-198.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

С.А. Мальцева

Вятский государственный гуманитарный университет

E-mail: ecologsveta@yandex.ru

Антропогенные воздействия на водные экосистемы приводят к негативным изменениям, наиболее сильно выраженным в сообществах донных организмов. Важнейшим фактором, вызывающим деградацию донных сообществ и возникновение чрезвычайных ситуаций, является загрязнение токсичными химическими веществами, которые депонируются в осадках и становятся источником потенциальной опасности для экосистемы водного объекта. Под их влиянием экосистема приобретает неустойчивость, из состава биоценоза выпадают наиболее чувствительные к токсическому загрязнению виды организмов, в том числе ценные промысловые виды, разрушается их кормовая база, места нереста и миграции. Начинается процесс деградации водного объекта, ухудшается качество воды, и он теряет свое хозяйственное значение (Папина, 2001).

Концентрация загрязняющих веществ в природных водах не отражает токсикологическую нагрузку на водную экосистему, так как не учитывает процессы аккумуляции веществ в биологических объектах и донных отложениях. Значит, оценка токсичности, как и отбор проб природных вод и донных отложений конкретного водного объекта, должны идти одновременно и с последующим заключением о экотоксикологическом состоянии (статусе) водного объекта как системы «природная вода–донные отложения».

В настоящее время в водной токсикологии нет общепринятой интегральной оценки токсичности водного объекта, учитывающей степень токсичности, как природной воды, так и донных отложений. Существуют следующие подходы: Н.С. Строганов ввел показатель интегральной токсичности, обратный коэффициенту разведения. Л.П. Брагинский на основании этого показателя составил шкалу оценки уровней токсического загрязнения водной среды (Брагинский, 1993). Состояние водного объекта или его участка оценивают согласно таблице, приведенной в Р 52.24.662-2004, с учетом результатов биотестирования как природной воды, так и донных отложений. Однако оценка состояния проводится только по показателю наличия или отсутствия острого или хронического токсического действия и не учитывает эффекты стимуляции. К тому же, таблица оценки сильно обобщена, что создает трудности применения ее на практике. Т.Д. Зинченко, Л.А. Выхристюков, В.К. Шитиков предложили интегральный индекс экологического состояния (Зинченко, 2000). Для расчета индекса авторы использовали только гидрохимические и гидробиологические пока-

затели и не учитывали экотоксикологические.

Цель исследования – разработать способ оценки экотоксикологического состояния водного объекта, учитывающего степень токсичности, как природных вод, так и донных отложений.

Наиболее приемлемым подходом считаем установление класса токсичности водного объекта по максимальному баллу токсичности ($B_{\max}$) проб природных вод и донных отложений.

В основе определения балла токсичности проб лежит принцип максимально допустимых отклонений от контроля, при котором еще сохраняется возможность выживания вида в природных условиях. В водной токсикологии условно принято, что 50%-ное подавление роста/гибели тест-объектов и статистическое достоверное отклонение тест-критерия указывают на острую токсичность, а 10%-ное подавление роста/гибели тест-объектов и недостоверное отклонение тест-критерия – на отсутствие токсического действия. Причем проба считается токсичной, если токсический эффект воздействия проявился хотя бы для одного тест-объекта.

Исходя из вышеизложенного, сформирована таблица определения максимального балла токсичности проб природной воды и донных отложений и таблица классов экотоксикологического состояния водного объекта (табл. 1, 2).

Проведены лабораторные эксперименты по определению хронической токсичности природной воды и донных отложений, с добавкой и без добавки 1.5 мг/л мышьяка на уровне популяции рачков *C. affinis* и микроводоросли *S. quadricauda*.

Тестирование проводилось при температуре 19-24 °С, освещенности 900 лк и световом периоде 16 ч. Для культивирования рачков использовалась питьевая, дехлорированная вода с содержанием кислорода не меньше 4 мг/л, рН = 7.0-8.5 и общей жесткостью 2.0-4.0 мг экв./л. Плотность посадки рачков – 10 особей молоди пятого поколения F_5 на 150 мл анализируемого образца. Смену анализируемой пробы осуществляли на третьи сутки. На протяжении 7 сут. отмечали гибель, а также число родившейся молоди. Эксперименты вели в двух повторностях.

Биотестирование с применением тест-объекта *S. quadricauda* осуществлялось в климатостате с постоянной температурой 25 °С, освещенностью 8000 лк и световым периодом 24 ч. Использовалась культура, находящаяся в экспоненциальной стадии роста (3-5 сут. после посева), когда все клетки сохраняют высокую физиологическую активность. Опыты проводились в двух повторностях. Исходный инокулят состав-

Таблица 1

Определение $V_{\max}$ проб по тест-критериям тест-объектов *C. affinis* и *S. quadricauda*

Тест-объект $V_{\max}$	<i>C. affinis</i>		<i>S. quadricauda</i>	
	Смертность, %	Плодовитость, статистически значимое отклонение от контроля	Подавление роста микроводоросли, %	Коэффициент прироста, статистически значимое отклонение от контроля
0	0-10	Не достоверное отклонение плодовитости	0-10	Не достоверное отклонение роста
1	—	Достоверная стимуляция плодовитости	Менее 0	Достоверная стимуляция роста
2	10-20	—	10-20	—
3	20-50	Достоверное подавление плодовитости	20-50	Достоверное подавление роста
4	50 и более	Достоверное подавление плодовитости	50 и более	Достоверное подавление роста

лял 35 тыс. кл/мл. Число клеток водорослей определялось под микроскопом методом прямого счета в камере Горяева. Из каждой контрольной и опытной колбы просчитывалось по четыре капли (по 10 мкл) водорослевой суспензии.

Загрязненная мышьяком природная вода оказала недостоверное подавление плодовитости рачков ($1.8 < 4.3$), а для микроводоросли – незначительное угнетение роста (9.8%) от контроля. Донные отложения, загрязненные мышьяком, оказали не достоверное подавление плодовитости рачков ($4.0 < 4.3$) и недостоверную стимуляцию роста микроводоросли ($1.9 < 4.3$).

По табл. 1 определяем максимальный балл токсичности ($V_{\max}$) проб: $V_{\max \text{ ПВ}}$ равен 0, а $V_{\max \text{ ДО}}$ – 1. Следовательно, экотоксикологический класс водного объекта – 1, т.е. состояние напряженное. Пробы природной воды и донных отложений с добавкой 1.5 мг/л мышьяка считаем слабotoксичными.

Таким образом, описан способ определения экотоксикологического статуса водного объекта по результатам биотестирования. Предложен интегральный показатель токсичности ($V_{\max}$) проб природной воды и донных отложений, который дает возможность определить класс экотоксикологического состояния водного объекта и ранжировать уровни антропогенных нагрузок на экосистему.

ЛИТЕРАТУРА

Брагинский Л.П. Интегральная токсичность водной среды и ее оценка с помощью методов биотести-

Таблица 2

Определение класса экотоксикологического состояния водного объекта и его частей

$V_{\max \text{ ПВ}}$	Классы экотоксикологического состояния				
	$V_{\max \text{ ДО}}$				
	0	1	2	3	4
0	0	1	1	2	3
1	1	1	1	2	3
2	1	1	1	2	3
3	2	2	2	2	3
4	3	3	3	3	3

Примечание. Классы состояния: 0 – относительно удовлетворительное состояние (пробы природной воды и донных отложений водного объекта не токсичные); 1 – напряженное состояние (пробы слабotoксичные); 2 – критическое состояние (пробы токсичные); 3 – кризисное состояние (пробы сильно токсичные).

рования // Гидробиологический журн., 1993. Т. 29. № 6. С. 66-74.

Зинченко Т.Д., Выхристюк Л.А., Шитиков В.К. Методологический подход к оценке экологического состояния речных систем по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // Изв. Самарского НЦ РАН, 2000. Т. 2, № 2. С. 233-242.

Папина Т.С. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в ряду вода–взвешенное вещество–донные отложения речных экосистем: Аналит. обзор. Новосибирск, 2001. 58 с. (Сер. Экология. Вып. 62).

Р 52.24.662-2004. Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений пресноводных экосистем методом биотестирования с использованием коловраток. СПб.: Гидрометиздат, 2006. 56 с.

ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОМКНУТОСТИ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПО МАТЕРИАЛАМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

И.О. Марущак, В.В. Елсаков
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: pipcosisco@mail.ru

В последние годы возросло внимание исследователей, направленное на изучение изменений растительного покрова, наблюдаемых в пределах границ экотонных зон, отражающих

общую направленность процессов трансформации природных экосистем под влиянием региональных или глобальных факторов. Особый интерес вызывают исследования предгорных и

Таблица 1

Характеристика используемых изображений

Изображение (Path_Row)	Дата съёмки	Время съёмки (GMT)	Высота солнца	Азимут солнца
L5 168_14	8.4.1988	06:50	30.5	159.9
L7 168_14	9.4.2000	07:16	31.6	167.3
L7 168_14	30.3.2002	07:13	27.5	165.9
L5 167_14	4.10.2006	07:12	19.9	172.3

горных лесов [1] в связи с более яркой выраженностью градиента эколого-ценотических условий, приводящей к зональным сменам растительности на более компактной по площади территории, чем на равнинной части. Для выявления изменений все чаще привлекаются материалы спутникового мониторинга различного диапазона и разрешения.

Основные тенденции изменения лесных фитоценозов на верхней границе леса предгорных и горных участков прослеживаются в продвижении границы леса и увеличении сомкнутости крон залесенных участков (Шиятов, 2009), усилении радиального роста, что связывается с климатическими сдвигами.

Цель настоящей работы состояла в исследовании особенностей распределения и выявлении изменений показателя сомкнутости крон лесных фитоценозов предгорной и горной территорий Приполярного Урала бассейна р. Кожим с использованием разногодных материалов дистанционного зондирования высокого разрешения (Landsat TM 4,5).

Материалы и методы

Выделение основных классов растительного покрова проводили по изображениям летнего периода методами поэтапной управляемой классификации (Елсаков и др., 2009). В качестве основной сцены использовали изображение Landsat TM 5, полученное для 17.07.2001, предварительно прошедшее подготовку – геометрическая привязка, радиометрическая и топографическая коррекция согласно общепринятым методам. Для учета сомкнутости крон древесного и кустарникового ярусов проведено сравнение результатов тематической обработки изображений высокого разрешения (30 м) Landsat 5, второй половины зимнего периода наблюдений за период 1988-2006 гг. (табл. 1). При обработке изображений использовали принципы декомпозиции спектральных смесей (SMA-анализ) (Барталев и др., 2009), исходя из положения, что соответствующая пикселу яркость может быть выражена линейной функцией взвешенных яркостей отдельных, составляющих его контрастных компонент. Доля компонент при этом принимается пропорционально их площади в проекции на земную поверхность, что позволяет количественно оценить вклад отдельных компонент в пикселах изображения. В качестве «чистых компонент» использовали параметры, полученные для открытых пологих заснеженных участков (сомкнутость крон равна 0), и характеристики участков с максимально-сомкнутым древостоем (сомкнутостью крон 0.9-0.95).

Высота снежного покрова в данный период времени максимальна и варьирует в пределах 120-140 см, что с одной стороны благоприятствует маскированию многих форм микрорель-

ефа земной поверхности снежным покровом, с другой – отсутствие листвы и погребение лишайниково-мохового, травяно-кустарничкового и частично кустарникового ярусов, приводит к большей контрастности при выделении компонент. Абсолютное доминирование в формировании значений «древесной» компоненты на модельных участках относится к ели европейской и лиственнице сибирской, в качестве примеси отмечены береза извилистая, ольховник кустарниковый, древовидные виды ив. Расчет значений сомкнутости для пикселей изображения по крайним элементам значений (0-100%) выполнен с использованием возможностей программного пакета ENVI.

Итогом обработки изображений 1988-2006 гг. стали тематические изображения, отражающие показатель сомкнутости древесного яруса (%) для отдельных лет наблюдений. Результаты обработки легли в основу расчета интенсивности изменения показателя по четырем изображениям (1988-2006), представленного в виде линейной функции и приведенного для удобства к 10-летнему интервалу наблюдений.

Результаты работы и их обсуждение

В ходе выполнения классификации выделено 18 классов земной поверхности, из них 14 включают разные типы растительного покрова. Фитоценозы, включающие в себя древесные породы, – ель европейскую (*Picea obovata*) и лиственницу сибирскую (*Larix sibirica*), в качестве примеси отмечены березы пушистая и извилистая (*Betula pubescens*, *B. tortuosa*), представлены несколькими классами, имеющими в предгорной и горной частях (верховья р. Кожим, бассейн рек Балбан-Ю и Лимбеко-Ю) различную представленность. Основными выделенными классами лесных фитоценозов были: Т1 – долинные темнохвойные леса (СК 0.7-0.9) выложенных склонов на суглинистых почвах с доминированием *Picea obovata*, с примесью лиственных: *Betula pubescens*, *B. tortuosa*; С1 (28.6%) – леса (93.5% площади), смешанные светлохвойные лиственничные леса с примесью *Picea obovata* (СК 0.6-0.7) преимущественно ерничково-зеленомошные; С2 (24.5%) – лиственничные ерничково-зеленомошные леса (СК 0.4-0.6) пологих склонов и речных долин с близким залеганием скальных пород; С3 (40.3%) – редколесья и редины из *Larix sibirica* (СК<0.3) на участках подгольцового пояса.

Таблица 2

Распределение классов сомкнутости крон для выделенных групп лесных фитоценозов по 2002 г. (числитель) и изменение относительных площадей выделенных групп, для временного интервала 1988-2002 гг. (%)*

Классы сомкнутости, %	Классы лесных фитоценозов				Всего
	T1	C1	C2	C3	
<10	–	<u>0.1</u> –0.1	<u>0.5</u> –0.8	<u>8.7</u> –3.4	<u>9.3</u> –4.3
10-30	–	<u>0.6</u> –0.7	<u>4.0</u> –4.5	<u>19.1</u> <u>1.2</u>	<u>23.7</u> –3.9
30-50	<u>0.1</u> –0.1	<u>3.0</u> –3.0	<u>11.1</u> <u>1.2</u>	<u>9.9</u> <u>4.0</u>	<u>24.2</u> <u>2.1</u>
50-70	<u>0.9</u> –0.5	<u>13.9</u> –0.2	<u>8.1</u> <u>3.4</u>	<u>2.2</u> <u>0.6</u>	<u>25.1</u> <u>3.3</u>
70-90	<u>4.7</u> <u>0.6</u>	<u>11.0</u> <u>2.9</u>	<u>0.8</u> <u>0.0</u>	<u>0.3</u> –0.1	<u>16.9</u> <u>3.3</u>
90-100	<u>0.7</u> –0.2	<u>0.1</u> –0.3	–	–	<u>0.9</u> –0.5
Всего	<u>6.5</u> –0.3	<u>28.6</u> –1.3	<u>24.5</u> –0.6	<u>40.3</u> <u>2.2</u>	<u>100.0</u> <u>0</u>

* Положительные значения – увеличение, отрицательные – уменьшение площадей.

Использование зимних изображений позволяет оценить показатель сомкнутости крон для выделенных лесных фитоценозов на модельном участке. Половина лесных фитоценозов территории представлена сообществами с сомкнутостью крон 50-70 (25.1) и 30-50% (24.2%) (табл. 2). Наибольшая сомкнутость древостоев отмечена в пределах террасы высокого уровня (эрозионная, цокольная). Ее повышение и переход в подошву горных склонов сопровождается переходом в разреженные лиственничники и редколесья. Порядка 33% имеют сомкнутость ниже 30%.

Анализ разновременных изображений показал, что основные естественные изменения в

лесных фитоценозах связаны с увеличением показателя сомкнутости. Наибольшие изменения (до 4.0% от территории) отмечены для СЗ класса, достигшего показателя сомкнутости полого 30-50%. Интенсивность увеличения показателя в данных фитоценозах достигает 2-3% в год. В меньшей степени (3.4%) увеличение показателя отмечено для С2 класса с достижением сомкнутости полого 50-70%. Для классов T1 и C1 существенных изменений показателя не наблюдали.

Работа выполнена в рамках междисциплинарных проектных тем «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики».

ЛИТЕРАТУРА

Барталев С.А., Ховратович Т.С., Елсаков В.В. Использование спутниковых изображений для оценки потерь углерода лесными экосистемами в результате вырубок // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М.: ООО «Азбука-2000», 2009. Вып. 6. Т. 2. С. 343-352.

Шиятов С.Г. Динамика древесной и кустарниковой растительности в горах Полярного Урала под влиянием современных изменений климата // Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 216 с.

Елсаков В.В., Марущак И.О., Щанов В.М. Картирование растительного покрова бассейна р.Кожим (Приполярный Урал) с использованием материалов дистанционного зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М.: ООО «Азбука-2000», 2009. Вып. 6. Т. 2. С. 360-363.

ЭМИССИЯ МЕТАНА С ПОВЕРХНОСТИ БОЛОТА МЭДЛА-ПЭВ-НЮР (СЫКТЫВДИНСКИЙ РАЙОН)

М.Н. Мигловец, О.А. Михайлов
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: miglovec@bk.ru; mikter@mail.ru

Болотные экосистемы занимают 4-6% поверхности суши, из них большая часть расположена в северных широтах (Zoltai, Martikainen, 1996). Болота содержат 20-25% запасов почвенного углерода и играют важную роль в поглощении и эмиссии парниковых газов. Способность торфяных болот аккумулировать углерод связана с медленным процессом разложения растительных остатков в условиях повышенного увлажнения. По некоторым данным пресноводные болота выделяют от 7 до 40 г CH_4 / (м^2 год) и поглощают до 0.35 тС / (га год) (Александров и др., 1994). Однако скорость выделения и поглощения парниковых газов может зависеть от таких экологических факторов, как температура

и влажность воздуха, субстрата, а также уровня грунтовых вод. При потеплении климата ожидается усиление эмиссии метана в атмосферу за счет ускорения микробиологических процессов в торфяном слое, а также разрушения метангидратов. Эмиссия метана в болотных экосистемах активно изучается в Западной Сибири, где его значение достигает 20 Тг/год (IPCC, 2001). В Республике Коми исследования процессов метанообразования на болотах не проводили, известны единичные работы по оценке потоков CO_2 в тундровых сообществах (Замолодчиков и др., 1998).

Цель наших исследований состояла в изучении сезонной эмиссии метана в зависимости от

экологических факторов. Объектом изучения было выбрано болото Мэдла-Пэв-Нюр, расположенное в подзоне средней тайги, в 40 км на северо-восток от г. Сыктывкар (Республика Коми). Площадь Мэдла-Пэв-Нюр составляет 2790 га, максимальная толщина торфа 3.4 м. Болото располагается на второй надпойменной террасе р. Вычегда. Водоприемником болотных вод служат реки Пожег и Пычим.

Наблюдения проводили с июня по октябрь 2008 г. В июле наблюдалась жаркая погода, иногда с ливневыми дождями и грозами. Первая половина августа характеризовалась понижением среднесуточных температур и непродолжительными дождями. В течение сентября отмечали низкие температуры в утренние часы и частые осадки в виде моросящего дождя.

Для регистрации микроклиматических параметров на болоте использовали автоматическую метеостанцию фирмы Campbell Scientific (Великобритания). Температуру почвы измеряли автоматическими датчиками почвенных температур фирмы Нобо (США), установленными в верхнем горизонте торфа. Дополнительно измеряли уровень грунтовых вод с использованием пластмассовых трубок, установленных в точках измерения потоков метана.

Эмиссию метана изучали камерным методом на 15 участках, расположенных на разных элементах микрорельефа и различающихся по характеру растительности. Основными типами микрорельефа были кочки, мочажины и осоково-сфагновые ковры. Камеры укомплектовали электрическими вентиляторами для охлаждения и нагнетания воздуха, термометрами и пластиковой трубкой для поддержания нужного атмосферного давления внутри камеры. Газ из камеры отбирали в пластиковые шприцы объемом 60 мл в определенные промежутки времени. Анализ проб проводили на газовом хроматографе Hewlett Packard 5890 серия II (Великобритания) с пламенно-ионизационным детектором.

В результате наблюдений в период с 18 июня по 13 октября 2008 г. установлена высокая вариабельность скорости эмиссии метана в разных сообществах болотной растительности (рис. 1). Скорость выделения метана была самой активной с поверхности осоково-сфагнового ковра и самой низкой с покрытых водой участков межкочечного пространства (см. таблицу).

За период наблюдений четкой зависимости потока метана от типа растительности не выяв-

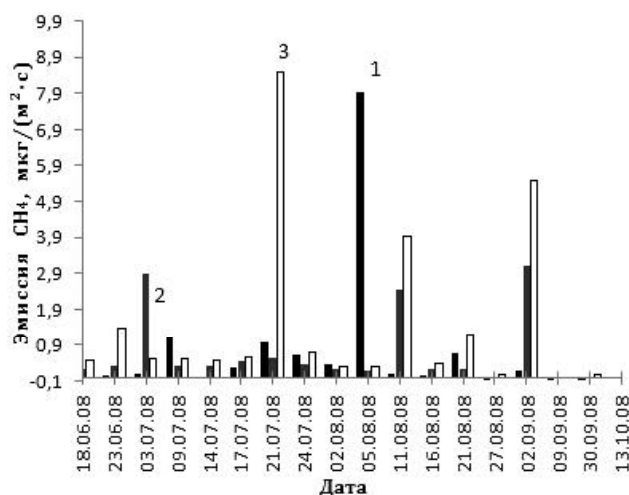


Рис.1. Сезонная динамика потока метана с поверхности кочки (1), межкочечного пространства (2) и осоково-сфагнового ковра (3).

лено. Однако замечено, что в сообществах, образованных кустарничками, шейхцерией и осокой, эмиссия заметно выше в июле-августе и составила 4.5-6.0 мкг/(м²·с). На покрытых водой участках в межкочечном пространстве, где встречаются *Utricularia intermedia* и *Eriophorum vaginatum*, продукция метана усиливалась в конце августа и начале сентября, когда растения заканчивали вегетацию и отмирали.

Наблюдения в течение сезона показали, что эмиссия метана на таких элементах микрорельефа, как кочки и мочажины, возрастала при резком повышении уровня болотных вод (УБВ) (рис. 2А) и не зависела от температуры воздуха и торфа. Однако на осоково-сфагновых микроландшафтах при повышении температуры воздуха УБВ снижался, а эмиссия возрастала.

Установлена положительная связь эмиссии метана с атмосферным давлением, которая описывается экспоненциальной функцией (рис. 2Б). Увеличение потока CH_4 при изменении атмосферного давления, вероятно, является результатом нарушения равновесия между газовыми системами почвы и атмосферы, что приводит к усилению давления в анаэробном слое торфа и, соответственно, к увеличению диффузии метана в атмосферу. В целом же при резком изменении любого микроклиматического показателя наблюдали всплеск эмиссии метана, что свидетельствует о высокой чувствительности равновесия газовой составляющей между атмосферой

Средняя скорость эмиссии метана на разных элементах микрорельефа за сезон

Элемент микрорельефа	Средняя скорость эмиссии (мкг/м²·с⁻¹)	Растительность
Кочка	0.804	<i>Sphagnum fuscum</i> , <i>Andromeda polifolia</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Scheuchzeria palustre</i> , <i>Carex limosa</i> , <i>Chamaedaphne calyculata</i>
Мочажина	0.722	<i>Sphagnum</i> sp., <i>Carex limosa</i> , <i>Oxycoccus palustris</i> , <i>Scheuchzeria palustre</i>
Осоково-сфагновый ковер	1.456	<i>Betula nana</i> , <i>Carex rostrata</i> , <i>Sphagnum magillanicum</i> , <i>Oxycoccus palustris</i>

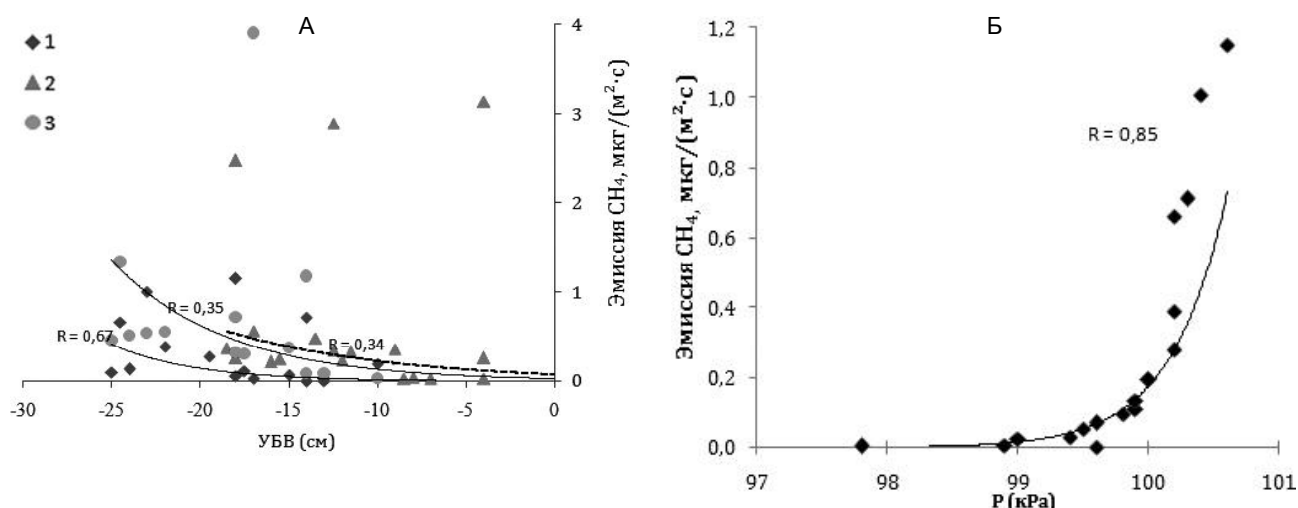


Рис.2. Зависимость скорости потока CH_4 от УБВ (А) и атмосферного давления (Б). Условные обозначения соответствуют рис. 1.

и болотом к действию экологических факторов.

Работа выполнена в рамках международного проекта Института биологии Коми НЦ УрО РАН «CarboNorth» совместно с сотрудниками университета Грайфсвальда (Германия) J. Schneider, P. Schreiber, M. Gazovic, U. Wolf, L. Kutzbach.

ЛИТЕРАТУРА

Александров Г.А., Голицын Г.С., Мохов И.И., Петухов В.К. Глобальные изменения климата и регулирующая роль болот // Изв. РАН, сер. Географическая, 1994. № 2. С. 5-15.

Замолотчиков Д.Г., Карелин Д.В., Иващенко А.И. Пороговая температура углеродного баланса южных тундр // ДАН, 1998. Т. 358. № 5. С. 708-709.

IPCC, «Climate change 2001: Synthesis report» // The Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge, 2001. P. 85.

Zoiltai S.T., Martikainen P.J. Estimated extent of forested peatlands and their role in the global carbon cycle. In Forest Ecosystems, Forest Management and the Global Carbon Cycle // NATO ASI Series, series I: Global Environmental Change, 1996. Vol. 40. P. 47-58.

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ДРЕВОСТОИ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ МЕЗЕНСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Д.С. Мосеев

Научно-исследовательский центр «Викинг»

E-mail: vikingm@arh.ru

Слабо изученной проблемой является оценка воздействия геологоразведочных работ на природную среду таежной зоны, что актуально для площадей хозяйственной деятельности, проводимой на Мезенской синеклизе, при поиске углеводородного сырья.

Мониторинговые исследования проводились на Норасской, Карпогорской и Красноборской площадях Мезенской синеклизы в зимний период 2006-2007 гг., весенний и летний периоды 2007 г.

Норасская и Карпогорская площади Мезенской синеклизы расположены в северной тайге восточной части Пинежского р-на Архангельской обл., Красноборская площадь Мезенской синеклизы – в средней тайге восточной части Красноборского р-на Архангельской обл.

Для оценки состояния воздействия геологоразведочных работ на экосистемы таежной зоны были проведены экологические исследования на

участках проведения геофизических работ. Участки, где непосредственно осуществлялась хозяйственная деятельность, использовались в качестве контрольных маршрутов. Участки с аналогичными природными условиями, на которых геологоразведочные работы не проводились, являлись фоновыми маршрутами. Под контрольными маршрутами понимались очищенные лесные просеки геофизических профилей, пройденные деятельностью геологоразведки, шириной до 4 м. Под фоновыми маршрутами понимались квартальные лесные просеки, непосредственно не затронутые геологоразведочными работами. Длина контрольных и фоновых маршрутов составляла 1000 м.

Лесонасаждения Норасской площади представлены в основном еловыми и березовыми древостоями. Сосна главным образом восстанавливается на гарях либо является эдификатором редколесий, возникших в результате закисле-

ния почв, в травяно-кустарничковом ярусе таких редколесий доминируют пушицы. Как примесь к другим древесным породам часто встречаются лиственница сибирская и осина.

На Карпогорской площади, в отличие от Норасской, помимо ельников и березняков распространены сосновые насаждения, главным образом представленные сфагновыми и травяно-сфагновыми сосняками.

Ландшафт Красноборской площади представляет собой типичную темнохвойную тайгу с преобладанием ели сибирской. Значительная часть площади занята березняками, которые образовались на местах вырубок в результате вторичных сукцессий. Сравнительно светолюбивые сосна и осина на пройденных маршрутах встречались в основном как примесь к другим породам и тяготели к открытым местам произрастания. Лишь изредка встречались сосняки, протяженность которых по длине маршрута составляла не более 300 м. На маршрутах, проходящих через вырубки, часто встречались кустарники ольхи и ивы.

Характер насаждений как на фоновых, так и на контрольных маршрутах отличается незначительно. На исследуемых маршрутах Красноборской площади представлены древостои практически всех групп возраста: молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые, перестойные.

Большинство древостоев на пройденных маршрутах исследованных площадей синеклизы можно отнести к спелым и перестойным. На Норасской и Красноборской площадях значительную долю занимают молодняки, главным образом образованные березой, а также приспевающие насаждения. Среди древостоев преобладают малопродуктивные насаждения IV и V классов бонитета. В зимний период древостоев являлся основным объектом исследования воздействия геологоразведки на лесные экосистемы.

Одним из основных признаков влияния хозяйственной деятельности геологоразведочных работ на древесный ярус являлись различные типы повреждений антропогенного характера. Техногенные повреждения растительности главного яруса лесных биоценозов на очищенных просеках контрольных маршрутов вызваны прохождением транспортных средств и рубкой леса при проведении геологоразведочных работ.

На маршрутах лесных просек выделены следующие типы техногенных повреждений: поваленные стволы деревьев, деформация ветвей деревьев и кустарников, ствола и коры. Основная доля повреждений техногенного характера приходится на узкую полосу (1-3 м) на границах контрольных просек с лесом.

Повреждения техногенного характера определялись в основном визуально. Следует отметить, что в лесных экосистемах часто наблюдаются подобные типы повреждений, возникшие в результате влияния естественных абиотиче-

ских факторов среды: деятельность ветра, снеговала, и др. Мониторинговые исследования показали, что повреждения техногенного характера в целом незначительны и соизмеримы с природными.

Прохождение гусеничного и колесного транспорта по просекам может наносить механические повреждения отдельным кустам и деревьям на границах просеки. Процент таких повреждений зависит от густоты древостоя, а также характера вождения транспортных средств по выделенным просекам (Кистерная, 1997).

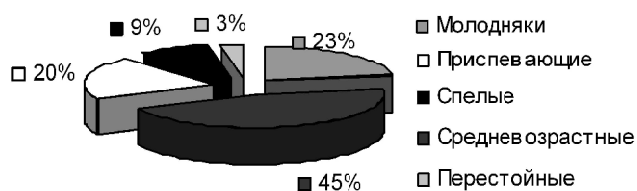
Проведенные исследования показали, что общее число повреждений деревьев техногенного характера увеличивается в зависимости от сомкнутости и категории возраста древостоев (см. рисунок).

Наиболее ярко они выражены в молодняках и средневозрастных насаждениях, меньше представлены в перестойных насаждениях, поскольку их сомкнутость уменьшается. Меньше всего проявляется влияние геологоразведки на древостои сосновых редколесий. В то же время в перестойных насаждениях увеличивается число повреждений, вызванных биотическими факторами среды, в молодняках – абиотическими за счет изреживания сомкнутых древостоев.

Число естественных повреждений и биомасса отпада возрастают на фоновых маршрутах в отличие от контрольных. Это связано с расчисткой очищенных просек геофизических профилей.

В совокупности количество естественных и техногенных повреждений и биомасса отпада на просеках, пройденных хозяйственной деятельностью геологоразведки и незатронутых ею, практически не отличается. Так, на долю от общего числа повреждений на контрольных маршрутах приходится 49.8%, на фоновых – 50.2. На фоновых маршрутах повреждения техногенного характера встречаются редко – не более 5% в сравнении с контрольными.

Кроме повреждений на контрольных маршрутах площадей, фиксируется захламление территории древесными остатками и срубленными деревьями. Однако участки с такого рода захламлением вполне сравнимы с древесным отпадом, биомасса которого мало отличается от биомассы срубленных деревьев. В то же время древесный отпад является одним из индикаторов биоразнообразия и характеризует ненарушенные леса (Чивиксина, 2006).



Повреждения техногенного характера по группам возраста древостоев.

Весной подобного рода захламливания приводили к застаиванию воды в пониженных участках микрорельефа местности, особенно при перегораживании стволами деревьев микроводо-токов, и образованию сфагнового покрова. На таких участках происходит развитие гигрофи-тов (калужница и таволга вязолистная), поэто-му их растительность существенно отличается от соседних участков леса. Однако уже летом происходит почти полное высыхание данных участков и на них доминирует злаковая травя-нистая растительность, способствующая восста-новлению леса.

В летний период было установлено, что по-вреждения древесных пород, нанесенные им зи-мой, на состоянии экосистемы существенно не отразились. На границе геофизических профи-лей изредка встречался сухостой и другие фор-мы отпада, возникшие в результате порчи кор-невой системы транспортными средствами. Под воздействием сильного ветра значительная часть сухостоя на границе геофизических профилей была повалена. В то же время жизнеспособные деревья редко подвергались ветровалу.

Пространственный масштаб захламливания тер-ритории, как правило, не превышает несколь-ких метров.

Естественное возобновление леса на проруб-ленных просеках контрольных маршрутов про-исходит довольно эффективно, молодой подрост главным образом представлен березой, его ко-

личество достигает 218 шт./100 м, что связано с высоким освещением территории и благоприят-ными микроклиматическими условиями просек.

Воздействие на почвенный покров древосто-ев в основном проявляется в формировании не-глубокой транспортной колеи. Лишь в некото-рых участках геофизических профилей на Кар-погорской площади отмечены зоны с деформа-цией грунта протяженностью в несколько де-сятков метров и развитием эрозионных процес-сов. Однако летом такие участки зарастают хво-щом лесным и злаковой растительностью.

Таким образом, антропогенное воздействие на древесные породы при проведении геолого-разведочных работ в таежной зоне локально. Виды зафиксированных техногенных повреж-дений древесных и кустарниковых пород, а так-же захламливание древесными остатками имели фрагментарный характер и мало отличаются от повреждений естественных факторов среды.

ЛИТЕРАТУРА

Кистерная З.Н., Федюлов В.С. Влияние многоопе-рационных машин и скандинавской технологи на лесные насаждения // Лесное хозяйство, 1997. № 2. С. 23-25.

Чивиксина Е.Е. Изучение биоразнообразия через критерии и индикаторы // Знаменитые люди Севе-ра: от М.В. Ломоносова до наших дней: Матер. Меж-дунар. науч. конф., посвящ. 295-летию со дня рож-дения великого русского ученого М.В. Ломоносо-ва. Архангельск, 2006. С. 251-253.

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ФОНОВЫХ ПОЧВАХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

А.Н. Низовцев, Е.Д. Лодыгин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: nan@ib.komisc.ru; lodygin@ib.komisc.ru

Вследствие усиления антропогенной деятель-ности в окружающую среду поступает все более значительное количество загрязняющих ве-ществ, к числу которых относятся и тяжелые металлы, соединения которых обладают высо-кой токсичностью и склонностью к биоаккумуляции (Ильин, Юданова, 1989; Лапердина, 2000). Загрязнение почв тяжелыми металлами становится одним из самых распространенных видов техногенного воздействия. К первому классу опасности по токсическому действию на живые организмы относят свинец, кадмий и ртуть (ГОСТ 17.4.1.02-83; Черных и др., 2001). Интенсивность «ртутного пресса» на биосферу с каждым годом возрастает из-за широкого ис-пользования ртути и ее соединений в промыш-ленности и производстве электроники, а также расширения путей их поступления в окружаю-щую среду за счет сжигания органического топ-лива. Отмечается постоянное повышение обще-го ртутного фона, а также проявление геохими-ческих аномалий техногенного характера, вклад которых неуклонно возрастает по мере расши-

рения производственной деятельности челове-чества (Варшал, Буачидзе, 1983). Токсичность соединений ртути широко известна (Варшал, Буачидзе, 1983; Лапердина, 2000).

Круговорот ртути в природных экосистемах включает взаимные потоки между атмосферой, почвой, водоемом и живым веществом. Почва как компонент биосферы является природным буфером, аккумулирующим значительные ее количества. Контроль регионального фонового содержания ртути в почвах позволяет выявить уровни загрязнения, прогнозировать процессы, ведущие к негативным последствиям, оптими-зировать природоохранные мероприятия при ртутной интоксикации за счет введения огра-ничений как на промышленные, так и сельско-хозяйственные технологии.

Цель данной работы – определение содержа-ния ртути в почвах фоновых территорий таеж-ной зоны Республики Коми, выявление законо-мерностей миграции и распределения ртути по профилю почв, построение на основе ГИС-тех-нологий карто-схемы распределения ртути в почвах.

Объектами исследований послужили почвы южной и средней тайги Республики Коми. Наиболее распространенными почвами исследуемой территории республики являются болотно-подзолистые (37.1%), подзолы иллювиально-железистые (31.3), подзолистые (21.6), пойменные (3.9) и дерново-подзолистые (2.4).

Количественный химический анализ ртути в образцах почв проводили методом атомной абсорбции с использованием ртутного спектрометра РА-915+ на пиролитической приставке РП-91С без предварительного разложения образца с коррекцией неселективного поглощения по Зеemannу. Навеска пробы вносится в пиролитический блок с помощью кварцевого дозатора, где посредством термического удара ртуть переводится из связанного в свободное атомарное состояние. Током газа-носителя переносится в аналитическую кювету, где и происходит ее детектирование.

Для построения градуировочной зависимости, а также контроля правильности и стабильности ее характеристик использовали ряд стандартов и референтных материалов. Контроль правильности градуировочных характеристик осуществляли по ГСО 2499-83 (СДПС – 2, $\omega^{\text{атт.}} = 130$ мкг/кг, $\omega^{\text{изм.}} = 121$ мкг/кг), СОС 39804 (САЗП-98, $\omega^{\text{атт.}} = 25$ мкг/кг, $\omega^{\text{изм.}} = 32$ мкг/кг), Dogfish Muscle and liver Certified Reference Material for Trace Metals Dorm – 2 ($\omega^{\text{атт.}} = 4470$ мкг/кг, $\omega^{\text{изм.}} = 4510$ мкг/кг), Fish Protein Certified Reference Material for Trace Metals Dorm – 3 ($\omega^{\text{атт.}} = 409$ мкг/кг, $\omega^{\text{изм.}} = 420$ мкг/кг). Контроль стабильности градуировочных характеристик осуществляли по набору СОРт (ГСО 7183-95, $\omega^{\text{атт.}}_1 = 101$ мкг/кг, $\omega^{\text{атт.}}_2 = 301$ мкг/кг, $\omega^{\text{атт.}}_3 = 1000$ мкг/кг, $\omega^{\text{изм.}}_1 = 96$ мкг/кг, $\omega^{\text{изм.}}_2 = 303$ мкг/кг, $\omega^{\text{изм.}}_3 = 995$ мкг/кг).

Результаты и их обсуждение

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что содержание ртути в органических горизонтах болотно-подзолистых и подзолистых почв, сформированных на суглинистых породах, составляет от 60 (дерново-подзолистые почвы) до 205 мкг/кг (подзолистые). В почвах на песчаных и супесчаных почвообразующих породах от 52 (пойменные) до 149 мкг/кг (торфянисто-подзолисто-глебоватой иллювиально-гумусовые), что является естественным фоном для данной территории.

Содержание ртути в почвах рассматриваемых районов неравномерное и определяется рядом факторов, среди которых важная роль принадлежит органическому веществу почв ($r_{Hg\text{Corg}} = 0.97$ для почв, сложенных на

суглинках, и соответственно 0.89 для почв, на песках).

В органогенных горизонтах наблюдается более высокое содержание ртути, так как гумусовые кислоты, составляющие большую часть органических веществ (Варшал, Буачидзе, 1983) почв, являются основным геохимическим барьером, аккумулирующим ее соединения.

По профилю почв содержание металла, как правило, уменьшается, что связано со снижением содержания гумусовых веществ (рис. 1).

Повышенное содержание ртути в минеральной толще в большинстве почв связано с наличием значительной доли физической глины ($r_{\text{Hg-фракции менее } 0.01 \text{ мм}} = 0.90$ для почв, образованных на суглинках, и соответственно 0.74 для почв, сложенных на песках), а также водным режимом. Данный факт обусловлен распадом соединений ртути активно мигрирующих форм и сорбцией соединений ртути на поверхности алюмо-железистых частиц илстой и мелкопылеватой фракций.



Рис. 1. Распределение ртути по генетическим горизонтам почв: 1 – торфянисто-подзолисто-глеевая легкосуглинистая на покровном суглинке, 2 – торфянисто-подзолисто-глеевая иллювиально-гумусовая на песчаных отложениях.

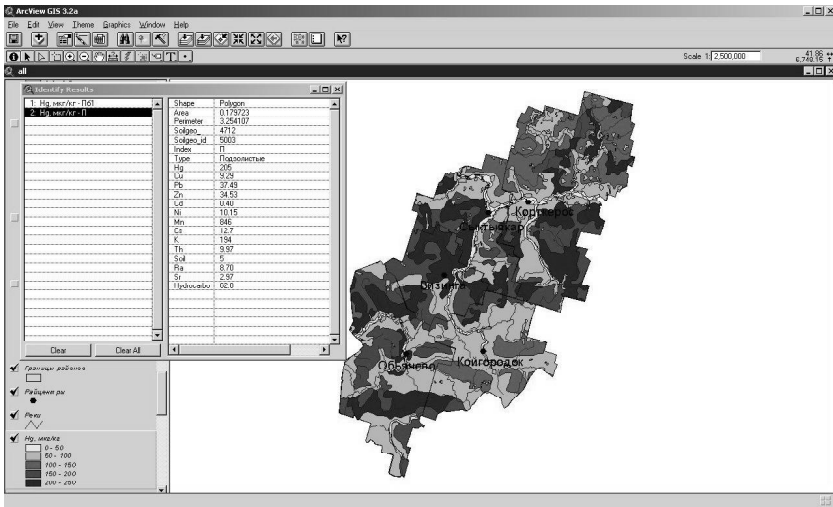


Рис. 2. Фрагмент базы данных содержания ртути в почвах.

Установлены парные корреляционные зависимости между отдельными тяжелыми металлами и ртутью в почвах, что свидетельствует об одинаковой направленности процессов образования и накопления этих элементов.

По данным содержания ртути в почвах районов исследований Республики Коми составлена база данных с использованием ГИС-технологий (ArcView GIS 3.2a).

Выводы

1. Выполнена ландшафтно-геохимическая оценка фоновых содержания ртути в почвах южной и средней тайги Республики Коми.

2. Меркуризация фоновых почв определяется гранулометрическим составом почвообразующих пород, а также расположением почв в автономных и подчиненных ландшафтах.

3. Почвы аккумулятивных ландшафтов обогащаются ртутью в большей степени, по сравнению с почвами элювиальных территорий.

4. Выявлены парные корреляционные зависимости между валовым содержанием ртути и массовой долей отдельных тяжелых металлов в почвах, что позволяет судить о сходной направленности биогеохимической миграции.

5. Дифференциация ртути по генетическим горизонтам более выражена в суглинистых автоморфных и менее в песчаных и гидроморфных почвах.

6. Создана база данных содержания ртути в почвах с использованием ГИС-технологий и на ее основе составлена карта-схема распределения исследованного компонента.

7. Превышения массовой концентрации ртути в почвах фоновых территорий над значением ПДК не выявлено.

8. Полученные результаты могут использоваться для оценки воздействия ртути на почвы в зонах возможного загрязнения, а также при проведении экологических экспертиз и инженерно-экологических изысканиях регионального уровня.

ЛИТЕРАТУРА

Варшал Г.М., Буачидзе И.С. Исследование сосуществующих форм ртути (II) в поверхностных водах // Журн. анал. химии, 1983. Т. 38. № 12. С. 2155-2167.

ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М.: Издательство стандартов, 1994. 76 с.

Ильин В.Б., Юданова Л.А. Тяжелые металлы в почвах и растениях // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. Ч. 2. Процессы биоаккумуляции и экотоксикология. Новосибирск: Изд. ГПНТБ СО РАН СССР, 1989. 154 с.

Лапердина Т.Г. Определение ртути в природных водах. Новосибирск: Наука, 2000. 222 с.

Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В.Ф. Эко-токсикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. Пушино, 2001. 148 с.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА ФИТОМАССЫ СРЕДНЕТАЕЖНОГО СОСНЯКА ЧЕРНИЧНО-СФАГНОВОГО

А.Ф. Осипов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: osipov85@list.ru

При оценке биосферной роли лесных экосистем необходима информация о резервуарах углерода в фитоценозах разного состава, структуры и формирующихся в разных лесорастительных условиях. Для моделирования долговременной динамики развития лесных насаждений и верификации существующих моделей необходимы также знания о строении и фитомассе древостоев, находящихся на разных этапах формирования. Продуктивность древостоев заболоченных типов хвойных насаждений, находящихся на разных этапах развития на европейском Северо-Востоке изучена недостаточно.

Цель данной работы выявление изменения органической массы и углерода за 27 лет в насаждении средневозрастного сосняка чернично-сфагнового подзоны средней тайги.

Работа выполнена в Республике Коми на территории Чернамского лесного стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН (62°00' с.ш., 50°20' в.д.). Объектом изучения стал сосняк чернично-сфагновый послепожарного про-

исхождения. Краткая таксационная характеристика древостоев в разные годы исследований приведена в табл. 1. Травяно-кустарничковый ярус с общим проективным покрытием 50-60% состоит из черники, голубики, брусники, багульника, водяники, кассандры и осоки. Почти сплошной моховой покров представлен в основном сфагновыми при незначительном участии зеленых мхов. Почва торфянисто-подзолисто-глебоватая иллювиально-гумусовая.

Согласно ОСТ 56-69-83, заложена постоянная пробная площадь, на которой проведен сплошной пересчет деревьев. В исследованном древостое пересчеты выполнены в динамике с интервалом в 24 года. Запасы органической массы определяли методом модельных деревьев (Уткин, 1975), массу подземных органов – методом крупных и мелких монолитов (Орлов, 1965), фитомассу напочвенного покрова – методом укусов в 10-кратной повторности на площади 50×50 см. Содержание углерода в отдельных фракциях фитомассы рассчитывали по К.С. Боб-

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика сосняка чернично-сфагнового

Год учета	Состав древостоя	Возраст, лет	Густота деревьев, экз. га ⁻¹		Сумма площадей сечения, м ² га ⁻¹	Запас древесины, м ³ га ⁻¹		Средняя высота, м	Средний диаметр, см
			Растущих	Сухих		Растущих	Сухих		
1981	10С+Бед.Е	60	2040	100	15,7	109	4	10	10
2008	10Сед.Е	80	2266	327	24,0	139	8	11	12

кова и В.В. Тужилкина (2001). Описание сосняка чернично-сфагнового учета 1981 г. выполнено К.С. Бобковой (1987).

За анализируемый период (27 лет) в средне-таежном сосняке, развитом на болотно-подзолистой почве, произошли существенные изменения в составе и структуре древесного яруса. Так, из состава древостоя выявлен отпад березы. Количество растущих деревьев возросло на 226 экз. га⁻¹. Наблюдается увеличение суммы площадей сечения и запаса древесины. Выражена сильная дифференциация деревьев по состоянию. В древесном ярусе много отстающих в развитии, угнетенных деревьев, что свидетельствует о стадии интенсивного формирования древостоя. В сосняке чернично-сфагновом наблюдается увеличение средней высоты и диаметра.

В процессе 27-летней динамики развития насаждения существенно изменяется и фитомасса древесного яруса (табл. 2). Так, количество накопленного органического вещества в древостое средневозрастного сосняка чернично-сфагнового возросло с 90 до 112 т га⁻¹. Одновременно с динамикой общей фитомассы древесного яруса произошли изменения в структуре накопленной органической массы. В средневозрастном сосняке чернично-сфагновом за 27 лет в общей фитомассе увеличилась доля участия стволовой древесины с 59.8 до 63.0%. Отмечено незначительное возрастание (на 1-2%) ветвей. Роль хвои и корней в накоплении органической массы уменьшается. В отличие от древостоя фитомасса растений напочвенного покрова уменьшается с 11.0 до 5.8 т га⁻¹. Значительно сократился запас органической массы трав (в пять раз) и мхов (в 2.4). Наблюдаемые изменения можно объяснить увеличением плотности древостоя и, соответственно, увеличением сомкнутости крон и вытеснением светолюбивых видов растений. Пул углерода фитомассы фитоценоза в процессе его динамики в сосняке чернично-сфагновом изменяется от 48.4 до 56.6 т С га⁻¹, 89-95% которых заключено в древостое.

Таким образом, сосняк чернично-сфагновый в стадии перехода из средневозрастного в приспевающий является стоком углерода. За 27 лет в 60-летнем древостое при увеличении плотности на 226 экз. га⁻¹ сумма пло-

щадей сечений деревьев увеличилась на 52, запаса древесины – 27.5, органического вещества древесного яруса – 24%. В насаждении за этот период накопилось 8.2 т С га⁻¹. Одновременно с динамикой фитомассы насаждения происходят изменения в ее структуре. В накоплении органической массы отмечается увеличение участия древостоя и уменьшение растений напочвенного покрова.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 16 «Окружающая среда в условиях изменяющегося климата: экстремальные природные явления и катастрофы» и гранта РФФИ №10-04-00067-а.

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.

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.

ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. 60 с.

Уткин А.И. Биологическая продуктивность лесов // Итоги науки и техники. Сер. «Лесоведение и лесоводство». М., 1975. Т. 1. С. 9-190.

Таблица 2

Запасы фитомассы и углерода в живых органах растений фитоценоза сосняка чернично-сфагнового, т га⁻¹

Компонент	Год учета			
	1981		2008	
	Масса	Углерод	Масса	Углерод
Хвоя (листья)	3.99	1.85	4.18	1.94
Ветви	4.35	2.05	6.07	2.87
Стволовая древесина	53.81	25.72	70.54	33.78
Стволовая кора	6.47	3.17	6.34	3.07
Корни	21.37	10.48	24.77	12.25
Древостой в целом	89.99	43.27	111.90	53.91
Кустарнички	1.55	0.77	1.21	0.60
Травы	0.37	0.15	0.07	0.03
Мхи и лишайники	2.45	1.05	1.02	0.44
Корни трав и кустарничков	6.61	3.17	3.50	1.68
Всего напочвенный покров	10.98	5.14	5.81	2.74
Итого	100.97	48.41	117.71	56.65

ПРОБЛЕМЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ПОЧВ

А.В. Пастухов, Л.М. Носкова
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: alpast@mail.ru

В настоящее время почвенное картографирование в нашей стране проводится на основе «Классификации и диагностики почв СССР» (1977), а иногда и «Указаний по классификации и диагностике почв» (1967), построенных на факторно-генетической основе, что отвечает традиционным для отечественного почвоведения второй половины XX в. представлениям о жесткой детерминированной взаимосвязи факторов, процессов и свойств почв. Вместе с тем, антропогенно-измененные почвы практически не были отражены в различных классификационных системах до конца XX в. Однако с увеличением техногенной нагрузки доля таких почв значительно возросла, и возникла необходимость их классификации. В эколого-генетическую «Классификацию и диагностику почв СССР» (1977) были введены различные агрокультурные подтипы и роды, выделяемые по различной степени окультуренности. Для почв на переотложенных и техногенных субстратах, имеющих мощность более 30 см, была предусмотрена отдельная группа без определенных таксономических категорий. Поэтому в рамках традиционно используемых ныне классификационных систем часто невозможно дать точное определение той или иной техногенно-преобразованной почве или техногенному поверхностному образованию.

В новой «Классификации и диагностике почв России» (2004) впервые был применен субстантивно-генетический подход в сочетании с так называемым «технологическим подходом», выражающийся в определении диагностических критериев генетических горизонтов или слоев с учетом степени антропогенного воздействия и степени измененности почвенного профиля для систематики почв. Впервые принципы технологического подхода были изложены в учебно-методическом пособии «Антропогенные почвы» (Герасимова и др., 2003). Объектом новой «Классификации и диагностики почв России» (2004)¹ является почва, определяемая как природное или естественно-антропогенное твердофазное тело, экспонированное на поверхности суши, сформированное многолетним взаимодействием процессов, приводящих к дифференциации исходного минерального и органического материала на горизонты. Такое определение лишь дополняет принципы почвоведения, заложенные В.В. Докучаевым, который понимал почву как самостоятельные естественно исторические тела, являющиеся результатом чрезвычайно сложного взаимодействия местного климата, раститель-

ных и животных организмов, состава и строения материнских горных пород, рельефа местности и возраста страны.

Цель нашей работы – составление крупномасштабной почвенной карты территории хранилища радиоактивных отходов (РАО), расположенного в Ухтинском р-не Республики Коми, где с 1931 по 1957 г. действовал один из самых крупных заводов в мире по производству радия из подземных вод и отходов урановой руды. Хвостохранилище, представляющее собой систему сопряженных элементарных геохимических ландшафтов – пойму р. Ухта, подножие и склон I надпойменной террасы, склон и II надпойменную террасу. Его площадь составляет примерно 3 га. При работе на данном объекте мы столкнулись не только с природными почвами, которые подверглись химическому загрязнению в результате разливов радиоактивных вод, но и с искусственными техногенными почвенными образованиями (ТПО), большинство из которых были сформированы на радиоактивных отвалах, перекрытых слоем песка или строительного мусора мощностью от нескольких сантиметров до более 1 м. За прошедшие 47 лет с момента проведения данных дезактивационных мероприятий эти почвы прошли начальную стадию почвообразования и имеют слабо развитые горизонты – дерновый, торфянистый, подзолистый. Поэтому для картирования мы применили КПП (2004), как наиболее полно отражающую реальную трансформацию почвенного покрова хвостохранилища.

Почвенный покров хвостохранилища представлен почвами, не затронутыми хозяйственной деятельностью человека: болотно-подзолистым, аллювиальными типами почв, природными химически загрязненными почвами, а также техногенными почвами, имеющими механическое и химическое загрязнение – эмбриоземами (см. таблицу).

Природные почвы на территории хвостохранилища сохранились только на пойме и I надпойменной террасе, рельеф которых представляет собой сочетание грядистых возвышений с межгрядными понижениями. Это определяет преобладание мелкоконтурных сочетаний аллювиальных почв. В зависимости от степени гидроморфизма формируются аллювиальные дерновые, дерново-глеевые и болотные почвы, ведущими почвообразовательными процессами в которых являются дерновый и глеевый. На I надпойменной террасе по мере выхода почв из сферы пойменного обводнения в этих почвах

¹ Здесь и далее – КПП (2004).

Структура почвенного покрова участка хранилища РАО в пос. Водный

Группы, типы, подтипы почв	Индекс
Природные почвы	
1. Болотно-подзолистые почвы: торфянисто-подзолистые глееватые	Пб ₁
2. Аллювиальные дерновые	Ад
3. Аллювиальные дерново-глеевые	Адг
4. Аллювиальные болотные	Аб
Природные химически загрязненные почвы	
5. Аллювиальные дерновые химически загрязненные	Ад _х
6. Аллювиальные болотные химически загрязненные	Аб _х
Молодые почвы на техногенных грунтах (эмбриоземы)	
формируются на нетоксичных природных насыпных минеральных грунтах	
7. Эмбриоземы дерновые литостраты	ЭДл
8. Эмбриоземы торфянистые литостраты	ЭТл
формируются на нетоксичных искусственных материалах промышленного и урбаногенного происхождения	
9. Эмбриоземы дерновые индустраты	ЭДи
формируются на токсичных природных насыпных минеральных грунтах	
10. Эмбриоземы дерновые токсилитостраты	ЭДтл
11. Эмбриоземы торфянистые токсилитостраты	ЭТтл
12. Эмбриоземы оподзоленные токсилитостраты	ЭПтл
формируются на токсичных искусственных материалах промышленного и урбаногенного происхождения	
13. Эмбриоземы дерновые токсиндустраты	ЭДти

развивается подзолистый процесс, и постепенно стираются признаки дернового почвообразования. В северотаежной подзоне дерновый процесс очень неустойчив и при выходе из пойменного увлажнения почвы очень быстро теряют гумусовый горизонт. Поэтому здесь на наименее дренированных участках распространены торфянисто-подзолисто-глееватые почвы (Пб₁), которые относятся к типу болотно-подзолистых почв и имеют наибольшее распространение и в естественных природных условиях в северо-таежном Тиманском районе. Оглеение может быть выражено по всему профилю. В формировании этих почв ведущими процессами являются подзолистый и глеевый. Для торфянисто-подзолисто-глееватой почвы характерен хорошо дифференцированный профиль с устойчивыми диагностическими признаками. Под слабообразовавшейся торфянистой подстилкой выделяется довольно мощный подзолистый горизонт серых оттенков, прокрашенный гумусом из подстилки.

На подчиненных участках рельефа – подножие и склон II надпойменной террасы, а также полосы стока ручьев, почвы в течение более 40 лет подвергались загрязнению отходами радиоактивного производства. Основные запасы РАО сконцентрированы на II надпойменной террасе. Концентрации радия здесь достигают 300 Бк/г, что во много раз превышает его минимально значимую удельную активность (10 Бк/г). При длительном воздействии атмосферных осадков, ветра, грунтовых и паводковых вод отходы радиоактивного производства подвергались физическому и химическому выветриванию, а радий, который по технологии производства находился в виде легкорастворимого хлорида, высвобождался и мигрировал в результате смыва в более низкие области. В настоящее время на I надпойменной террасе наблюдаются вторичные признаки за-

грязнения, проявляющиеся в повышенной радиоактивности почвы (до 80 Бк/г). Поэтому на данной территории распространены химически загрязненные почвы – почвы с естественным профилем, но с высокими концентрациями загрязнителя, степень которого оценивается как чрезвычайно опасная по принятым нормативам (Герасимова и др., 2003).

Радиоактивные отвалы, перекрытые слоем песка и/или строительного мусора, в основном сконцентрированы на II надпойменной террасе. С 1962 г. данная территория заросла сосново-березовым лесом и луговой растительностью, а почвы к настоящему времени имеют маломощный, но достаточно выраженный профиль, характерный для зональных почв. При определении данных почв мы столкнулись с проблемой отсутствия четких критериев для их выделения. Долгое время почвоведомы изучались только природные почвы, для которых критерием выделения служили происходящие в них почвообразовательные процессы. Измененные человеком почвенные образования считались нетипичными и полностью исключались из внимания. Поэтому по традиционно используемой «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) все эти почвенные образования следовало бы объединить в один полигон под названием «почвы на техногенных субстратах».

Основываясь на КИР (2004), на площадке II надпойменной террасы выделяются аккумулятивные маломощные почвы с профилем О-(Е)-С – эмбриоземы, имеющие органогенный слабообразованный верхний горизонт (дерновый или торфянистый) мощностью менее 5 см. Под лесной растительностью, как правило, сформирован маломощный (1-3 см) подзолистый горизонт. Нижние слои-горизонты представлены в них системой различных насыпных слоев песка, строительного мусора или непосредственно радио-

активными отвалами. Механизмом преобразования породы в эмбриоземы выступает минерализация и трансформация органического вещества микробиологическими процессами, а неполное развитие эмбриоземов обусловлено недостаточной продолжительностью педогенного преобразования материнской породы. И хотя процессы синтеза и разрушения органического вещества и его взаимодействия с минеральным субстратом проходят в эмбриоземах в течение короткого времени, ТПО постепенно начинают приобретать вид природных почв.

Авторы КПР (2004) подчеркнуто не включают ТПО в генетическую классификацию, поскольку в них еще не сформировались генетические горизонты. Тем не менее, ТПО с течением времени начинают функционировать как почвы, на них произрастает высшая растительность, они имеют определенные термические и водные режимы, сходные с нативными почвами. Постепенно в них начинают формироваться почвенные признаки, а затем и почвенные горизонты, как в нашем случае, и становится трудно уловить момент их превращения в почву. Вместе с тем, их подразделение на два уровня является вполне достаточным для крупномасштабного почвенного картирования.

Таким образом, наш опыт крупномасштабного картирования техногенно-преобразованных почв выявил существенные пробелы в состоянии современной классификации почв. Принципы диагностики «Классификации и диагностики почв СССР» (1977), традиционно применяемой в данных работах, не применимы для техногенных почв и не могут отражать формирование и реальную трансформацию почвенного покрова на искусственных химически загрязненных субстратах.

Новая КПР (2004) наиболее объективно отражает реальный естественный и трансформированный хозяйственной деятельностью почвенный покров. Подразделение на два уровня является вполне достаточным для крупномасштабного почвенного картирования.

Работа над КПР (2004) в области систематики антропогенно-преобразованных почв не завершена и находится на стадии сбора основных фактов, анализа, обобщения и классификации. Еще не разработаны принципы классификации молодых почв на искусственных субстратах. По мнению ряда исследователей и авторов настоящей публикации эмбриоземы являются аналогом слаборазвитых природных почв, поэтому целесообразно отнести их в ствол постлитогенных слаборазвитых почв, при этом в названии почв должны быть отражены не только характер вещественного состава субстратов, на которых они сформировались, но признаки ведущих почвообразовательных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учебное пособие / Под ред. акад. РАН Г.В. Добровольского. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.

Классификация и диагностика почв России / Составители Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

Классификация и диагностика почв СССР / Составители В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванов и др. М.: Колос, 1977. 224 с.

Указания по классификации и диагностике почв. М.: Колос, 1967. Вып. 1. 80 с.

БИОМАССА И ОТРАЖАТЕЛЬНЫЕ СПЕКТРЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА – ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСФОРМАЦИИ СООБЩЕСТВ ТУНДРОВЫХ ТОРФЯНИКОВ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕДОБЫЧИ

А.Д. Патова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкарский государственный университет

E-mail: pat_el@mail.ru

Восточноевропейские тундры являются одним из наиболее освоенных регионов Крайнего Севера России, что связано с широкомасштабным развитием объектов разведки, добычи и транспортировки нефти, вследствие чего природные комплексы здесь подвержены трансформации на значительных площадях (Юдахин и др., 2002). Наибольшие изменения испытывают тундровые торфяники, масштабы антропогенного влияния на которые увеличиваются с каждым годом и приобретают глобальный характер, поэтому влияние техногенных факторов должно учитываться при комплексной оценке состояния тундровых экосистем.

Цель работы – выявить изменения структурных показателей наземной фитомассы в тундровых сообществах торфяников, трансформированных под влиянием нефтедобычи. Определить связь фитомассы растительных сообществ с отражательными спектрами растительного покрова. Задачи работы: изучить структуру наземной фитомассы на естественных и нарушенных участках в лишайниково-кустарничковой и осоково-пушицево-моховой тундре, а также травяно-моховых сообществ на насыпных субстратах; исследовать отражательные спектры контрольных и нарушенных растительных сообществ; проанализировать взаимосвязь биомассы и спектров исследуемых сообществ.

Исследования проведены в 2007-2008 гг. в районе пос. Харьягинский, расположенного на территории Ненецкого автономного округа. Он является одним из крупных районов нефтедобывающих на Северо-Востоке европейской части России. Исследования проведены на экспериментальных участках в правобережной полосе р. Колва. Изучали как типичные естественные, так и антропогенно-трансформированные сообщества: кустарничково-лишайниковые на плакорах, осоково-пушицево-сфагновые на плакорах в понижениях рельефа, травяно-моховые сообщества на отсыпке буровой площадки. Для измерения отражательных индексов использовали спектрорадиометр Field Spec HH с спектральным диапазоном измерения в длинах волны от 400 до 1075 нм с разрешением 3 нм. В полевых условиях спектральные измерения микросайтов выполняли в солнечный день в 12:00-12:30. Образцы наземной биомассы отбирали с участков 40×40 см после проведения геоботанических исследований. Наземную фитомассу распределяли на структурные составляющие (зеленые растения-травы-кустарнички, мхи, лишайники, опад), взвешивали сразу после отбора и высушивали в лабораторных условиях при 105 °С до постоянного веса.

Кустарничково-лишайниковые сообщества на исследованном участке расположены на торфяных плато. Видовая насыщенность фитоценозов – 20 видов на 25 м², в антропогенно-нарушенных уменьшается до восьми (Патова и др., 2010). Естественные фитоценозы сомкнутые со 100%-ным проективным покрытием (ПП) с наибольшей долей в них лишайников и кустарничков, при антропогенном воздействии ПП снижается до 75-40%, и изменяется соотношение биоморф – в ПП (рис. 1) и в биомассе увеличивается доли кустарничков и мхов (рис. 2), значительно уменьшается ПП лишайников.

На фоновых участках в кустарничковом ярусе доминируют *Ledum decumbens*, *Rubus chamaemorus*, *Empetrum hermaphroditum*, в напочвенном – лишайники: белые кустистые кладонии (*Cladonia arbuscula*, *Cl. rangiferina*, *Cl. stygia*), *Flavocetraria nivalis* и присутствуют *Alectoria nigricans*, *A. ochroleuca*, *Cetraria dirlisei*. В условиях нарушения напочвенный покров слагают в

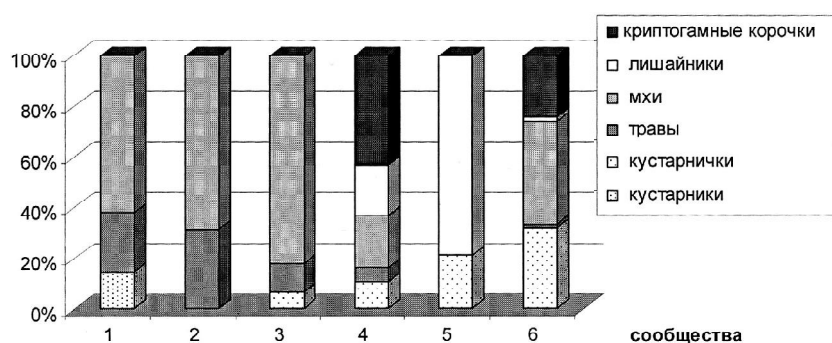


Рис. 1. Соотношение биоморф изученных сообществ. Условные обозначения сообществ: 1 – вторичные на насыпных субстратах; 2 – антропогенных мочажин, расположенных в основном в колеях дорог; 3 – естественных мочажин; 4 – переходных по влажности более сухих участков межбугорковых понижений и в колеях дорог, проложенных в кустарничково-лишайниковой тундре; 5 – естественной кустарничково-лишайниковой тундры; 6 – нарушенной кустарничково-лишайниковой тундры.

основном кустарнички водяника *Empetrum hermaphroditum* и виды рода *Vaccinium*, а также мхи из родов *Polytrichum* и *Dicranum*. Изменения структуры и состава сообществ отображаются на показателях биомассы. Средние значения общей сухой биомассы составили для фоновых участков 919 ± 313 г/м² и для антропогенно-нарушенных – 381 ± 219 . На нарушенных участках снижается биомасса лишайников, но возрастают показатели биомассы мхов, значительно повышается доля кустарничков и трав. Аналогичные результаты были получены для тундровых растительных сообществ, расположенных в зоне влияния комбината по производству цветных металлов «Североникель» на Кольском п-ове (Экология севера..., 2003).

Осоково-пушицево-моховые сообщества расположены на плакорах в понижениях рельефа в условиях избыточного увлажнения. Видовой состав обеднен, в среднем девять видов на 25 м² в естественных и антропогенных условиях (Патова и др., 2010). Общее проективное покрытие – 80-100%, в котором наибольшие доли при-

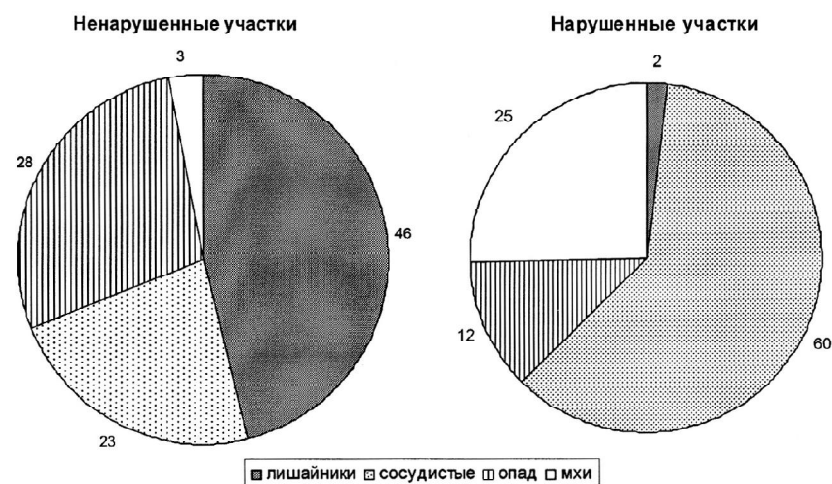


Рис. 2. Соотношение наземной фитомассы кустарничково-лишайниковых сообществ, %.

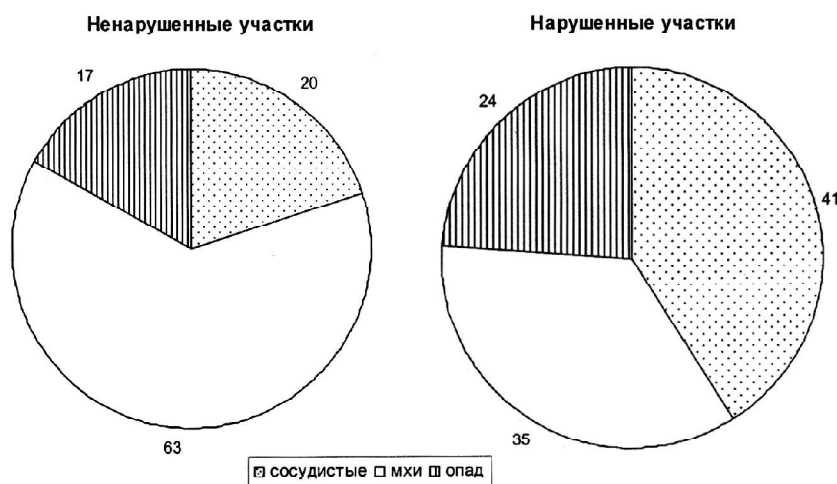


Рис. 3. Соотношение наземной фитомассы осоково-пушицево-моховых сообществ, %.

ходятся на травы и мхи (рис. 1). Выражены два яруса сложенные травами и зелеными мхами. Доминируют в травяном *Eriophorum sheuchseri*, *Carex rariflora*, в моховом – *Sphagnum* sp. В антропогенно-измененных условиях состав доминантов и структура сообществ сохраняются, однако несколько меняется соотношение биоморф: ПП мхов снижается, ПП трав увеличивается, а кустарнички (*Andromeda polyfilia*, *Empetrum hermaphroditum*) выпадают из состава сообществ (рис. 1, 3). На фоновых участках среднее значение абсолютно сухой биомассы составило 288 ± 75 г/м² и 100 ± 11 – на нарушенных участках, изменение биомассы последних происходит в основном за счет снижения биомассы зеленых мхов (рис. 3).

Травяно-моховые сообщества расположены на насыпных субстратах оконтуривающих нефтедобывающие скважины и на обочинах дорог. Видовой состав беден: до девяти видов на 25 м².

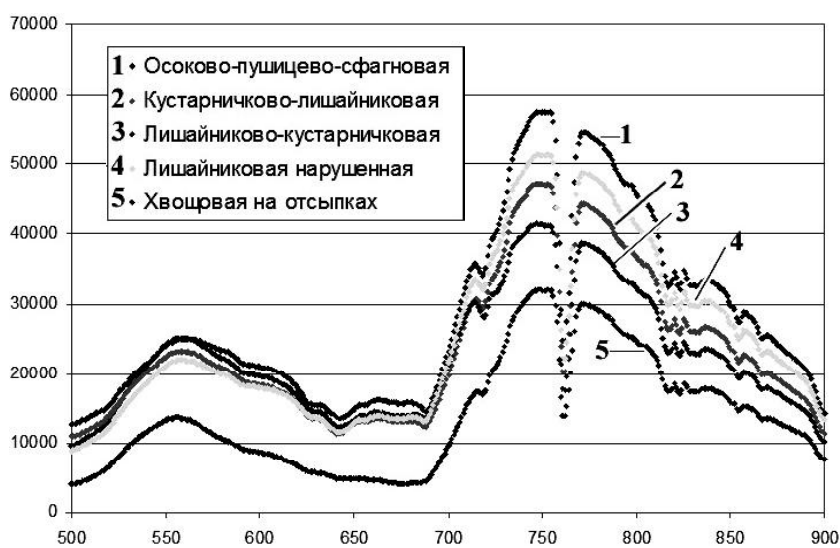


Рис. 4. Кривые спектрального отражения различных тундровых сообществ. Сканирование участков выполнено с 2 м высоты в середине вегетационного сезона.

Общее проективное покрытие варьирует от близкого к нулю до сомкнутого, которое сформировано в основном за счет злаков (*Deschampsia glauca*, *Festuca ovina*) и *Equisetum arvense* при участии *Salix phylicifolia* и растений-маркеров трансформированных экотопов – *Tripleurospermum hoocheri*, *Chamaenerion angustifolium*. В травяно-моховых сообществах значения общей сухой биомассы варьировали от 144 до 406 г/м², основу биомассы на нарушенных участках формируют травянистые растения.

Для выявления отличий фоновых участков от нарушенных получены кривые спектрального отражения (рис. 4). Как оказа-

лось, они практически не различаются по форме для различных тундровых сообществ в период активной вегетации. Для них была характерна типичная форма, не имеющая особых отличительных признаков. Гораздо более выражено различие для одного типа сообществ в сезонной динамике, например, для осоково-моховых тундр отражение в области 640-680 нм становится менее выраженным в течение вегетационного периода и исчезает совсем в случае 100%-ного покрытия зелеными побегами (рис. 5). Различия амплитуды отражения растительных сообществ в красной области спектрального диапазона обусловлены проективным покрытием зеленой биомассы, а не структурой растительного покрова.

Однако спектры лишайниковых тундр все же имели некоторые отличительные признаки, которые обнаруживаются в зеленой области спектра 560-600 нм (рис. 6). Это связано с низким проективным покрытием зеленых растений и высоким – лишайников.

Таким образом, отражательные индексы каждого сообщества в сезонной динамике претерпевают более значительные изменения, чем таковые наблюдаются между различными типами тундровых сообществ. Между тем, по спектральным кривым все же удается отличить, например, лишайниковую тундру от влажной тундры с высоким покрытием осоками и мхами или фоновую лишайниковую тундру от нарушенной.

По спектральным кривым был рассчитан хлорофилльный индекс для расчетов биомассы растительных сообществ (см. таблицу).

Для хлорофилльного индекса показано отсутствие достоверной связи с общей надземной биомассой ($R^2 = 0.03$) из-за большого разброса показателей биомассы лишайников на экспериментальных площадках и их слабым влиянием на хлорофилльный индекс. Связь имела более строгую форму для зеленой биомассы ($R^2 = 0.89$).

На основании линейной регрессии и хлорофилльных индексов рассчитаны усредненные значения зеленой биомассы, для кустарничково-лишайникового сообщества расчетные значения составили $152 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, что почти совпало с экспериментальными данными.

В результате проведенных исследований отмечено изменение структуры биомассы у тундровых сообществ, находящихся под влиянием нефтедобычи. На основании полученных зависимостей между биомассой и хлорофилльным индексом можно рассчитывать усредненные значения зеленой биомассы на больших площадях, не нарушая при этом целостности растительного покрова. Проведенные исследования показали, что результаты спектрометрирования могут быть применены при изучении структурно-функциональных изменений определенных типов тундровых растительных сообществ с учетом сезонной динамики.

Исследования выполнены в рамках Международного проекта VI Рамочной программы ЕС «Расчет углеродного баланса для севера России: прошлое, настоящее, будущее (CARBO North)», а также по программе фундаментальных исследований РАН, проект: «Оценка потоков и баланса парниковых газов тундровых торфяников в условиях влияния нефтедобычи на примере восточноевропейских криогенных систем». Выражаю признательность за помощь в проведении исследований сотрудникам Института биологии Коми НЦ УрО РАН М.Д. Сивкову, Е.Н. Патовой, Е.Е. Кулюгиной.

ЛИТЕРАТУРА

Патова Е.Н., Сивков М.Д., Кулюгина Е.Е. Трансформация растительных сообществ и изменение потоков «парниковых» газов в тундровых торфяниках под влиянием нефтедобычи (на примере Харьягинского месторождения, Ненецкий автономный округ) // Освоение Севера и проблемы природовосстановления: Докл. VII Всерос. науч. конф. Сыктывкар, 2010. С. 158-166.

Экология Севера: дистанционные методы изучения нарушенных экосистем (на примере Кольского полуострова) / Под ред. А.П. Капицы, У.Г. Раса. М.: Научный мир, 2003. 248 с.

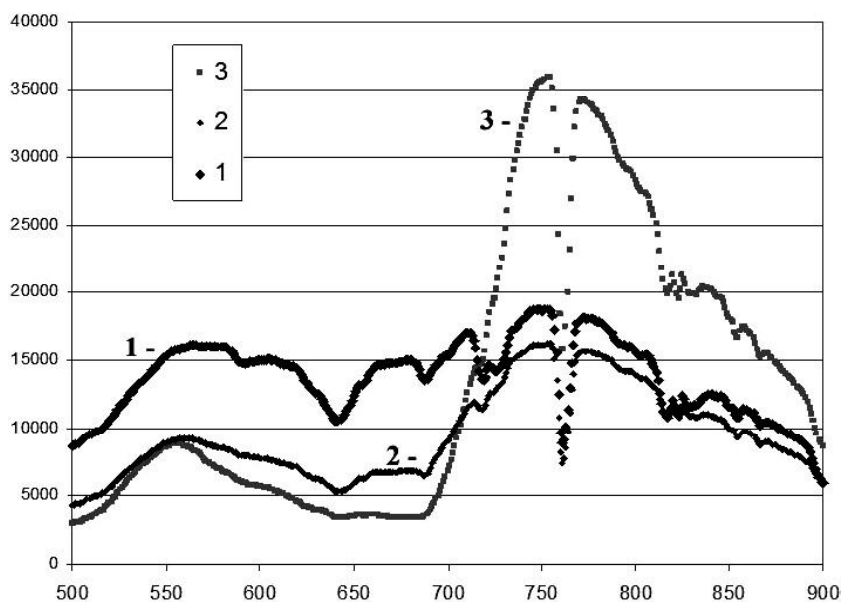


Рис. 5. Кривые спектрального отражения осоково-пушицево-сфагновой тундры: 1 — участка полностью покрытого прошлогодним опадом (сразу после схода снега), 2 — участка в период ранней вегетации, 3 — участка со 100%-ным покрытием зелеными побегами в середине вегетации.

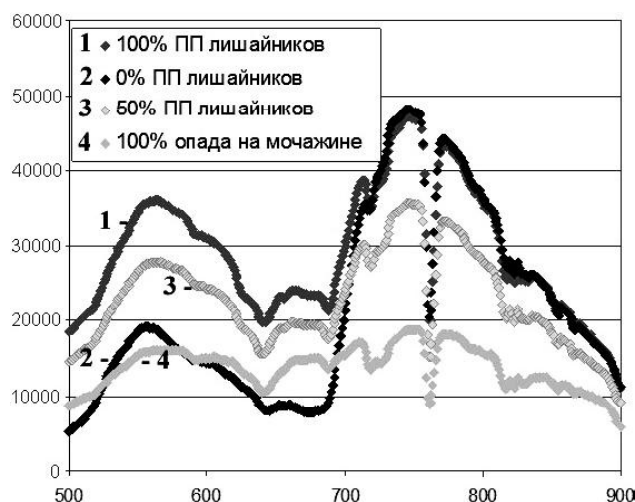


Рис. 6. Спектры лишайниково-кустарничковой тундры с различным проективным покрытием лишайниками (ПП) и видоизмененной под техногенным действием вторичной лишайниковой тундры (0% ПП лишайниками) и осоково-пушицевой тундры.

Хлорофилльный индекс Chl NDI исследованных сообществ

Тундровое сообщество	Начало вегетации (26.06.2008)	Середина вегетации (30.07.2007)
Осоково-пушицево-сфагновое, фоновое	0.248	0.572
Осоково-сфагновое, нарушенное	0.136	0.307
Лишайниково-кустарничковое, фоновое	0.193	0.190
Кустарничково-лишайниковое, нарушенное	0.252	0.394
Хвощевое на отсыпках	0.331	0.421

Юдахин Ф.Н., Губайдуллин М.Г., Коробов В.Б. Экологические проблемы освоения нефтяных месторождений севера Тимано-Печерской провинции. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 314 с.

СООБЩЕСТВА МИКРОАРТРОПОД НА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ВЫРУБКАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Е.М. Перминова, А.А. Дымов
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: perminova_83@mail.ru

Почвенные ресурсы Республики Коми имеют в первую очередь лесохозяйственное значение. Интенсивное освоение лесных богатств, применение средоразрушающей техники, частые нарушения технологии лесозаготовительных работ привели к массовой деградации хвойных лесов и формированию на вырубках лиственных насаждений (Лаптева и др., 2007). Между тем, лесные сообщества оказывают огромное и разностороннее влияние на свойства и режимы формирующихся под их пологом почв. Под пологом леса сглажены суточные колебания температуры и влажности, уменьшается скорость движения воздушных масс у поверхности почвы; под пологом хвойного леса значительно задерживается таяние снега; лесная подстилка замедляет просачивание осадков в почву и снижает скорость испарения влаги. При разложении подстилки образуются вещества, которые, просачиваясь в почву, значительно изменяют ее химизм. Лес является мощным регулятором стока, уменьшает эрозию почвы и т.д. (Гиляров, 1965). Поэтому понятно, что сведение леса, его рубка приводит к существенным изменениям режимов почвообразования. Формирование на месте рубок вторичных лиственных насаждений существенно меняет экологические условия функционирования почвообитающих животных.

Цель настоящей работы – выявление закономерностей распределения основных групп микроартропод в почвах разновозрастных вырубок.

Исследования проводили в среднетаежной подзоне Республики Коми (Усть-Куломский р-н) в районе западного отрога Тиманского кряжа на стационарных участках, где ведутся комплексные исследования по изучению влияния сплошнолесосечных рубок на изменение подзолистых суглинистых почв.

Объектами исследования послужили участки разного периода проведения рубок с последующим естественным лесовозобновлением и коренной ельник.

В ходе работы оценивали численность трех основных таксономических групп, составляющих комплекс микроартропод, – это коллемболы, панцирные клещи и мезостигматические клещи. Все три группы членистоногих составляют почвенную аэриобионтную микрофауну.

Для сбора материала использовали стандартные почвенно-зоологические методы (Количественные..., 1987). Пробы для учета численности и состава микроартропод отбирали в июне 2009 г.

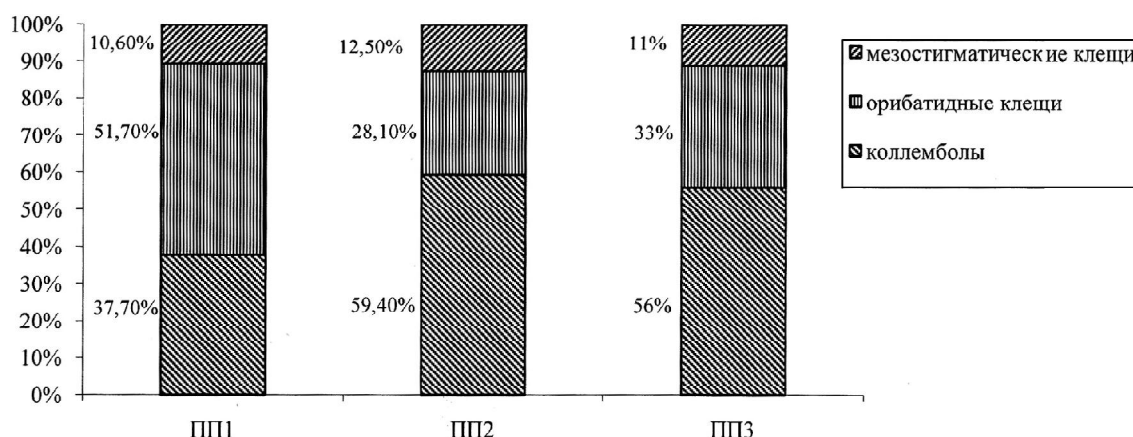
из горизонта лесной подстилки и подзолистого горизонта в 8-10-кратной повторности.

Для оценки изменения экологических условий на вырубках в момент отбора проб весовым методом определяли влажность почв. А их температурный режим изучали с помощью многоканальных логгеров, температурные датчики которых размещали в горизонте лесной подстилки, а также на глубине 20 и 50 см от поверхности почвы.

Ранее проведенные исследования на этих участках показали, что в биоклиматических условиях средней тайги в автоморфных условиях сплошные концентрированные рубки приводят к временному переувлажнению, сопровождающемуся развитием глеевых процессов. Активное заболачивание вырубок в первые годы после сведения лесной растительности приводит к ярко выраженной пространственной неоднородности морфологических и химических свойств почв. Для молодых вырубок характерны возростание кислотности верхней части почв, усиление агрессивности и миграционной способности гумусовых веществ, мобилизация и сегрегация соединений железа. Восстановление древесного растительного покрова на стадии формирования лиственных обуславливает снижение кислотности лесных подстилок и накопление в них биофильных элементов (Лаптева и др., 2007).

В ходе проведения исследований было установлено, что в связи со значительным пространственным варьированием мощности лесных подстилок, существенных различий между выбранными площадками по этому показателю не наблюдается. Можно отметить лишь тенденцию к некоторому увеличению мощности лесной подстилки на вырубке 2001-2002 гг., где она составляла около 13 см, в то время как в коренном ельнике и во вторичном лиственном насаждении мощности подстилок варьировали в пределах 5-8 см.

На момент отбора проб влажность почв на площадках несколько различалась. При этом прослеживается достаточно четкая тенденция к уменьшению влажности подзолистого горизонта и нижней части подстилки по мере перехода от коренного ельника к вырубке 1970-1971 гг. В коренном ельнике влажность подзолистого горизонта составляла около 55%, на вырубке 2001-2002 гг. – 42, а на вырубке 1970-1971 гг. – 34; влажность нижней части подстилки в коренном ельнике и на вырубке 2001-2002 гг. была примерно одинаковой – около 300%, на выруб-



Распределение различных групп микроартропод по биотопам: ПП1 – коренной ельник, ПП2 – вырубка 2001-2002 гг., ПП3 – вырубка 1970-1971 гг.

ке 1970-1971 гг. – 180. Влажность верхней части подстилки на вырубке 2001-2002 гг. составляла 200%, в то время как влажность верхней части подстилок коренного ельника и вырубки 1970-1971 гг. была 440 и 275% соответственно. Возможно, это связано с более высокими темпами транспирации и испарения влаги с поверхности почвы на вырубке 2001-2002 гг. из-за незначительной сомкнутости крон на данном участке.

Несмотря на разницу во влажности подстилок, плотность микроартропод закономерно изменяется в хронологическом ряду вырубок. Максимальная плотность отмечена в коренном ельнике – 250 тыс. экз./м², минимальная – на 40-летнем хвойно-лиственном насаждении – 100 тыс. экз./м², на вырубке 2001-2002 гг. численность микроартропод составила 170 тыс. экз./м².

Более 90% особей этой группы сосредоточено в горизонте лесной подстилки, на минеральную часть приходится незначительное количество. Причем на вырубках несколько меняется плотность заселения микроартроподами верхних горизонтов почв по сравнению с коренным ельником. В ходе исследований было отмечено, что на вырубках микроартроподы в большей степени концентрируются в нижней части лесной подстилки (порядка 80%), на коренном ельнике их численность в нижней части подстилки ниже – 66% от общей численности.

В коренном ельнике более половины микроартропод представлены панцирными клещами – одна из немногих групп почвенных сапрофагов, способная питаться хвойным опадом. В таежных лесах орибатида – наиболее эффективные первичные разрушители подстилки (Стриганова, 1980). Доля коллембол на данном участке значительно меньше (38%) (см. рисунок).

На вырубках роль коллембол возрастает, здесь они составляют 56-60% от общей численности микроартропод.

Значительное преобладание коллембол над орибатидами на вырубках, возможно, связано с изменением характера растительности и экологических условий.

Следует обратить внимание на тот факт, что доля мезостигматических клещей в составе сообществ микроартропод практически не изменяется на всех участках и составляет 10-13%.

Корреляционный анализ показал наличие прямой зависимости численности всех групп животных от влажности. Наиболее влажной является почва коренного ельника, где плотность микроартропод в среднем составляет 250 тыс. экз./м², при этом основная доля приходится на представителей панцирных клещей, которые достигают максимальных показателей в условиях высокой влажности, что не раз отмечалось в литературе (Стриганова, 1980).

Таким образом, изменение экологических условий на вырубках в подзоне средней тайги обуславливает практически двукратное снижение численности микроартропод в подзолистых почвах, их перераспределение по горизонтам лесной подстилки с преимущественным заселением ее нижней части и возрастание доли коллембол в составе сообществ почвообитающих микроартропод.

ЛИТЕРАТУРА

- Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука, 1965. 280 с.
- Количественные методы в почвенной зоологии / Под ред. Ю.Б. Бызовой, М.С. Гилярова, В. Дунгера и др. М.: Наука, 1987. 288 с.
- Лаптева Е.М., Симонов Г.А., Бонифацио Э. и др. Эволюция почв на вырубках средней тайги Республики Коми // Лесное почвоведение: итоги, проблемы, перспективы: Тез. докл. Междунар. науч. конф. Сыктывкар, 2007. С. 6-7.
- Стриганова Б.Р. Питание почвенных сапрофагов. М.: Наука, 1980. 244 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЕРМАЛЬНЫХ ЭКСТРАЗОНАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД (НА ПРИМЕРЕ ТЕРМАЛЬНОГО УРОЧИЩА ПЫМ-ВА-ШОР).

Т.В. Романис

Институт экологических проблем Севера

E-mail: romanistttka@gmail.com

В настоящее время вызывают большой интерес процессы функционирования термальных экстразональных экосистем, так как биогеоценозы термальных полей и источников принадлежат к наименее изученным, но при этом являются едва ли не самыми своеобразными и специфическими экосистемами, представляя собой важный компонент биологического разнообразия. Особенность прежде всего заключается в энергетической составляющей, в том, что они существуют благодаря непрерывному подтоку тепла и химических соединений из глубинных слоев Земли. Каждый из термальных биогеоценозов при общем принципе их организации (подток тепла и вещества из глубинных слоев Земли и их преобразования сначала на абиотическом уровне, а затем в биологических сообществах), тем не менее, уникален по облику, структуре и приоритетным механизмам организации и функционирования (Якушова, 1978).

На европейском Севере России расположена гряда Чернышова поднятия Чернова, которые выделяются наличием термальных источников. Присутствуют четыре группы источников: первая – воды относительно высокотемпературных источников (Пым-Ва-Шор, Иска-Иоль, Еджид-Ю); вторая – воды сероводородных и холодных источников (реки Адак, Харута); третья – воды холодных источников (реки Харута, Адзэва); четвертая – выходы холодных источников с азотным газом, в составе которого отмечалось наличие метана до 6% (р. Лек-Ю) (Гидрогеология СССР, 1970).

Опубликованные сведения по источникам Пым-Ва-Шор, принадлежащим к первой группе, крайне скудны. Первые об этих источниках около 160 лет назад (1849 г.) сообщил в своей рукописи «Страна самоедов Мезенских и ее обитатели» архимандрит Вениамин (Гидрогеология СССР, 1970). Далее краткие сведения об источниках привел А.В. Журавский в 1904 г. (Журавский, 1909). Первое детальное описание источников сделано приблизительно 100 лет назад сотрудником Полярного отряда Северо-Печорской экспедиции Н.А. Куликом (Кулик, 1909). Некоторые гидрогеологические данные об источниках приводятся в работах А.А. Чернова и «Гидрогеология СССР», 1970. Имеются сообщения о флоре этого урочища (Виноградова, 1962), а также ряд других работ, в которых приводятся краткие сведения о различных компонентах экосистемы, исключая данные о почвенном покрове.

В ноябре 2009 г. коллективом Института экологических проблем Севера была проведена Полярная комплексная экспедиция по изучению закономерностей функционирования арктической гидротермальной экосистемы в зимний период (на примере горячих источников Пым-Ва-Шор в Большеземельской тундре), в ходе которой одним из выделенных направлений исследований являлось подтверждение влияния теплового воздействия термальных источников, приводящее к нарушению летнего (биогенного) и зимнего (криогенного) циклов миграции элементов как следствие возможной самоорганизации ландшафта за счет специфического взаимодействия для компенсации замедленной, но непрерывной миграции веществ в зимнее время. Рабочая гипотеза для проведения исследований – незамерзание источников (температура до 29 °C) и района их впадения в р. Пым-Ва-Ю зимой, т.е. в зоне действия термальных не должно проявляться и сезонное промерзание грунтов. Соответственно, в непосредственной близости от источников должны быть большие по площади проталины, свободные от снежного покрова, с функционирующими наземными сообществами и активной почвенной биотой. В источниках и ручье Пым-Ва-Ю в зоне их воздействия должны сохранять активность водные сообщества.

В исследуемом урочище предварительно были выделены зоны выхода восьми горячих (температуры от 20.3 до 28 °C) и холодных (от 1.5 до 6 °C) источников. В процессе полевых исследований выявлено, что термальные источники продолжают функционировать в зимний период, несмотря на суровые температурные условия (температура окружающей среды колебалась от –30 до –40 °C). Также не замерзли и холодные источники, очевидно обладая повышенными концентрациями растворенных солей. Талые незамерзшие почвы обнаружены только вблизи прирусловой зоны наиболее сильных термальных источников. Они были измерены (три крупных незамерзающих участка площадью 0.25, 0.5, 1.0 м² и вдоль русла дополнительные небольшие площади), а местоположение зафиксировано. Границы талых почв выделялись на основе измерения температур термометром ТК-505 (максимальная температура грунтов в центральной части проталины составляла порядка 15 °C, постепенно уменьшаясь к периферии, вплоть до достижения отрицательных значений). На выявленных участках взяты образцы

почв для исследования в лаборатории. Учитывая создавшиеся условия, отбор проб был затруднен. Максимальная глубина, на которой обнаружены выходы горных пород – 50 см (что характеризует почвы как маломощные). Для исследования ограничили отбором валовых образцов мелкозема (глубина отбора 25 см), так как глубже значительно затрудняли отбор проб крупные камни.

Окраска большинства исследованных почвенных образцов бурая (характерна для глинистых почв с высоким содержанием иллита, слюдистых минералов и смеси разных форм гидратированных окислов железа), также есть серые, темно-бурые и темно-серые образцы (определение проводили с помощью треугольника почвенных окрасок С.А. Захарова).

Определение механического состава почв выполнено методом отмучивания. На исследуемой территории наиболее распространены глинистые почвы, содержащие более 50% частиц физической глины диаметром менее 0.01 мм. Глинистая фракция способствует набуханию и слабому пропусканию влаги. Присутствуют тяжелые суглинки с содержанием глинистых частиц от 20 до 30%, легкие – от 10 до 20%.

Исследованы некоторые химические показатели почв: это реакция среды, значения которой находятся в интервале от 5.9 до 7.0. Близкая к нейтральной и строго нейтральная реакция среды характерна для глинистых почв. Содержание органического вещества от 43 до 88% (определение проводили согласно Тюрину в модификации ЦИНАО).

Таким образом, в ходе полевых исследований определен характер распределения незамер-

зающих участков почвенного покрова, вследствие влияния термальных источников, они находятся вблизи прирусловой зоны термальных источников, площадь наиболее крупных участков 0.25, 0.5, 1.0 м². Отобранные образцы почв проанализированы по ранее указанным показателям. В дальнейшем требуется выделить зависимость изменения исследуемых показателей от степени влияния термальных источников на почвенный покров урочища. Полученные данные – основа для проведения дополнительных исследований в летний период, когда возможно детальное описание почвенного покрова термального урочища, с учетом местонахождения выявленных незамерзающих участков почв.

ЛИТЕРАТУРА

- Виноградова В.М.* Флора района теплых источников Пым-Ва-Шор в Большеземельской тундре // Вестн. Ленинградского ун-та, 1962. № 9. С. 22-34.
- Гидрогеология СССР. Т. 42. Коми АССР и Ненецкий АО Архангельской области РСФСР. М.: Недра, 1970. 180 с.
- Глазовский Н.Ф.* Принципы районирования территории по условиям природной региональной миграции вещества // Вопросы географии. М.: Мысль, 1983. Вып. 120. С. 19-28.
- Журавский А.В.* Большеземельская тундра // Изв. Архангельского об-ва изучения Русского Севера, 1910. С. 1-11.
- Кулик Н.А.* Источники «Пым-Ва-Шор» // Изв. Архангельского об-ва изучения Русского Севера, 1909. С. 22-34.
- Муравьев А.Г., Каррыев Б.Б., Лянзберг А.Р.* Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство / Под ред. А.Г. Муравьева. СПб.: «Крисмас+», 2000. 164 с.
- Якушова А.Ф.* Геология с элементами геоморфологии. М.: Изд-во МГУ, 1978. 445 с.

УЧЕТ ПРИНЦИПОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ В КРИОЛИТОЗОНЕ (НА ПРИМЕРЕ НИЗОВИЙ РЕКИ АДЗЬВА)

А.М. Рочева

Институт управления, информации и бизнеса

E-mail: mibi@ugtu.net

Задача улучшения состояния окружающей среды, сохранения и приумножения природных богатств имеет важное народохозяйственное значение и является одной из основных в концепции устойчивого развития. Выполнению поставленной задачи во многом способствует процедура территориального планирования, которое направлено на создание определенной территориальной организации путем лимитирования хозяйственной деятельности, наиболее адаптированной к природным условиям района с учетом возможных изменений окружающей среды, обусловленных воздействием разных видов природопользования, а также с учетом

социально-хозяйственных нужд коренного населения. Территориальная организация представляет собой пространственную организацию жизни людей, сложившуюся на определенном этапе социально-экономического развития и включающую размещение населения и отраслей производственной и непроизводственной сфер, природопользования и проч. (СЭС, 1990). В России территориальное планирование имеет особо важное значение для северных территорий, занимающих 67% ее площади и представляющих собой ценный и неустойчивый территориальный ресурс. Территориальный ресурс – особый вид природных ресурсов, который опреде-

лен Н.Ф. Реймерсом как ресурс ненарушенных пространств, который является невозобновимым (Реймерс, 1990). Они несут общепланетарные биосферные функции.

Типичный вариант биосферного ресурса – Большеземельская тундра, являющаяся составной частью экологического пространства России (Лосев, 2001). При нетрадиционном хозяйственном использовании этого пространства потребление природных благ не должно превышать естественных ограничений, обусловленных физическими параметрами этого пространства; общая площадь нетрадиционного использования не должна превышать 5-10% площади ландшафта (Реймерс, 1994).

Для решения проблемы и сохранения территориальных ресурсов необходимо использовать конкретные механизмы, способные обеспечить устойчивое развитие северных территорий, а также дать рекомендации по территориальному планированию на прединвестиционном этапе, основываясь на результатах анализа ландшафтной структуры. К ограничениям к природопользованию относим те, следование которым позволяет обеспечить максимально возможную сохранность природных экосистем при осуществлении нетрадиционного хозяйственного освоения территории. Все ограничения к природопользованию предлагается разделить на группы, которые носят экологический, социальный и инженерный характер. Первые две обеспечивают устойчивое развитие территории, последняя – устойчивость техногенных систем. Экологическую группу ограничений делим на законодательные и геоэкологические; социальные ограничения, связанные с сохранностью природной основы ведения традиционного хозяйства, назовем природоресурсными; с промышленным освоением связаны инженерно-геологические ограничения (Осадчая, 2009).

Рассмотрим эти ограничения для участка криолитозоны Интинского р-на Республики Коми, приуроченного к низовьям р. Адзъва. Он включает три природные подзоны (северная лесотундра – СЛТ, южная лесотундра – ЮЛТ, крайнесеверная тайга – КСТ) и соответственно три геокриологические подзоны прерывистого, массивно-островного и островного распространения многолетнемерзлых пород (Маслов, 2005). Для него был проведен ландшафтный анализ на зональном, региональном и локальном уровнях с целью выявить ограничения к природопользованию. Учет ограничений позволит дать рекомендации по территориальному планированию исследуемого участка, что, в свою очередь, будет способствовать сохранению ценного территориального ресурса.

Законодательными считаем ограничения, строго определенные законодательством РФ и субъектов федерации и реально ограничивающие воздействия на природные объекты. На

территории исследования такие ограничения представлены только водоохранными зонами рек.

К геоэкологическим можно отнести ограничения по отношению к территориям, осуществляющим средообразующие функции, чей биосферный статус определен, но реально не обеспечен законодательно, либо вообще не определен. Для исследуемой территории это притундровые леса, леса крайнесеверной тайги и проточные болота.

Природоресурсные ограничения касаются пространств традиционного природопользования. Это естественные кормовые угодья, принадлежащие оленеводческим хозяйствам – зимние пастбища, приуроченные к лесам.

Инженерно-геологические ограничения относятся к участкам с высокой степенью риска возникновения аварийных ситуаций в случае строительства промышленных и иных объектов на таких территориях. Эти ограничения носят не абсолютный, а относительный характер. Для рассматриваемой территории ограничения для строительства связаны главным образом с участками развития топяных, осоково-травяно-моховых болот, выпуклых торфяников в стадии роста, карста.

В соответствии со стратификационной схемой В.С. Зархидзе (Легенда..., 1999) на территории исследования выделены пять региональных и один интразональный ландшафты:

– Г: абразивно-аккумулятивная морская (ледово-морская) эоплейстоценовая поверхность водоразделов с абсолютными отметками 120-130 м;

– Д: абразивно-аккумулятивная морская нижнеплейстоценовая поверхность водоразделов с абсолютными отметками 90-120 м;

– Е: абразивно-аккумулятивная озерно-аллювиальная нижнеплейстоценовая поверхность водоразделов с абсолютными отметками 70-90 м;

– Ж: эрозионно-аккумулятивная озерно-аллювиальная среднеплейстоценовая поверхность водоразделов с абсолютными отметками 60-70 м;

– З: эрозионно-аккумулятивные надпойменные террасы верхнеплейстоцен-голоценового возраста с абсолютными отметками 50-60 м;

– И: эрозионно-аккумулятивная аллювиальная голоценовая поверхность пойм рек и ручьев с абсолютными отметками 40-50 м.

Для КСТ наиболее репрезентативными являются ландшафты Д, Г, Е; для ЮЛТ – Е, Д, Г, З; для СЛТ – Е, Д, З, Г.

Целесообразным и показательным представляется анализ ограничений к природопользованию на примере ландшафтов Д, Е и Г, которые являются наиболее представительными для рассматриваемых природно-территориальных комплексов.

Ландшафтный анализ показал, что для Д относительные показатели законодательных,

геоэкологических и природоресурсных ограничений получили свои максимальные значения в КСТ. При этом такая тенденция сохраняется и на примере других ландшафтов (Г и Е), что можно объяснить наличием на территории КСТ значительных площадей лесов, которые занимают порядка 67.7% территории КСТ в пределах исследуемой площади. Ландшафт Д характеризуется также максимальным значением инженерно-геологических ограничений на территории ЮЛТ, что связано со значительной площадью, занятой выпуклыми торфяниками (в сочетании с относительно большой площадью болот), на которых строительство площадных объектов связано с повышенным уровнем риска. Площадь территории без ограничений к природопользованию в пределах ландшафта Д растет по мере продвижения с юга на север, так как в этом же направлении сокращается доля лесов и возрастает доля территорий, занятая тундровыми урочищами.

Ландшафт Е характеризуется снижением законодательных ограничений в ЮЛТ в связи с сокращением площади водоохранных зон, одновременно наблюдается максимальное значение доли геоэкологических ограничений в той же зоне, обусловленное по сравнению с КСТ – большей долей проточных болот, а по сравнению с СЛТ – значительной площадью лесов. Природоресурсные ограничения теряют свое значение по мере продвижения с юга на север, что связано также с постепенным сокращением доли лесов в структуре ландшафта Е от КСТ до СЛТ. Наибольшее значение инженерно-геологических ограничений наблюдается так же, как и в ландшафте Д, в области ЮЛТ, что опять же обусловлено значительной площадью выпуклых торфяников наряду с большой долей осоково-травяно-моховых болот. В связи с этим минимальное значение площади без ограничений к природопользованию наблюдается в ландшафте Е также в области ЮЛТ, а максимальное – в СЛТ (за счет площади тундровых урочищ).

Для Г в области законодательных ограничений наблюдается тенденция к снижению по мере движения с юга на север, т.е. площади водоохранных зон сокращаются. Причем в СЛТ в данном ландшафте водоохранных зон не наблюдается вовсе, но так как ландшафт Г не является наиболее представительным для рассматриваемой области СЛТ, то такая особенность носит, скорее всего, локальный характер. В области геоэкологических ограничений наблюдается иная тенденция по сравнению с рассмотренными ландшафтами – значение в области СЛТ пре-

вышает аналогичное в ЮЛТ, что также можно объяснить локальной особенностью, применимой только к исследуемой территории. Природоресурсные ограничения характеризуются той же тенденцией к снижению по мере движения на север. Инженерно-геологические ограничения имеют наименьшее значение в области ЮЛТ, обусловленное незначительной площадью торфяников и топяных болот. В связи с этим максимальное значение площадей без ограничений к природопользованию относится также к области ЮЛТ, в остальном же тенденция превышения значения таких ограничений в СЛТ тоже превышает значение в области КСТ.

Таким образом, по результатам оценки и анализа ландшафтной структуры исследуемой территории можно сделать следующие выводы: 1) при территориальном планировании в каждой природной подзоне следует обратить внимание на более молодые ландшафты (Е, З); 2) в северной и южной лесотундрах в освоение можно вовлекать и более «старые» по возрасту ландшафты (Д – в СЛТ, Г – в ЮЛТ); 3) из наиболее репрезентативных для всей территории ландшафтов Д и Е более пригодным к освоению является ландшафт Е.

Размещение объектов обустройства в соответствии с данными рекомендациями позволит обеспечить устойчивое развитие в каждой из природных подзон.

ЛИТЕРАТУРА

Легенда Печорской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации М: 1:200 000 (издание 2-е). Книга 1. Объяснительная записка. Книга 2. Легенда Печорской серии / Составители С.Е. Симвалова, В.С. Зархидзе. Ухта, 1999. Книга 1. 206 с.; Книга 2. 18 с.

Лосев К.С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке. М.: Изд-во «Космосинформ», 2001. 400 с.

Маслов А.Д., Осадчая Н.В., Тумель Н.В., Шполянская Н.А. Основы геоэкологии: учебное пособие. Ухта: Изд-во Института управления, информации и бизнеса, 2005. 176 с.

Осадчая Г.Г. Сохранение территориального ресурса как одно из условий устойчивого развития криолитозоны (на примере Большеземельской тундры). М., 2009. С. 24-31.

Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, принципы и гипотезы). М.: Журнал «Россия Молодая», 1994. 367 с.

Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

Советский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1990. 1338 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРМАЛЬНОГО УРОЧИЩА ПЫМ-ВА-ШОР (БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКАЯ ТУНДРА)

Н.Г. Скютте

Институт экологических проблем Севера УрО РАН

E-mail: malachka@yandex.ru

Многочисленность и разнообразие термальных вод на территории Земли с глубокой древности привлекали внимание местных жителей, которые широко использовали их для лечения. Еще 2600 лет назад в Японии термальные воды стали применяться в медицине.

В России практическое использование термальных вод началось во времена Петра I. По его инициативе был создан первый отечественный курорт – Марциальные воды. С развитием техники и потребностей человечества термальные воды используются не только в медицине, но и для теплоснабжения и в качестве альтернативного источника электричества. Главным достоинством геотермальной энергии является ее практическая неиссякаемость и полная независимость от условий окружающей среды, времени суток и года.

Единственный достоверно известный выход наиболее мощных по расходу горячих источников в пределах Северной Европы – термальное урочище Пым-Ва-Шор в Большеземельской тундре. Оно располагается в труднодоступном и малоизученном районе Полярного Предуралья, в геологическом плане относящемся к Уральскому краевому прогибу и, в частности, к одной из его наиболее активных складчатых структур – гряде Чернышова (Почвенно-геологические..., 1984).

Первые упоминания об источниках Пым-Ва-Шор (с коми языка – «ручей горячей воды») были у архимандрита Вениамина (1849 г.) в неизданной рукописи под названием «Страна самоедов Мезенских и их обитатели», в которой он указывал на то, что среди местного населения источники славятся как лечебные. Вода теплых ключей исцеляет от желудочных, грудных, глазных и легочных болезней (Гидрогеология СССР, 1970).

Первые опубликованные сведения о термальных источниках урочища Пым-Ва-Шор относятся к началу XX в. А.В. Журавский (Журавский, 1910) отмечал в них повышение температуры до 32 °С и изобильную фауну, в частности большую заселенность живыми моллюсками, встречающимися на Камчатке в районах гейзеров. Н.А. Кулик (Кулик, 1909) описал несколько источников с различной аномальной температурой воды: 28-17 °С в одних случаях и 2-4 °С – в других, отмечая необычайно богатую травяную растительность в зоне действия теплых вод. Гидрогеологические данные об источниках приводятся в «Гидрогеологии СССР» (Гидрогеология СССР, 1970). Также имеются данные по описанию флоры урочища (Виноградова, 1962)

и ряд других публикаций, которые кратко описывают различные компоненты экосистем.

Количество научно-литературных источников, посвященных описанию гидротермального урочища Пым-Ва-Шор, крайне скудно. Изучение термальных источников интересно как с точки зрения изучения истории формирования, закономерностей функционирования экосистем, так и планирования их возможного рационального использования.

Термальное урочище Пым-Ва-Шор – уникальный объект для изучения закономерностей функционирования гидротермальных экосистем в условиях Европейского сектора Арктики.

В 2009 г. Институтом экологических проблем Севера были организованы две комплексные экспедиции. В задачи Ненецкой комплексной экспедиции входило проведение рекогносцировочных исследований компонентов природной среды на востоке Большеземельской тундры по маршруту Воркута – Вашуткины озера – долина р. Адзьва – гряда Чернышова – термальное урочище Пым-Ва-Шор. В задачи Полярной комплексной экспедиции входило изучение термальных экосистем в зимний период и получение исходных данных для анализа сезонной изменчивости экосистемы.

По сравнению с предыдущими исследованиями в ходе наших комплексных экспедиций более детально описаны выходы термалей и сделаны их координатные привязки.

В период полевых исследований определены количественные показатели температуры воды источников и в местах их впадения в ручей Пым-Ва-Ю. Всего обследовано 13 источников. При этом отмечено, что в семи источниках температура воды в зимний и летний периоды колеблется от 19.5 до 27.4 °С, в одном источнике данный показатель составляет 28.5 °С. В остальных пяти температура воды варьирует в пределах от 0.6 до 6.0 °С. Было отмечено, что колебания температур в зимний и летний периоды находятся в пределах 1.0 °С, при этом температуры воды в большинстве источников (теплых и холодных) в зимний период выше.

Исследования функционирования источников показали, что по расходу воды относятся к малодебитным источникам (менее 50 л/с). Значения не превышают 14 л/с.

Согласно полученным экспедиционным данным, источники урочища Пым-Ва-Шор по температуре воды можно отнести к трем группам: очень холодные (0-4 °С), холодные (4-20 °С) и теплые (20-37 °С). По классификации источников гряды Чернышова источники урочища Пым-

Ва-Шор относятся к первой группе – с относительно высокой температурой вод (Гидрогеология СССР, 1970).

Отобраны пробы воды для полного химического анализа, которые на сегодняшний день проходят обработку в лабораторных условиях.

Термальные источники Пым-Ва-Шор и прилегающие к ним территории из-за труднодоступности изучены не достаточно. Необходимо провести более детальные исследования, которые позволят дать комплексную эколого-географическую характеристику урочища Пым-Ва-Шор и сформулировать рекомендации по охране уникального природного комплекса.

Исследования выполнены при поддержке грантов РФФИ №№ 10-04-00897-а и 10-04-10125-к, междисциплинарного проекта УРО РАН «Ландшафтно-зональные условия и видовое разнообразие беспозвоночных животных на европейском Севере: оценка роли природных и антропогенных факторов» и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» (НИР «Шмели (Ну-

menoptera, Apidae, Bombus) в естественных и антропогенно нарушенных экосистемах на севере Русской равнины (география, экология, биология и практическое значение»; «Закономерности ландшафтно-зонального распределения видов и сообществ в пределах Европейского сектора Российской Арктики и сопредельных таежных регионов»).

ЛИТЕРАТУРА

Виноградова В.М. Флора района теплых источников Пым-Ва-Шор в Большеземельской тундре // Вестн. Ленинградского ун-та, 1962. № 9. С. 22-34.

Гидрогеология СССР. Т. 42. Коми АССР и Ненецкий АО Архангельской области РСФСР. М.: Недра, 1970. 288 с.

Журавский А.В. Большеземельская тундра // Изв. Архангельского об-ва по изучению Русского Севера, 1910. С. 1-11.

Кулик Н.А. Источники «Пым-Ва-Шор» // Изв. Архангельского об-ва по изучению Русского Севера, 1909. С. 22-33.

Почвенно-геологические условия Нечерноземья. М.: Изд-во МГУ, 1984. 608 с.

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ПЛОЩАДЯХ МАССОВОГО УСЫХАНИЯ ЛЕСОВ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Е.А. Сурина, А.О. Сеньков

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства

E-mail: birch99@mail.ru

На Европейской территории России происходит сдвиг весенних сроков фенологических событий в сторону более ранних дат и прогнозируется его дальнейшее увеличение. Изменение сроков фенологических событий у отдельных видов приводит к временному рассогласованию жизненных циклов в разных компонентах природных экосистем, что потенциально может сказаться на их структуре и функции. Отдельными исследованиями (Файзулин и др., 2009) в географических культурах хвойных молодняков на европейском севере России показано, что нарастание запаса у южных климатипов происходит более интенсивно, чем у северных, что может свидетельствовать о возможном потеплении климата и передвижении границ между лесорастительными зонами к северу.

Исследования проводились сотрудниками ФГУ «СевНИИЛХ» в 2009 г. в усыхающих ельниках, в различных лесорастительных условиях, с разной таксационной характеристикой в междуречье Северной Двины и Пинеги (Кавринское участковое лесничество).

В исследуемой части района усыхания лесной фонд является слабо освоенным как в общеэкономическом плане, так и лесоэксплуатационном. Изученные древостои сформировались в результате массовых пожаров 270-летней давности, поэтому характер усыхания ели разли-

чен – от диффузного до сплошного. В связи с тем, что пожары в разных частях региона междуречья Северной Двины и Пинеги имели место в разные периоды, то и формирование старовозрастных древостоев ели на этих участках происходило в разное время, следовательно, и процесс усыхания тоже.

На основании полученных фактических данных установлено:

1. Рассматриваемые массивы ельников по материалам исследований представляют собой широко распространенную категорию разновозрастных с перестойным ярусом старовозрастных насаждений. В этих ельниках достаточно явно выражены два поколения.

2. Исследование сухостоя свидетельствует о том, что усыхание начиналось именно с перестойных ельников и в дальнейшем распространялось на древостой меньших возрастных групп (5-6 лет назад). В обследованных древостоях Кавринского участкового лесничества наличия деревьев с частично усыхающей и более 1/3 кроной не выявлено, что может свидетельствовать о замедлении развития усыхания. Имелись только деревья с изреженной из-за интенсивного отмирания старой хвои кроной, это позволяет считать, что усыхание находится в стадии «затухания», и при стрессовых ситуациях оно может захватить ослабленные деревья, про-

явиться на новых площадях. Наибольший процент усохших деревьев ели в Кавринском участке лесничества отмечен в ельнике черничном свежем (в среднем 20%), наименьший – в ельнике черничном влажном (в среднем 9%).

3. Отличительной и важной особенностью процесса усыхания является часто наблюдающийся облом вершинной части деревьев (более 1/3 деревьев имели сломанные вершины), интенсивный вывал сухостоя и превращение его в валеж. Можно отметить, что усыхание древостоев на участках проходило с разной интенсивностью, о чем свидетельствует разное состояние сухих деревьев. Некоторые усохшие деревья имели серую или желто-зеленую хвою. Зафиксировано в большом количестве наличие деревьев, поврежденных стволовыми вредителями (короедом-типографом – *Ips typographus* L., усачами рода *Monochamus*) и дереворазрушающими грибами (еловая губка, окаймленный трутовик, еловый комлевой трутовик), на пораженных стволах имелись продольные трещины и синева древесины на глубину 10-50 мм от поверхности, частично отсутствовала кора.

4. На пробных площадях 2009 г. также отмечено много буреломных и ветровальных экземпляров, смолотечение на многих деревьях свидетельствует о поражении их корневой губкой. Из-за высокой зараженности комлевыми и стволовыми гнилями сухостойные деревья быстро выпадают во время сильных ветров.

5. На пробных площадях Кавринского участка лесничества в перестойной части древостоя ярко выражены признаки «распада» древостоя. Старые очаги усыхания находятся в стабильном состоянии, если не считать того, что происходит распад усохших древостоев и интенсивный рост тонкомерных особей. Доля погибших деревьев ели изменяется в исследованных типах леса с 23 до 39% общего их количества, доля выпавших – с 17 до 29%, где наибольший процент – в ельнике черничном свежем, а наименьший – в ельнике черничном влажном.

6. Валеж представлен наиболее крупномерными и фаутными стволами с большой высотой, близкими по возрасту к естественной спелости. В связи с тем, что в валеже имеются единичные крупномерные деревья, общая относительная величина запаса превышает величину отпада по числу стволов.

На основании проведенных исследований на пробных площадях и маршрутах выявлено следующее:

- усыхание еловых лесов зависит от продуктивности и возрастного строения лесов, типов лесорастительных, а также природных условий;
- интенсивность усыхания зависит от гидрологических условий, в частности, от уровня грунтовых вод и заболоченности. Усыхание еловых лесов выявлено на элементах рельефа, находящихся на различной абсолютной высоте.

Для таежных ельников северной подзоны тайги характерно наличие крупных «окон», образующихся в результате распада древостоя. Снижение полноты и наличие «окон» способствуют увеличению запаса снега, большому проникновению жидких осадков, что усиливает подзолообразовательный процесс на подзолистых почвах. Помимо этого увеличивается плотность почв, снижается их водопроницаемость. Подзолообразовательный процесс в таежных ельниках способствует формированию водоупорного горизонта на относительно небольшой от поверхности глубине, что неблагоприятно влияет на водно-воздушный режим почв. В таких условиях слой почвы, доступный для растительности над слоем линзы, маломощный, а степень поступления питательных веществ к растениям очень низкая. В случае пересыхания поверхностного слоя доступ почвенной влаги из нижележащих горизонтов также будет затруднен. Во влажные годы, наоборот, возможно заболачивание.

Основополагающая причина – старение, возраст древостоев. Полной гибели еловых насаждений, как правило, не происходит. Естественная спелость – это возрастной период жизни древостоя, в котором наступает его отмирание. В подавляющем большинстве случаев усыхает значительная часть наиболее крупных и старых деревьев, хотя отдельные участки леса усыхают почти полностью. Даже на наиболее сильно пострадавших участках леса, как правило, сохраняется жизнеспособный еловый подрост и деревья второго яруса.

По результатам анализа проделанной работы в 2009 г. был определен ряд предложений и рекомендаций по решению вопросов усыхающих ельников:

- осуществлять отвод лесосек в рубку и передачу его лесозаготовителям за счет отбора усыхающих старовозрастных древостоев;
- для районов их распространения рекомендуется лесоустройству планировать специальную расчетную лесосеку главного пользования, например, лесосеку «по состоянию», с освоением этих древостоев примерно за 10 лет. Следует своевременно, до наступления предельного возраста, вырубать такие древостои, специально их учитывать при лесоустройстве и назначать в первоочередную рубку, не допуская усыхания;
- в усыхающих старых ельниках рекомендуется применение сплошных рубок. При наличии достаточного количества жизнеспособного елового подростка под пологом ельников целесообразна сплошная рубка с сохранением елового подростка;
- восстановление территории с использованием естественного потенциала лесовосстановления за счет сохранения подростка и мер содействия естественного возобновления, селекционно-улучшенного, высококачественного посадочного материала и передовых технологий при создании лесных культур и ухода за ними (про-

ведение рубок ухода с выборкой нижнего полога оставляемой части древостоя);

- создание инфраструктуры для местной переработки низкотоварной древесины, заготавливаемой при проведении лесохозяйственных мероприятий;

- в целях создания возможностей для ускоренного использования усыхающих ельников, расположенных вдали от транспортных путей, необходимо строительство лесовозных дорог от лесосек до действующих дорог и сплавных рек;

- в целях наблюдения за усыханием ельников, а также прогноза развития усыхания ле-

сов и оценки его последствия рекомендуется создание сети пунктов мониторинга. На основании данных мониторинга можно моделировать ситуацию с усыханием ельников на несколько лет вперед и в зависимости от прогноза планировать режим лесопользования.

ЛИТЕРАТУРА

Файзулин Д.Х. и др. Изучение географических культур на северо-западе России в контексте глобального изменения климата // Экологические проблемы севера: Межвузовский сборник научных трудов. Архангельск: АГТУ, 2009. Вып. 12. С. 93-95.

ЛОКАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В ЗОНЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЫКТЫВКАРСКОГО ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Н.В. Торлопова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: torlopova@ib.komisc.ru

В среднетаежной зоне Республики Коми крупнейшим стационарным источником промышленных выбросов в воздушный бассейн является ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» (СЛПК). Его основные поллютанты – оксиды углерода, азота, серы, сероводород, сероорганические соединения, минеральная пыль, содержащая карбонаты и сульфиды кальция и натрия. В последние годы суммарное количество выбросов колеблется около 20 тыс. т в год, что в 1.4 раза ниже, чем в 2004 г., и в 1.6 – чем в 1998 г. (Экологический отчет, 2008). Исследования проводились на восьми ППП, охватывающих сосняки черничные: четыре контрольных (фоновых), расположенных на расстоянии 48-52 км к северу от СЛПК, и четырех опытных, расположенных к северо-востоку от источника загрязнения на расстоянии от 1.3 до 11.2 км от источника эмиссии в направлении доминирующей составляющей региональной розы ветров (Торлопова, Робакидзе, 2003).

Таксационную характеристику насаждений определяли согласно общепринятым методам лесной таксации (Захаров, 1967; ГОСТ 16128, 1970). Исследования экологической структуры древостоев проведены согласно «Руководству по методам и критериям согласованного отбора образцов, оценки, мониторинга и анализа воздействий загрязнения воздуха на леса» (Manual..., 2006), используемому в международной программе-методике ICP-Forests.

Сосняки черничного ряда произрастают на иллювиально-гумусовых железистых подзолах. Они представлены средневозрастными, припевающими и спелыми древостоями послерубочного и послепожарного происхождения. Древостои одновозрастные и условно-одновозрастные средней и относительно высокой продуктивности. Древесный ярус состоит из сосны (*Pinus*

sylvestris), осины (*Populus tremula*), березы (*Betula pubescens*, *B. pendula*), редко встречается ель сибирская (*Picea obovata*). За период исследований в древостоях снижается число деревьев сосны как в фоновых, так и в загрязненных условиях. Однако в зоне аэротехногенных выбросов процент снижения в два раза выше. Это приводит к снижению объемного прироста древесины в 1.8 раз. Среди возобновления преобладает здоровый подрост ели, тогда как подрост сосны и березы усыхает на разных стадиях развития.

Проведен сравнительный анализ состояния древостоев (рис. 1). Наиболее информативным признаком текущего состояния дерева является дефолиация кроны, т.е. степень потери хвои по сравнению с абсолютно здоровым деревом. Так, в зоне влияния СЛПК по сравнению с 1998 г. доля деревьев без потерь хвои увеличилась в три раза и составила 88%. Участие деревьев со слабой степенью дефолиации уменьшилось в 3.8 раза и составило 12%. Деревья с более выраженной потерей хвои отсутствуют. Эти изменения указывают на то, что по степени дефолиации кроны состояние древостоев в 2009 г. по сравнению с 1998 г. улучшилось. Дехромация, т.е. степень потери цвета хвоей вследствие различных причин, является важным признаком состояния дерева. Этот показатель в 2009 г. по сравнению с 1998 г. снижается, но в меньшей степени, чем дефолиация. Количество деревьев без пожелтевшей хвои уменьшилось незначительно и составило 56%. Доля деревьев со слабой степенью дехромации увеличилась в 1.4 раза и составила 42%. Значительно (в восемь раз) уменьшилась доля деревьев со средней степенью дехромации и составила 2%. Доля деревьев без сухих сучьев в 2009 г. по сравнению с 1998 г. увеличивается в четыре раза и достига-

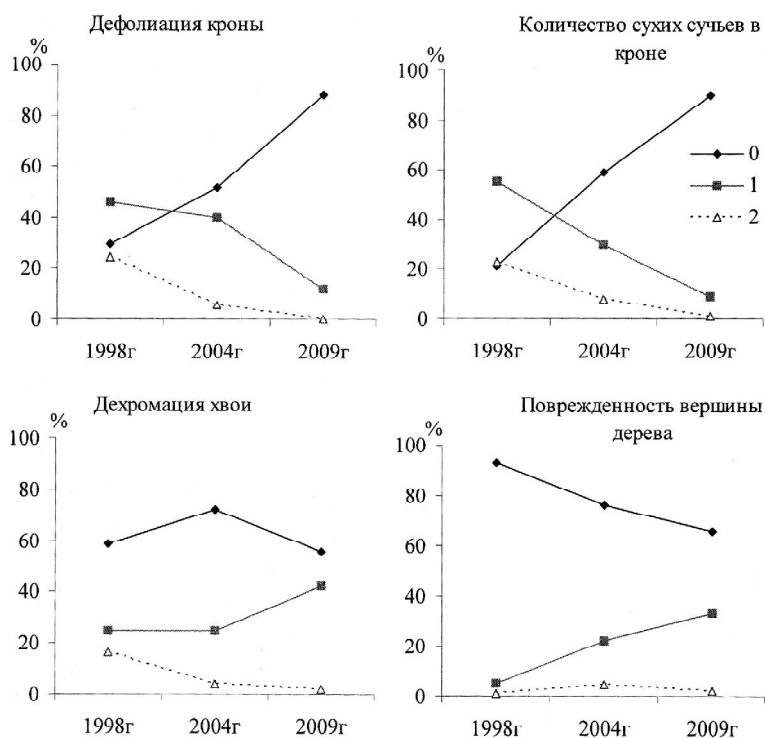


Рис. 1. Параметры состояния древостоев сосняков черничных в зоне аэротехногенного загрязнения СЛПК (0 – здоровое дерево, 1 – 10-25% повреждений, 2 – 26-50, 3 – 51-90%; для поврежденности вершины: 0 – здоровая, 1 – поврежденная, 2 – сухая).

ет 90%. Доля деревьев 1 класса (10-25% сухих сучьев) уменьшается в шесть раз и составляет 9%, и 1% остается на деревьях среднеповрежденные по наличию сухих сучьев. Среди всех оцениваемых параметров за десять лет наблюдений продолжает ухудшаться лишь состояние верхушек деревьев. Доля деревьев с здоровой

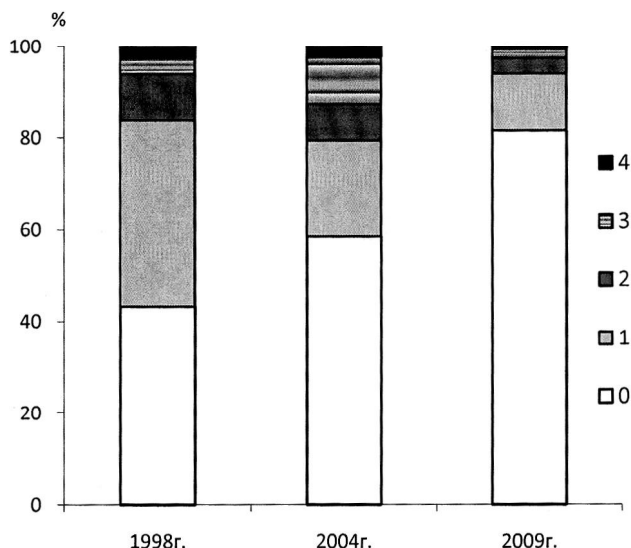


Рис. 2. Динамика распределения деревьев в сосновых древостоях в зоне аэротехногенного загрязнения СЛПК по классам поврежденности: 0 – здоровое, 1 – слабоповрежденное (повреждение по одному или сумме всех признаков составляет 11-25%), 2 – среднеповрежденное (26-60% повреждений), 3 – сильноповрежденное (отмирающее) (61-99%), 4 класс – отмершее дерево (100%).

вершинкой уменьшилась в 1.4 раза и составила в 2009 г. 66%, повреждена верхушка у 35% деревьев, что в шесть раз больше, чем в 1998 г. Повреждения верхушек деревьев могут быть обусловлены воздействием высоких концентраций загрязняющих веществ в воздухе в результате разовых выбросов.

Каждому дереву присвоен класс поврежденности с учетом степени дефолиации, дехромации, наличия сухих сучьев в кроне и состояния верхушки дерева. На самом ближайшем участке (в 1.3 км) доля слабоповрежденных деревьев самая большая среди исследуемых участков и достигает 25%. За счет этого доля здоровых деревьев снижается до 70% – это самый низкий показатель в 2009 г. Структура древостоев по классам повреждения деревьев на остальных участках не зависит от расстояния до источника загрязнения и существенно не различается между собой.

Анализируя распределение деревьев по классам поврежденности по годам наблюдений, можно заключить, что состояние сосновых древостоев в зоне влияния СЛПК за прошедшие десятилетия улучшилось (рис. 2). Участие здоровых деревьев увеличилось в 1.9 раза, доля слабоповрежденных уменьшилась в 3.2 раза, среднеповрежденных – в 3.0, сильноповрежденных – в 1.8. По сравнению с 1998 г. в 2009 г. разница между количеством деревьев разной степени поврежденности между контрольными и загрязненными участками сократилась, и картина распределения деревьев по классам поврежденности оказалась практически идентичной.

Рассчитаны интегральные индексы повреждения каждого из сосновых древостоев на основе доли деревьев разной степени поврежденности в них. Согласно А.С. Алексееву (1997), значение индекса ниже 0.5 характеризует древостой как здоровый. На фоновых участках индекс уменьшился в 1.3 раза по сравнению с 1998 г. и в 1.2 раза по сравнению с 2004 г. (рис. 3). Индексы поврежденности древостоев импактной зоны уменьшились соответственно в 3.1 и 2.8 раза. Это произошло за счет уменьшения числа деревьев всех классов поврежденности (в 2004 г. слабо- и среднеповрежденных, в 2009 г. – средне- и сильноповрежденных) и перехода сухостоя в валеж. Сравнительный анализ индексов повреждения древостоев на загрязненных участках в 1998, 2004 и 2009 гг. показывает значительное улучшение жизненного состояния сосняков, растущих в зоне воздействия выбросов целлюлозно-бумажного производства. Все исследуемые древостои зоны действия ОАО «Монди СЛПК» в 2009 г. характеризуются как здоровые.

Таким образом, мониторинг наиболее распространенных черничных типов сосновых сообществ в условиях аэротехногенного воздействия СЛПК, начатый в 1998 г., показал динамику изменений состояния древостоев. По сравнению с 1998 г. в 2009 г. в сосняках зоны загрязнения только 12% деревьев имеют признаки потери хвои. При этом сохраняется слабая степень пожелтения хвои, продолжает увеличиваться доля деревьев с поврежденными вершинами. Показано неуклонное увеличение доли участия в составе древостоя здоровых деревьев сосны с одновременным сокращением участия слабо- и сильноповрежденных деревьев. Оценка интегральных индексов поврежденности показывает улучшение жизненного состояния сосновых древостоев черничного типа, растущих на загрязненной территории, в три раза за период с 1998 по 2009 г.

ЛИТЕРАТУРА

ГОСТ 16128. Пробные площади лесоустроительные. М., 1970. 23 с.

Захаров В.К. Лесная таксация. М.: Лесная промышленность, 1967. 406 с.

Торлопова Н.В., Робакидзе Е.А. Влияние поллютантов на хвойные фитоценозы (на примере Сыктыв-

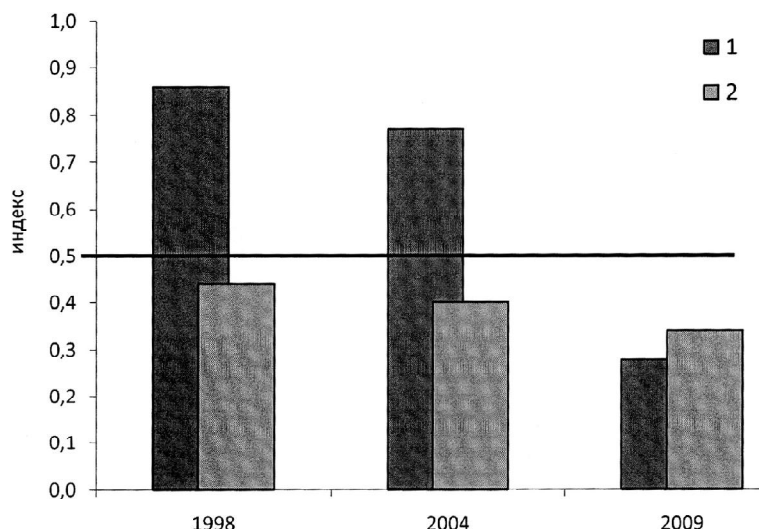


Рис. 3. Динамика поврежденности сосновых древостоев на загрязненной выбросами СЛПК территории (1) и фоновых участках (2).

карского лесопромышленного комплекса). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 147 с.

Экологический отчет, 2008. Mondi Сыктывкарский ЛПК // www.mondigroup.com.

ICP Forests Manual, 2006. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forest. Part II: Visual Assessment of Crown Condition. http://www.icp-forests.org/pdf/Chapt2_compl06.pdf.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР НА УЧАСТКЕ ЯНО-ИНДИГИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ПО РАЗНОВРЕМЕННЫМ ДИСТАНЦИОННЫМ ДАННЫМ

А.Ю. Тюкавина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

E-mail: sasha_tyukavina@mail.ru

В последние годы изучению динамики термокарстовых озер как индикатора состояния криолитозоны в условиях глобального изменения климата посвящен целый ряд исследований, в частности, с использованием данных дистанционного зондирования. Это особенно актуально для России, 65% территории которой находится в области распространения многолетнемерзлых пород. В зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород (северной криолитозоне) выявлены различные тенденции изменения площади термокарстовых озер за вторую половину XX в.: стабильность (Fitzgerald, Rioridan, 2003), увеличение (Кирпотин и др., 2008; Smith et al., 2005) и разнонаправленные изменения (Кравцова, Быстрова, 2009). В связи с этим в данной работе выбран участок исследований, расположенный в северной криолитозоне.

Изучаемый участок находится в пределах Яно-Индигорской низменности на правом берегу р. Яна. По климатическому районированию Б.П.

Алисова данная территория относится к сибирской области арктического климатического пояса (среднегодовые температуры воздуха $-13.5...-15.5$ °C; годовое количество осадков $<150-200$ мм). Снежный покров на территории достигает толщины 20-50 см и держится 250-280 дней в году. Абсолютные высоты в пределах Яно-Индигорской низменности не превышают 120 м. С поверхности низменность сложена лессовидными сингенетическими мерзлыми породами плейстоценового возраста, которые получили название ледового комплекса (едомы). Общая льдистость едомной толщи в данном районе может достигать 40-90%. Широкое распространение подземных льдов на исследуемой территории способствует массовому развитию термокарстовых форм рельефа, образовавшихся в период голоценового климатического оптимума. Термокарстовыми озерами занято порядка 20% площади территории.

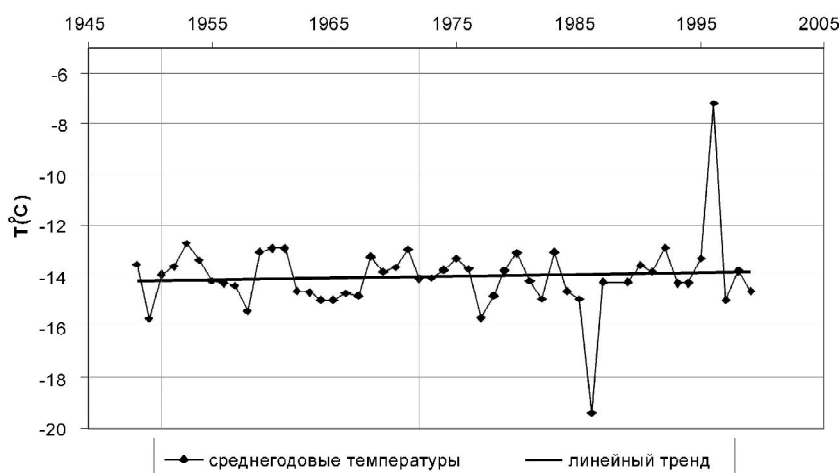


Рис. 1. Среднегодовые температуры воздуха (1949-1999 гг.), станция Чокурдах.

Исследователи (С.П. Качурин, Н.Н. Романовский) отмечают, что одновременное увеличение температур и увлажнённости территорий должно способствовать активизации термокарстовых процессов. Участок исследований расположен в районе слабого повышения среднегодовых температур (Павлов, Ананьева, 2004). По проанализированным данным станции Чокурдах, расположенной в 300 км к востоку от рассматриваемого участка, за период в 50 лет (1951-2001 гг.) повышение среднегодовых температур составило $0,3^{\circ}\text{C}$ (рис. 1), а увеличение годовых сумм осадков – 6-8 мм (рис. 2), что свидетельствует о незначительном потеплении и увеличении количества осадков в изучаемом районе.

В целях исследования динамики термокарстовых озёр использованы следующие материалы дистанционного зондирования: аэрофотоснимки 1951 г. (М 1:60 000; разрешение <1 м), снимок MSS Landsat-1 1972 г. (разрешение 80 м), снимок ETM+ Landsat-7 2001 г. (разрешение 30 м). Они охватывают период в 50 лет с интервалами 21 и 29 лет. Снимки Landsat представлены в проекции UTM. Для точного совмещения космических снимков при изучении динамики выполнена дополнительная геометрическая коррекция снимка MSS: он был допривязан по снимку ETM+, имеющему более высокое

динамики.

Совместное визуальное дешифрирование космических снимков за 2001 и 1972 гг. в программе Erdas Imagine (модуль Swipe) позволило выявить произошедшие изменения термокарстовых озёр. По результатам визуального дешифрирования составлен каталог изменившихся озёр. Анализ каталога показал, что чаще наблюдается уменьшение площади озёр, а незначительное увеличение наблюдается лишь в отдельных случаях. Из 19 контрольных озёр с сократившейся площадью 15 имеют признаки существования протоки, соединяющей озеро с рекой. Таким образом, спуск или наполнение большинства озёр в той или иной степени связано с речным стоком. Далее производилась контролируемая классификация космических снимков (Supervised classification, Erdas Imagine). В результате классификации на каждом из снимков выделена водная поверхность. Затем промежуточные карты этих водных поверхностей были наложены друг на друга (Model Maker, Erdas Imagine). Результатом наложения классифицированных изображений стала карта изменений водной поверхности (1972-2001 гг.), позволяющая оценить пространственное распределение произошедших за 29 лет изменений (рис. 3). На карте выделены водная поверхность, общая за

две даты (т.е. не изменившиеся озера), и водные поверхности, изобразившиеся только на снимке за одну из дат (т.е. либо исчезнувшие, изобразившиеся только на снимке 1972 г.; либо появившиеся озера, изобразившиеся только на снимке 2001 г.). По карте выявлены разнонаправленные изменения площади озёр, среди которых преобладает спуск. По результатам классификации в пакете Erdas Imagine посчитаны площади озёр за 1972 и 2001 гг., что позволило дать количественную оценку из-

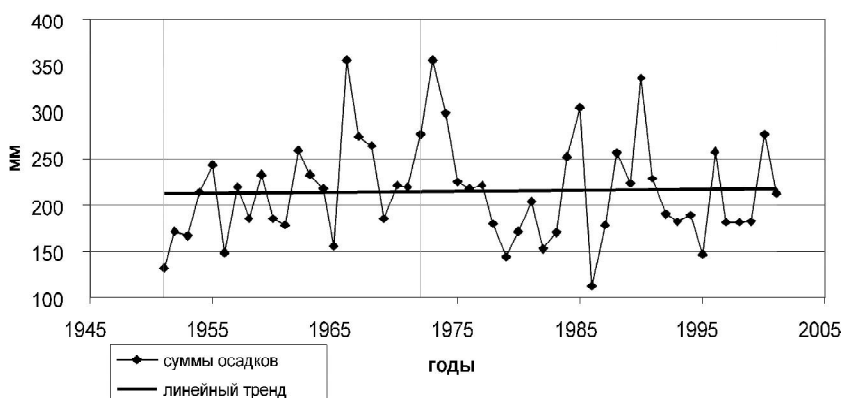


Рис. 2. Годовые суммы осадков (1951-2001 гг.), станция Чокурдах.



Рис. 3. Изменение водной поверхности (1972-2001 гг.).

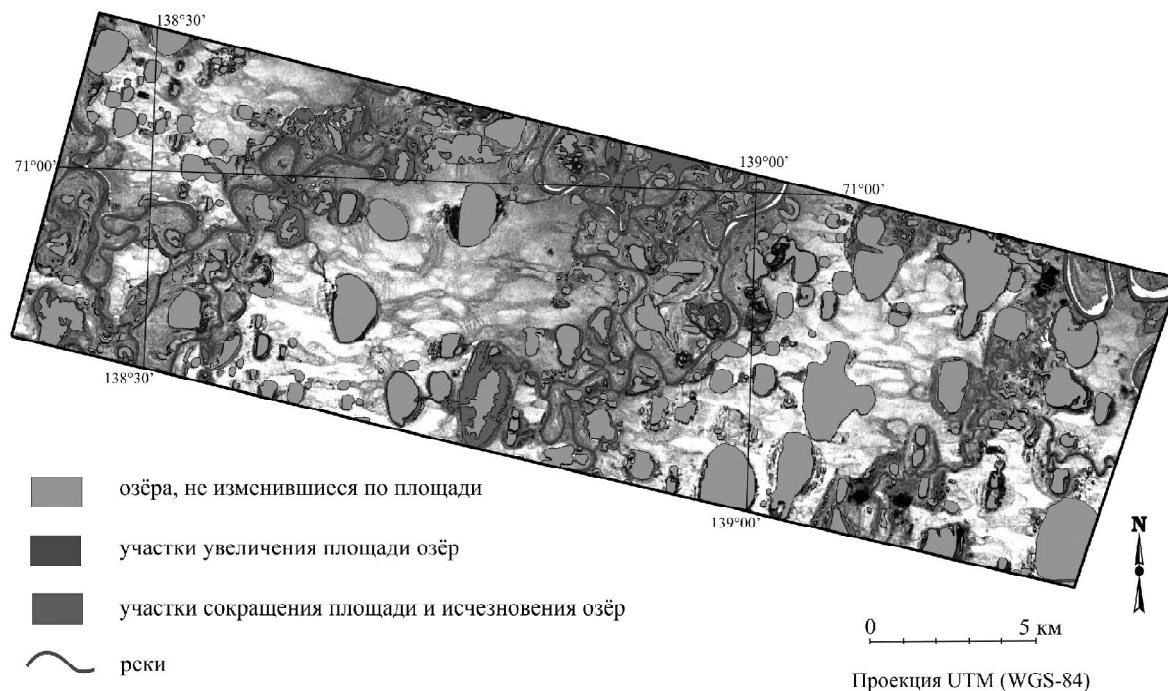


Рис. 4. Изменение площади озёр на участке детального исследования (1951-2001 гг.).

менений. Анализ полученных данных показал, что изменения площади озёр с 1972 по 2001 г. незначительны (12% от общей площади озёр), среди них преобладает спуск озёр водотоками (10% от общей площади).

Для оценки 50-летней динамики осуществлялась совместная обработка монтажа из трансформированных в проекцию UTM аэрофотоснимков 1951 г. и снимка ETM+ 2001 г. в программе

ArcGis 9.2. Это позволило более детально (в связи с высоким разрешением аэрофотоснимков) оценить динамику термокарстовых озер на меньшей площади, но за более длительный период (1951-2001 гг.). Составлена карта изменения площади озер на эталонном участке за 50 лет (рис. 4), согласно которой для периода в 50 лет также характерна разнонаправленная динамика озер с преобладанием их спуска, предположительно обусловленная эрозионной деятельностью рек. Более детальный анализ эталонного участка с использованием аэрофотоснимков 1951 г. подтвердил общую тенденцию к уменьшению площади озер за 50 лет, при наличии небольшого числа увеличившихся в связи с деятельностью водотоков озер. Дешифрирование аэрофотоснимков высокого разрешения показало наличие проток, соединяющих большинство изменившихся озер с речной сетью; участки изменений приурочены к полосам речных долин и отсутствуют на плакорных поверхностях ледового комплекса.

Таким образом, климатически обусловленная динамика термокарстовых озер на изучаемой

территории не выявлена. Небольшие разнонаправленные изменения площади озер вызваны преимущественно эрозионной деятельностью рек.

ЛИТЕРАТУРА

Кирпотин С.Н., Полищук Ю.М., Брыксина Н.А. Динамика площадей термокарстовых озер в сплошной и прерывистой криолитозонах Западной Сибири в условиях глобального потепления // Вестник Томского ун-та, 2008. № 311. С. 185-189.

Кравцова В.И., Быстрова А.Г. Изменение размеров термокарстовых озер в различных районах России за последние 30 лет // Криосфера Земли, 2009. № 2. С. 16-26.

Павлов А.В., Ананьева Г.В. Оценка современных изменений температуры воздуха на территории криолитозоны России // Криосфера Земли, 2004. Т. VII, № 2. С. 3-9.

Fitzgerald D., Riordan B.A. Permafrost and ponds: remote sensing and GIS used to monitor Alaska wetlands at the landscape level // Agroborealis, 2003. Vol. 35, № 1. P. 30-35.

Smith L., Sheng Y., MacDonald G., Hinzman L. Disappearing arctic lakes // Science, 2005. Vol. 308, № 5727. P. 1429.

НАКОПЛЕНИЕ ПОЛИАРЕНОВ КУСТАРНИЧКАМИ *VACCINIUM MYRTILLUS* И *VACCINIUM VITIS-IDAEA* В УСЛОВИЯХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Е.В. Яковлева, Д.Н. Габов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: kaleeva@ib.komisc.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) представляют собой органические соединения бензольного ряда, различающиеся по числу бензольных колец и особенностям их присоединения. ПАУ характеризуются высокой мобильностью, способностью к рассеиванию в биосфере и имеют как природное, так и техногенное происхождение. Актуальность исследований ПАУ в системе почва-растение обусловлена повышенной опасностью и масштабностью загрязнения почвенного покрова этими соединениями. Накопление полиаренов в этой системе связано с процессами трансформации органических веществ и переносом ПАУ от техногенных источников. Почва и растения являются важными объектами контроля загрязнения среды полиаренами. Почвенный покров – главный депонирующий ПАУ компонент ландшафта. Растения активно участвуют в накоплении и переработке полиаренов (Дикун, 1979; Флоровская и др., 1982; Геннадиев и др., 1996).

Цель работы – выявить особенности накопления полиаренов кустарничками *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea* в условиях аэротехногенного загрязнения.

Проведены исследования состава ПАУ торфянисто-подзолисто-глееватых почв и произрастающих на них кустарничков *Vaccinium myrtil-*

lus и *V. vitis-idaea*. Работы проводили в районе, подверженном аэротехногенному воздействию выбросов Верхнеиземского сажевого завода (Сосногорский р-н), в сравнении с фоновым участком в Троицко-Печорском р-не. Сопреженный отбор проб почв и растений в зоне воздействия Верхнеиземского сажевого завода был проведен на расстоянии 0,5, 1,0, 1,5 км от источника эмиссии по «розе ветров» в северо-восточном направлении от предприятия. *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea* наиболее характерны для исследованных участков, имеют наибольшее распространение в таежной зоне Республики Коми и хорошо диагностируются в полевых условиях (Андреева, 1990).

В газопылевых выбросах Верхнеиземского сажевого завода содержалось пять структур ПАУ: фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен и хризен, что определяло их повышенное содержание в атмосферных осадках и выпадение на подстилающую поверхность. Следует отметить, что содержание ПАУ в почве было достоверно выше на загрязненном участке, чем на фоновом и достигало максимума на расстоянии в 1 км от предприятия. ПАУ в почвах были представлены в основном фенантеном, флуорантеном, пиреном и хризеном. Повышенное содержание полиаренов в почве и атмосфере в

свою очередь приводило к загрязнению растительного покрова.

В исследуемых образцах кустарничков (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*) фоновый участок было идентифицировано девять ПАУ: флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз[а]антрацен, бензо[б]флуорантен, бензо[к]флуорантен; в импактной зоне – 11 ПАУ: флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз[а]антрацен, бензо[б]флуорантен, бензо[к]флуорантен, бенз[а]пирен и бенз[ghi]перилен. Бенз[а]пирен и бенз[ghi]перилен, обнаруженные в *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, имели техногенное происхождение (рис. 1).

Анализ содержания полиаренов в кустарничковых формах *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* показал, что на фоновом участке содержание ПАУ было минимально, за исключением фенантрена. На территории, загрязненной выбросами сажевого завода, наблюдалось повышение содержания ПАУ относительно фоновых значений. В основном это касалось флуорантена и пирена и в меньшей степени хризена, бенз[а]антрацена и бенз[б]флуорантена (рис. 2). Это можно объяснить, главным образом, наличием данных полиаренов в выбросах исследуемого предприятия. Максимальное превышение фоновых значений полиаренов для обоих видов кустарничков отмечали на расстоянии 1 км от предприятия. Оно составляло для *Vaccinium vitis-idaea* в пять, четыре и два раза; для *V. myrtillus* шесть, пять и 1.2 раза для флуорантена, пирена и хризена соответственно. Минимальные превышения фоновых значений отмечены в растениях на расстоянии 1.5 км.

Состав ПАУ *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea* был практически одинаков для фоновых – 0.98 (при $P = 0.95$, $n = 5$) и загрязненного 0.99 (при $P = 0.95$, $n = 4$) участков, что свидетельствовало о схожести данных видов растений в избирательном накоплении полиаренов. Наблюдалась тенденция более высокого суммарного содержания ПАУ в *Vaccinium myrtillus*, чем в *V. vitis-idaea*, фоновых и загрязненных участков. Однако различия массовой доли полиаренов, биоаккумулированных разными видами растений, были незначимы.

Суммарное содержание ПАУ в растениях значительно превышало их содержание в почве, на которой они произрастали (рис. 3). Наибольшие кратности превышения наблюдаются на фоновом и загрязненном участках для флуорена, антрацена и фенантрена и составляют три-четыре раза. Содержание флуорантена, пирена и хризена в растениях загрязненного участка в два-три раза больше, чем в почве. Увеличение содержания флуорантена, пирена, хризена в почве вело к увеличению их содержания в растениях. Максимальное накопление этих

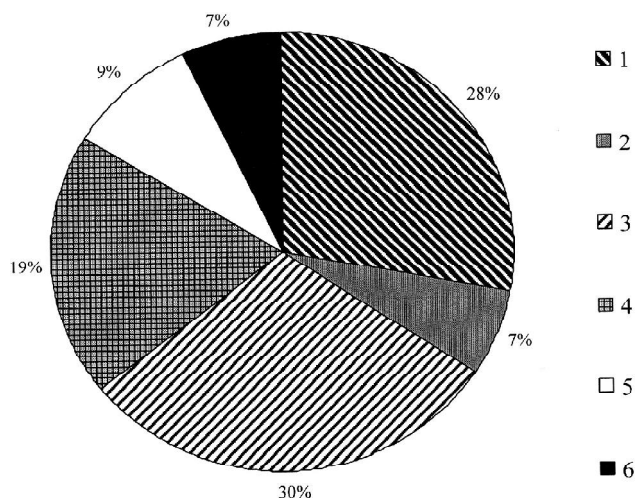


Рис. 1. Доля отдельных полиаренов во всей сумме ПАУ *Vaccinium myrtillus* на расстоянии 1 км от источника эмиссии: 1 – фенантрен, 2 – флуорен, антрацен, бенз[а]антрацен, 3 – флуорантен, 4 – пирен, 5 – хризен, 6 – бензо[б]флуорантен, бензо[к]флуорантен, бенз[а]пирен и бенз[ghi]перилен.

ПАУ растениями из почвы происходило на расстоянии 0.5 и 1 км от сажевого завода, при наивысших концентрациях легких ПАУ в почве. Минимальная биоаккумуляция была обнаружена на расстоянии 1.5 км.

Качественный состав ПАУ почв и растений был идентичен, коэффициенты корреляции составляли 0.64-0.89 для *Vaccinium myrtillus* и 0.61-0.92 – *V. vitis-idaea*. Максимальные положительные корреляции (при $P = 0.95$, $n = 5$) наблюдались на расстоянии 0.5 км, минимальные – 1 км от сажевого завода. Согласно значениям коэффициентов корреляции, легкие ПАУ накапливаются кустарниками из почвы.

В результате проведенных исследований были установлены различия в накоплении ПАУ листьями, стеблями и корнями *Vaccinium vitis-idaea* и *V. myrtillus*. Наибольшее содержание ПАУ было обнаружено в листьях, наименьшее – в корнях растений (рис. 4). Суммарное содер-

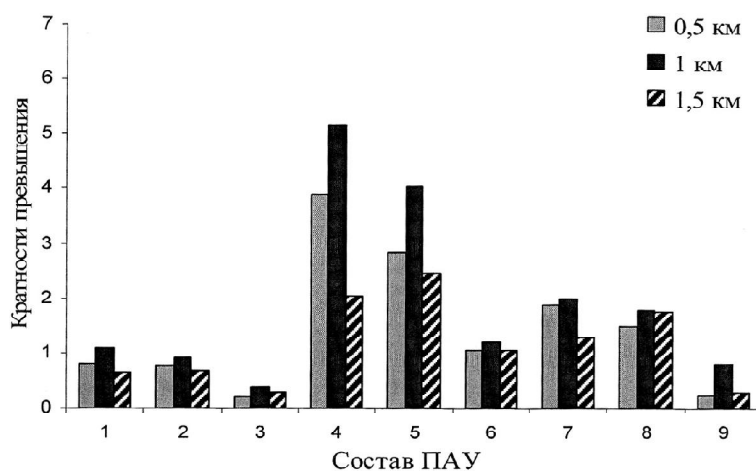


Рис. 2. Кратности превышения содержания ПАУ над фоновыми значениями, *Vaccinium vitis-idaea*: 1 – флуорен, 2 – фенантрен, 3 – антрацен, 4 – флуорантен, 5 – пирен, 6 – бенз[а]антрацен, 7 – хризен, 8 – бензо[б]флуорантен, 9 – бензо[к]флуорантен.

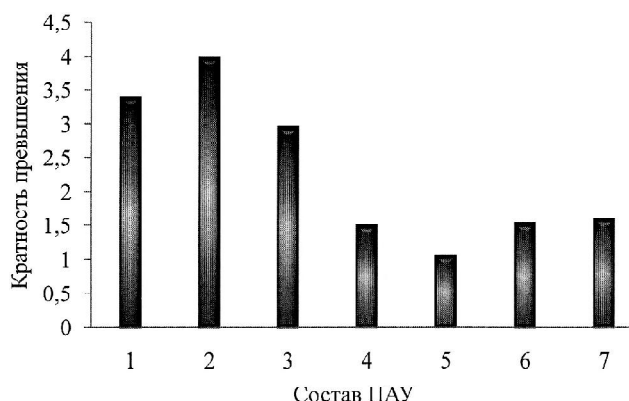


Рис. 3. Кратность превышения содержания ПАУ в растениях *Vaccinium myrtillus* над их содержанием в почве (1 км от сажевого завода): 1 – фенантрен, 2 – антрацен, 3 – флуорантен, 4 – пирен, 5 – бенз[а]антрацен, 6 – хризен, 7 – бензо[б]флуорантен.

жание ПАУ в листьях превышало содержание в стеблях в 1,5-2,0 раза для *Vaccinium vitis-idaea* и *V. myrtillus*. Различия являлись значимыми практически для всех полиаренов. Содержание полиаренов в стеблях было в 1,5 выше, чем в корнях растений.

Для импактной зоны были характерны повышенные концентрации 3,4-ядерных полиаренов флуорантена, пирена и хризена в стеблях и листьях *Vaccinium myrtillus*, который является гипераккумулятором легких ПАУ (Baker, 1981), так как отношение содержания флуорантена, пирена и хризена в побегах к их содержанию в корнях составляло два-три раза. Способность *Vaccinium myrtillus* к гипераккумуляции ПАУ во многом обусловлена листопадностью данного кустарничка. Загрязнители концентрируются главным образом в вакуолях растительных клеток и сбрасываются вместе с листьями. *Vaccinium vitis-idaea* не листопадный кустарничек, поэтому у него выработались барьеры к аккумуляции ПАУ, накопление флуорантена, пирена и хризена в побегах наблюдалось, но незначительно.

Выводы

1. В исследуемых образцах кустарничков фоновый участок было идентифицировано девять ПАУ: флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз[а]антрацен, бензо[б]флуорантен, бензо[к]флуорантен; в импактной зоне – 11: все вышеперечисленные, бенз[а]пирен и бенз[ghi]перилен.

2. В образцах растений фоновых участков присутствовали значительные количества легких ПАУ природного происхождения, в основном фенантрена, и незначительная массовая доля тяжелых ПАУ.

3. Биоаккумуляция ПАУ при техногенезе максимальна на расстоянии в 1 км от источника эмиссии, где почва наиболее загрязнена полиаренами. Накопление полиаренов в растениях происходит в основном за счет низкомолекулярных углеводородов.

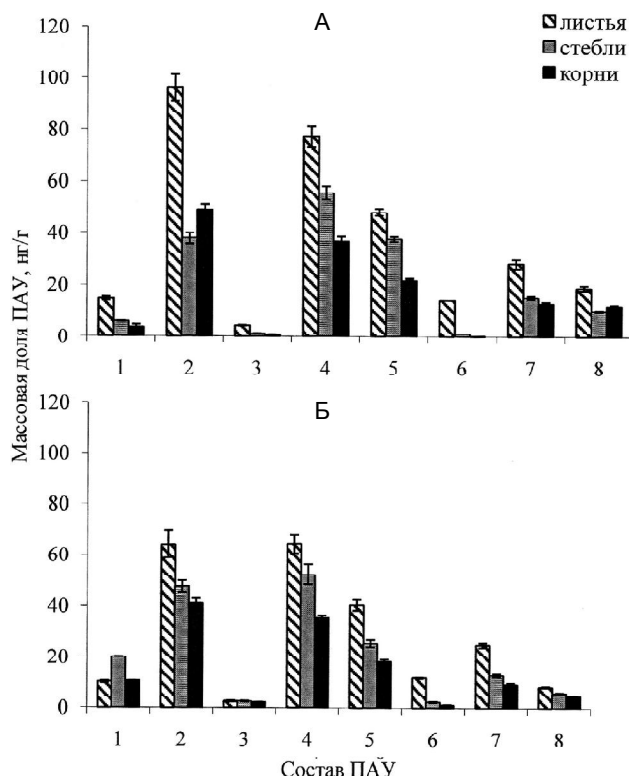


Рис. 4. Содержание ПАУ в органах растений *Vaccinium myrtillus* (А) и *V. vitis-idaea* (Б) на расстоянии 1 км от источника эмиссии: 1 – флуорен, 2 – фенантрен, 3 – антрацен, 4 – флуорантен, 5 – пирен, 6 – бенз[а]антрацен, 7 – хризен, 8 – бензо[б]флуорантен.

4. Установлено, что ПАУ в органах кустарничков распределены неравномерно. Наибольшее содержание ПАУ было обнаружено в листьях растений, наименьшее – в корнях. Выявлено, что *Vaccinium myrtillus* является гипераккумулятором легких ПАУ.

5. Наблюдалась тенденция более высокого суммарного содержания ПАУ в *Vaccinium myrtillus*, чем в *V. vitis-idaea*.

6. Отмечены высокие положительные корреляции в составе ПАУ почвы и растений, что свидетельствовало о преимущественном поглощении ПАУ кустарничками из почвы.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреева Е.Н. Влияние атмосферного загрязнения на моховой покров северотаежных лесов // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л., 1990. С. 159-172.
- Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Флоровская В.Н. и др. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в горных породах и почвах. М.: Изд-во МГУ, 1996. 196 с.
- Дикун П.П., Калинина И.А. Фоновое содержание бенз(а)пирена в зерне // Растения и химические канцерогены. Л.: Наука, 1979. С. 113-115.
- Флоровская В.Н., Пиковский Ю.И., Теплицкая Т.А. и др. Некоторые аспекты геохимии полициклических ароматических углеводородов // Геохимия ландшафтов и география почв. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 71-83.

Секция 4. МОРФОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОРГАНИЗМЫ

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Н.В. Бажукова, Д.В. Гурьев*
Сыктывкарский государственный университет
* Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Изучение биологического действия малых доз ионизирующих излучений бесспорно актуально для решения важнейших проблем, связанных с повышенным радиационным фоном и использованием источников ионизирующих излучений в медицине, промышленности и других отраслях деятельности человека.

Цель данной работы – изучить действия гамма-излучения в хроническом режиме в диапазоне малых доз на спленоциты белых лабораторных мышей. Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

1. Проанализировать уровень двунитевых разрывов (ДР) ДНК спленоцитов мышей после хронического облучения в разных дозах;

2. Оценить уровень ДР ДНК спленоцитов мышей после хронического действия ионизирующего излучения и однократного действия перекиси водорода.

В работе использовали молодых половозрелых белых беспородных мышей-самцов с массой тела на начало эксперимента 30.27 ± 1.67 г. Животных содержали в стандартных условиях вивария со свободным доступом к воде. Для проведения эксперимента мышей разделили на группы в соответствии со временем облучения (накопленной дозой) и контролем к каждой облученной группе. Экспонирование проводили в домике хронического облучения. Источник – две капсулы, содержащие соли ^{226}Ra , размещенные на расстоянии 2 м друг от друга. Мощность экспозиционной дозы по расчетным данным составила 150 мкЗв/ч . Поглощенные дозы по расчетным данным для каждой группы животных составили соответственно 31.6, 36.9, 44.5 и 52.0 сГр.

Для изучения изменений уровня фрагментации ДНК использовали метод электрофореза ДНК иммобилизованных в агарозе единичных клеток спленоцитов мышей (метод ДНК-комет). Клетки получали путем механической диссоциации ткани селезенки в холодном растворе PBS.

Количество повреждений ДНК (разрывы ДНК), определяемых этим методом, прямо пропорционально количеству мигрировавшей из ядерной области ДНК и расстоянию ее миграции при проведении электрофореза ДНК иммобилизованных в агарозу и лизированных единичных клеток.

Статистическую обработку проводили в программе MS Excel. Оценивали среднюю арифметическую, ошибку средней, достоверность различий по t-критерию Стьюдента.

В результате проведенных экспериментов показано, что на четвертый и пятый месяцы облучения не выявлено достоверных различий между облученными и контрольными животными. Также не было различий по исследуемым показателям между клетками контрольных животных и клетками, дополнительно обработанными раствором H_2O_2 . Значительное снижение уровня повреждения ДНК наблюдали в спленоцитах, полученных от облученных животных с дополнительной обработкой H_2O_2 по сравнению с группой только облученных животных. Полагаем, что такое снижение может быть связано с более мощной антиоксидантной защитой клеток, испытавших хроническое облучение или с более выраженными процессами элиминации клеток, наиболее чувствительных к дополнительному воздействию H_2O_2 . Действительно, согласно данным, отражающим уровень клеток, гибнущих по механизму апоптоза, был получен значительный выход апоптотически гибнущих клеток во всех экспериментальных группах по сравнению с контрольными. На шестой и седьмой месяцы облучения достоверных отличий от контрольных значений не выявлено.

Таким образом, можно предположить, что хроническое облучение приводит к селекции наиболее резистентных клеток и элиминации более чувствительных. Это способствует более устойчивому функционированию органа, что отражается и на состоянии целостного организма.

РОЛЬ ГЕНОВ ТРАНСКРИПЦИОННОГО ФАКТОРА ТЕПЛООВОГО ШОКА И БЕЛКОВ ТЕПЛООВОГО ШОКА В ИЗМЕНЕНИИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ОСВЕЩЕНИЯ

О.А. Малышева, А.А. Москалев
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: olash@list.ru

Изменение длины светового дня является стресс-фактором, способным приводить к изменению продолжительности жизни (ПЖ) особей. Одним из первичных защитных механизмов в условиях стресса является активация транскрипционного фактора теплового шока и белков теплового шока (БТШ) (Кулаева, 1997; Soti, Csermely, 2007). Однако их роль в ответе на такой стресс-фактор, как изменение длины светового дня, ранее не изучалась. При постановке экспериментов мы исходили из предположения, согласно которому свет влияет на уровень метаболизма и выработку свободных радикалов. Согласно свободнорадикальной теории, высокий метаболизм, наблюдаемый и при увеличении длины светового дня, ведет к высокой продукции свободных радикалов, а следовательно, к ускоренному старению и укороченной ПЖ (Le Bourg, 2001). Ожидалось, что свет будет оказывать свое повреждающее действие прежде всего у линий дрозофил с мутациями в генах БТШ.

Цель работы – изучить роль генов транскрипционного фактора теплового шока и белков теплового шока в изменении продолжительности жизни *Drosophila melanogaster* при различных режимах освещения.

Линии *Drosophila melanogaster*, использованные в работе:

1. Линия дикого типа *Canton-S*.
2. Линия $w^{1118}; Df(3R)Hsp70A, Df(3R)Hsp70B$ (обозначена *Df(3R)Hsp70A, Df(3R)Hsp70B*) – гомозигота, несет делеции генов семейства *Hsp70* (*Hsp70Aa, Hsp70Ab, Hsp70Ba, Hsp70Bb, Hsp70Bbb* и *Hsp70Bc*).
3. Линия $w^{1118}; Df(3R)Hsp70A$ (обозначена *Df(3R)Hsp70A*) – несет делеции генов *Hsp70A* (*Hsp70Aa* и *Hsp70Ab*).
4. Линия с генотипом $cn^1 Hsf^4 bw^1$ (обозначена *Hsf^4*) – гомозигота, несет мутацию гена транскрипционного фактора теплового шока, который участвует в реакциях стресс-ответа, регулируя активность генов теплового шока (Soti, Csermely, 2007).

Условия эксперимента. Культивирование мух осуществляли в термостате при температуре 25 °C. Исследуемых особей разделяли по полу и помещали в баночки (100 мл) с дрожжевой питательной средой. Одну часть индивидуумов каждой линии подвергали освещению 12 ч при интенсивности 120-130 LX, другая часть находилась в темноте в течение 24 ч на протяжении всей жизни. Подсчет числа умерших мух проводился ежедневно (за исключением субботы и воскресенья). Один раз в неделю оставшихся в

живых мух переносили на свежую среду без наркотизирования.

Статистическая оценка продолжительности жизни. Для полученных данных установлено, что распределение продолжительности жизни не подчиняется нормальному закону. Это соответствует литературным данным (Гаврилов, Гаврилова, 1986). Ненормальность распределения исключает использование параметрических критериев (Лакин, 1990). Поэтому для оценки достоверности различий по продолжительности жизни в опыте и контроле применили непараметрические критерии Гехана-Беслоу-Вилкоксона (для оценки различий медианной ПЖ) и Колмогорова-Смирнова (Ермаков, 1987). Дополнительно сопоставляли минимальную, максимальную продолжительность жизни популяции (смертность 100% всех особей) и время 90%-ной гибели. Для обработки полученных результатов использовали программы Winmodest и Statistica 6.1.

Результаты

В результате проведенного исследования было обнаружено, что у контрольной линии дикого типа *Canton-S* самцы в темноте жили дольше, чем на свету в среднем на 10 %, а самки – на 5% ($p < 0.001$). В темноте также происходило увеличение максимальной ПЖ (на 10% у самцов и на 13 – у самок) и времени 90%-ной гибели особей (на 10% у самцов и на 4 – у самок).

Самцы линии с мутацией в гене транскрипционного фактора теплового шока (*Hsf⁴*) в темноте жили дольше в среднем на 8% ($p < 0.001$). При этом в темноте происходило достоверное ($p < 0.001$) увеличение медианной ПЖ (на 17%), незначительное увеличение максимальной ПЖ и времени 90%-ной гибели особей (на 18%). В то же время у самок этой линии на свету в условиях 12-часового режима освещения достоверно ($p < 0.001$) увеличилась медианная ПЖ (на 6%), но уменьшилось время 90%-ной гибели особей (на 9%), снизилась максимальная ПЖ (на 23%), а средняя ПЖ в темноте и на свету изменялась незначительно.

У линии *Df(3R)Hsp70A, Df(3R)Hsp70B* средняя ПЖ самцов и самок в темноте достоверно ($p < 0.001$) увеличилась на 19 и 8% соответственно. При этом как у самцов, так и у самок в темноте происходило достоверное увеличение медианной (на 23% у самцов, у самок не изменилась), максимальной (на 14% у самцов, у самок не изменилась) и времени 90%-ной гибели особей (на 29% у самцов и на 8 – у самок).

Параметры продолжительности жизни самцов и самок лабораторных линий дрозофилы при различных режимах освещения

Линия	Освещение, ч	Пол	М	СПЖ	90%	min	max	N
<i>Canton-S</i>	12	Самцы	52.0	48.3 ± 0.8*	60	10	72	248
	0		52.0	53.7 ± 0.8	67	10	80	236
	12	Самки	59.0	56.6 ± 0.7	67	11	73	250
	0		59.0	59.5 ± 0.6*	70	10	84	220
<i>Hsf^d</i>	12	Самцы	29.0	29.3 ± 1.0	41	5	66	152
	0		35.0*	31.8 ± 1.1*	50	5	68	153
	12	Самки	35.0	32.7 ± 0.9	41	5	55	111
	0		33.0*	31.7 ± 0.8*	45	5	69	163
<i>Df(3R)Hsp70A, Df(3R)Hsp70B</i>	12	Самцы	24.0	24.7 ± 0.4	32	5	49	292
	0		31.0*	30.5 ± 0.6*	45	10	57	259
	12	Самки	38.0	33.5 ± 0.8	49	4	59	210
	0		38.0	36.4 ± 0.8**	53	4	59	246
<i>Df(3R)Hsp70A</i>	12	Самцы	44.0	39.7 ± 0.9	56	5	59	254
	0		52.0*	47.4 ± 0.8*	60	10	66	255
	12	Самки	52.0	48.1 ± 0.8	62	10	68	241
	0		52.0	51.1 ± 0.9*	69	10	73	261

* Отличия между 12 ч и 0 ч достоверны при $p < 0.001$.

** При $p < 0.01$.

М – медианная продолжительность жизни; СПЖ – средняя продолжительность жизни; 90% – время жизни 90% популяции; min и max – минимальная и максимальная продолжительность жизни в выборке; N – количество особей в выборке.

У особей линии *Df(3R)Hsp70A* в темноте достоверно ($p < 0.001$) увеличилась средняя ПЖ (на 16% у самцов, на 6 – у самок), медианная ПЖ (на 15% у самцов, у самок не изменилась), максимальная ПЖ (на 11% у самцов и на 7 – у самок) и время 90%-ной гибели особей (на 7% у самцов и на 10 – у самок).

Обсуждение

Белки теплового шока играют важную роль в реакциях стресс-ответа, участвуя в процессах репарации и протеолизе поврежденных белков и в регуляции активности систем стресс-ответа (Soti, Csermely, 2007; Arya et al., 2007). Известно, что сверхэкспрессия *Hsp90* и *Hsp70* у дрозофилы повышает устойчивость к окислительному стрессу и увеличивает их продолжительности жизни (Soti, Csermely, 2007; Guo et al., 2007). Так, было показано, что белки *Hsp70* улучшают окислительно-восстановительное состояние клетки, увеличивая активность антиокислительных ферментов (глутатионпероксидазы, глутатионредуктазы) (Guo et al., 2007). Кроме того, у мутантов дрозофилы по каталазе и Cu, ZnSod при старении уменьшалось время индукции гена *Hsp70*, что также предполагает его участие в ответе на окислительный стресс (Landis et al., 2004), который имеет место и при увеличении длины светового дня. Таким образом, БТШ играют важную роль в детерминации ПЖ у животных, поэтому снижение или потеря функции данных белков сказывается и на ПЖ животных. Об этом свидетельствуют и наши данные: особи с мутациями в генах семейства *Hsp70* имеют меньшую ПЖ по сравнению с линией дикого типа. Так, средняя ПЖ особей линии *Df(3R)Hsp70A* при содержании их в усло-

виях стандартного освещения ниже средней ПЖ особей контрольной линии дикого типа *Canton-S* на 18% у самцов и на 15 – у самок (см. таблицу). При этом у особей линии с делециями в двух аллельных генах *Hsp70A* и *Hsp70B* (линия *Df(3R)Hsp70A*, *Df(3R)Hsp70B*) наблюдается более значительное снижение средней ПЖ (на 49% у самцов и на 41 – у самок) по сравнению с особями линии дикого типа (см. таблицу), что еще раз подтверждает важность белков семейства Hsp в регуляции ПЖ животных.

Согласно литературным данным, главным регулятором активности генов белков теплового шока является транскрипционный фактор теплового шока (HSF). В ответ на стрессовый стимул HSF фосфорилируется и перемещается к ядру, где связывается с регуляторными элементами генов БТШ – *HSps* (Soti, Csermely, 2007). В экспериментах было показано, что сверхэкспрессия HSF приводит к долгожительству нематоды *C. elegans*, а нокаутные черви по HSF имеют сниженную продолжительность жизни (Soti, Csermely, 2007; Guo et al., 2007). В наших экспериментах мухи с мутацией в гене *Hsf^d* также имели меньшую ПЖ по сравнению с контрольной линией: средняя ПЖ у самцов, содержащихся в условиях стандартного освещения, была ниже, чем у линии дикого типа, на 39%, у самок – на 42 (см. таблицу). Таким образом, наши данные подтверждают участие генов транскрипционного фактора теплового шока и белков теплового шока семейства Hsp70 в процессах естественного старения и контроле продолжительности жизни. Однако ожидаемого увеличения разрыва между ПЖ на свету и в темноте у линий с мутациями в генах транскрипционного фактора теплового шока и белков теп-

лового шока по сравнению с контрольной линией дикого типа не наблюдалось. В нашем эксперименте у особей всех исследованных линий в темноте происходит увеличение практически всех параметров ПЖ. Таким образом, значительное увеличение ПЖ в темноте у особей исследованных линий происходит за счет снижения метаболизма, а следовательно, выработки свободных радикалов.

ЛИТЕРАТУРА

Гаврилов Л.А., Гаврилова Н.С. Биология продолжительности жизни. Количественные аспекты. М.: Наука, 1986. 169 с.

Ермаков С.П., Гаврилов Н.С. Первичная статистическая обработка данных по выживаемости организмов // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Общие проблемы биологии, 1987. Т. 6. С. 230-276.

Кулаева О.Н. Белки теплового шока и устойчивость растений к стрессу // Биология, 1997. С. 5-13.
Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

Arya R., Mallik M., Lakhotia S.C. Heat shock genes – integrating cell survival and death // J. Biosci., 2007. № 32. P. 595-610.

Guo S., Wharton W., Moseley P., Shi H. Heat shock protein 70 regulates cellular redox status by modulating glutathione-related enzyme activities // Cell Stress and Chaperones, 2007. Vol. 12. № 3. P. 245-254.

Landis G.N., Abdueva D., Skvortsov D. et al. Similar gene expression patterns characterize aging and oxidative stress in *Drosophila melanogaster* // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2004. Vol. 101. № 20. P. 7663-7668.

Le Bourg E. Oxidative stress, aging and longevity in *Drosophila melanogaster* // FEBS Letters, 2001. Vol. 498. P. 183-186.

Soti C., Csermely P. Protein stress and stress proteins: implications in aging and disease // J. Biosci., 2007. № 32. P. 511-515.

РАДИОАДАПТИВНЫЙ ОТВЕТ НЕЙРОБЛАСТОВ ЛИЧИНОК ЛАБОРАТОРНЫХ ЛИНИЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER*, РАЗВИВАВШИХСЯ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХРОНИЧЕСКОГО НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

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 низкоинтенсивного ионизирующего излучения. Известно, что эффекты малых доз ионизирующей радиации отличаются от действия больших доз. В то время как в диапазоне больших доз повреждающие эффекты в тканях накапливаются в линейной зависимости от дозы, в области малых доз результирующий эффект зависит главным образом от эффективности защитных механизмов стресс-ответа. Одним из специфических эффектов является радиоадаптивный ответ, заключающийся в повышенной устойчивости клетки или организма к повреждающему действию фактора после предварительного воздействия такого фактора в малой дозе (Москалев, Шапошников, 2009). Однако механизмы радиационного адаптивного ответа на уровне целого организма на данный момент изучены недостаточно полно.

Цель работы – изучить механизмы радиоадаптивного ответа с использованием линий, несущих мутации в генах, контролирующих детоксификацию свободных радикалов и ответ на повреждение ДНК.

С этой целью оценивали уровень повреждения ДНК нейробластов личинок *Drosophila melanogaster* лабораторных линий, развивавшихся в нормальных условиях и в условиях низкоинтенсивного гамма-облучения, после облучения в острой дозе 6 Гр и через 30 мин. после него.

Удобство выбранного объекта исследования механизма радиоадаптивного ответа заключается в доступности линий с мутациями в генах, отвечающих за исследуемые нами механизмы. Линии *Drosophila melanogaster*, выбранные нами для исследования: 1) линия дикого типа *Canton-S*, 2) линия, имеющая мутацию в гене, отвечающем за детоксификацию свободных радикалов (генотип *Sod^{ml} red¹/TM3, Sb¹ Ser¹*), 3) линия, имеющая мутацию в гене, отвечающем за ген *p53* (*y¹w¹¹¹⁸; p53^{5A-1-4}*).

Личинок подвергали хроническому облучению в малой дозе (4 или 40 сГр) в течение всего развития до третьего возраста. По окончании облучения извлекали ганглии (20-24 на суспензию) и иммобилизовали клетки на слайды в гель. Далее слайды делили на четыре группы. В первой уровень повреждения ДНК нейробластов оценивали сразу, вторую подвергали облучению в острой дозе 6 Гр при температуре 25 °С, третью группу после облучения острой дозой инкубировали 30 мин., четвертую – без облучения инкубировали 30 мин., после чего анализировали уровень повреждения ДНК нейробластов. Уровень повреждений ДНК анализировали методом ДНК-комет (Tice et al., 2000; Mukhopadhyay et al., 2004), заключающемся в лизисе клеток в гиперосмолярной среде и последующем электрофорезе оставшихся после лизиса нуклеоидов в агарозном геле. При этом нуклеоид приобретает форму «кометы», величина «хвоста»

которой прямо пропорциональна суммарному количеству одно- и двунитевых разрывов ДНК, а также щелочнолабильных сайтов, образовавшихся в клетке до начала лизиса.

Результаты

В результате проведенных исследований не обнаружено достоверных различий в реакции нейробластов предоблученных личинок и личинок, развивающихся в нормальных условиях, на острое облучение в дозе 6 Гр (рис. 1). Это говорит о том, что хроническое облучение в дозе 4 сГр не достаточно для проявления радиоадаптивного ответа. При увеличении дозы адаптирующего облучения до 40 сГр наблюдается тенденция к снижению уровня повреждения ДНК нейробластов предоблученных личинок, что является проявлением радиационного гормезиса. Также наблюдается достоверное снижение уровня повреждений ДНК в ответ на облучение в острой дозе нейробластов личинок, развивавшихся в условиях хронического облучения, т.е. радиоадаптивный ответ (рис. 2). В эксперименте с линией, имеющей мутацию в гене Cu-Zn супероксиддисмутазы (эта линия отличается сниженной способностью к детоксификации свободных радикалов) (рис. 3), адаптивный ответ не наблюдается, что, вероятно, связано с тем, что чувствительность данной линии недостаточна для адаптации при хроническом облучении в дозе 4 сГр. Хроническое облучение в той же дозе личинок, несущих мутацию в гене *p53* (рис. 4), обнаружило снижение уровня повреждений ДНК нейробластов относительно спонтанного уровня. Кроме того, у данной линии отмечается снижение уровня повреждений ДНК в ответ на облучение в острой дозе нейробластов личинок, развивавшихся в условиях хронического облучения. Таким образом, у линии, несущей мутацию в гене, кодирующем транскрипционный фактор *p53*, наблюдается радиационный гормезис и адаптивный ответ в результате хронического облучения в дозе 4 сГр, подобно тому, как это происходит при облучении в дозе 40 сГр у линии дикого типа.

Для минимизации повреждающего воздействия временного культивирования клеток в следующем эксперименте острое облучение иммобилизованных нейробластов в вариантах анализа отсроченных эффектов (30 и 120 мин. после окончания облучения)

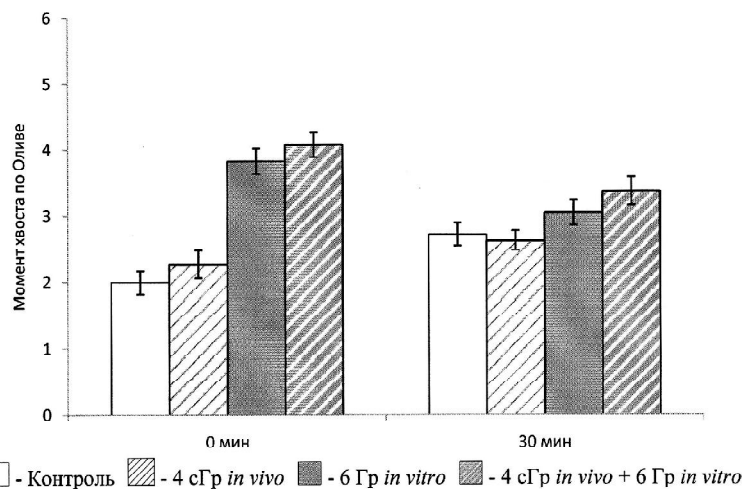


Рис. 1. Уровень повреждения ДНК нейробластов личинок *Drosophila melanogaster* линии дикого типа *Canton-S* (хроническое облучение – 4 сГр, провоцирующее облучение – 6 Гр).
* – $p < 0.01$ (t-критерий Стьюдента).

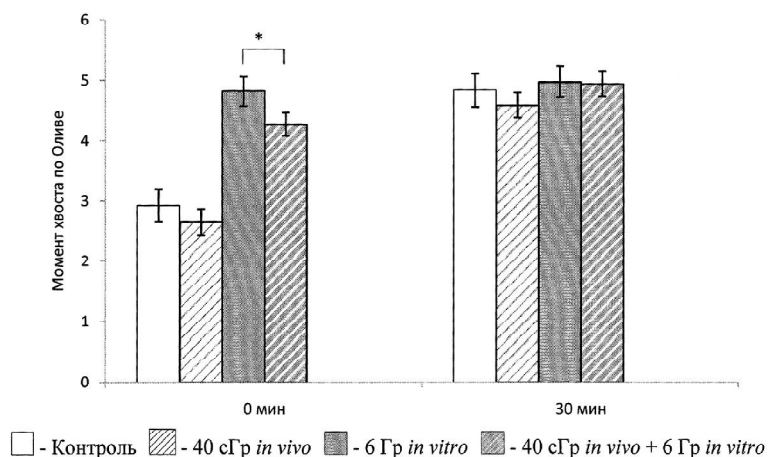


Рис. 2. Уровень повреждения ДНК нейробластов личинок *Drosophila melanogaster* линии дикого типа *Canton-S* (хроническое облучение – 40 сГр, провоцирующее облучение – 6 Гр).
* – $p < 0.001$ (t-критерий Стьюдента).

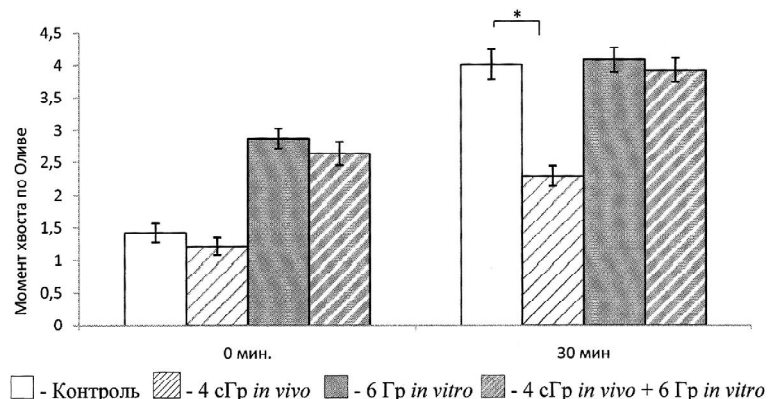


Рис. 3. Уровень повреждения ДНК нейробластов личинок *Drosophila melanogaster* линии с генотипом *Sodⁿ¹ red¹/TM3, Sb¹ Ser¹* (хроническое облучение – 4 сГр, провоцирующее облучение – 6 Гр).
* – $p < 0.001$ (t-критерий Стьюдента).

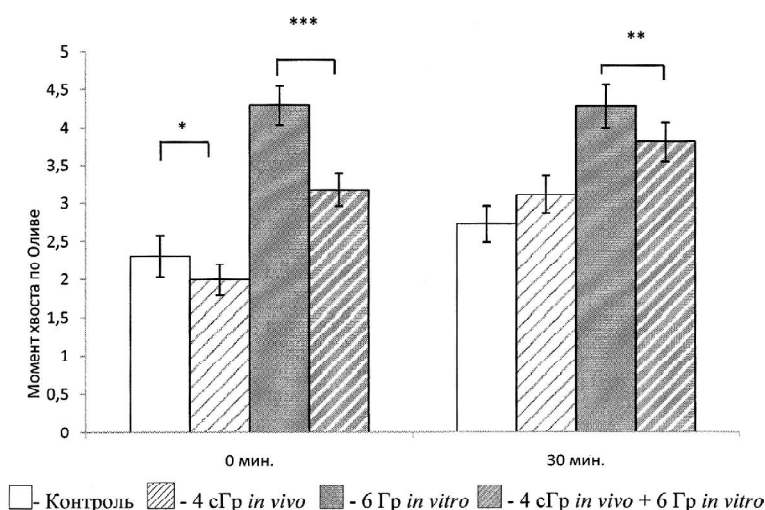


Рис. 4. Уровень повреждения ДНК нейробластов личинок *Drosophila melanogaster* линии с генотипом $y^1w^{1118}; p53^{5A-1-4}$ (хроническое облучение – 4 сГр, провоцирующее облучение – 6 Гр).

* – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$; *** – $p < 0.001$ (t-критерий Стьюдента).

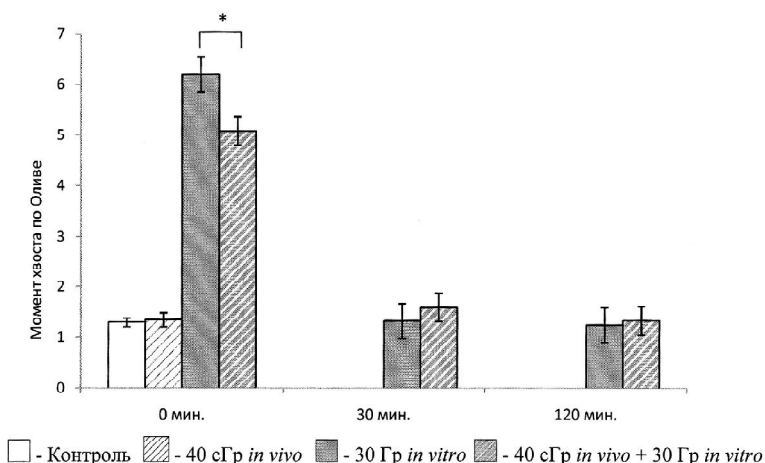


Рис. 5. Уровень повреждения ДНК нейробластов личинок *Drosophila melanogaster* линии дикого типа Canton-S (хроническое облучение – 40 сГр, провоцирующее облучение – 30 Гр).

* – $p < 0.05$ (t-критерий Стьюдента).

было заменено провоцирующим облучением *in vivo*. Анализ повреждений, наблюдаемых непосредственно после облучения (0 мин.), не претерпел при этом изменений (облучали иммобилизованные нейробласты). В целях увеличения чувствительности методического подхода доза острого облучения была увеличена до 30 сГр.

Результаты такого эксперимента на личинках линии дикого типа также показали наличие радиоадаптивного ответа у нейробластов предоблученных личинок, детектируемого непосредственно в момент окончания облучения (рис. 5). Однако спустя 30 мин. в условиях *in vivo* системы репарации ДНК нейробластов снижали уровень повреждений ДНК до контрольного. Уменьшение интервала времени после облучения позволит оценить вклад репарации ДНК в радиационный адаптивный ответ на фоне известных мутаций.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. У линии дикого типа Canton-S предоблучение *in vivo* в дозе 4 сГр не вызывает радиоадаптации нейробластов к воздействию *in vitro* в острой дозе 6 Гр, в то время как предоблучение в дозе 40 сГр оказывает адаптирующее воздействие.

2. Радиочувствительная линия с мутацией в гене *p53* проявляет адаптивную реакцию, заключающуюся в снижении уровня повреждений ДНК, при предварительном облучении в дозе 4 сГр. У линии с мутацией *Sod* радиоадаптивный ответ не наблюдается.

3. Разработан метод оценки роли конкретных генов в радиоадаптивном ответе с использованием нейробластов личинок *Drosophila melanogaster*.

ЛИТЕРАТУРА

Москалев А.А., Шапошников М.В. Генетические механизмы воздействия ионизирующих излучений в малых дозах. СПб.: Наука, 2009. 137 с.

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.

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.

РОЛЬ ГЕНОВ СТРЕСС-ОТВЕТА (*P53*, *MEI-41*, *TEFU*) В РАДИОАДАПТИВНОМ ОТВЕТЕ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Е.Н. Плюснина, А.А. Москалев
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: kateplus@mail.ru

Одним из актуальных направлений современной радиобиологии является изучение молекулярно-клеточных механизмов процесса радио-

адаптивного ответа, который проявляется в том, что предоблучение малыми дозами ионизирующей радиации повышает устойчивость биоло-

гической системы к воздействию больших доз ионизирующей радиации либо факторов нерадиационной природы.

Впервые существование радиоадаптивного ответа показано G. Olivieri с соавторами на клеточном уровне на примере лейкоцитов человека (Olivieri et al., 1984). С тех пор накоплен достаточно обширный материал по механизмам радиоадаптивного ответа на уровне функционирования отдельных клеток. Однако осталось невыясненным, каким образом интегрируются отдельные клеточные процессы в изменение параметров жизнедеятельности целого организма.

Наиболее интегративным показателем приспособленности на уровне целого организма является продолжительность жизни. Радиоадаптивный ответ по показателю продолжительности жизни был изучен в нашей группе. Показана роль фактора теплового шока и белков теплового шока в процессе адаптивного ответа после хронического гамма-облучения (Турышева и др., 2008).

Цель данной работы – исследовать изменения продолжительности жизни в процессе радиоадаптации линий *Drosophila melanogaster* с дефектами различных генов, контролирующих стресс-ответ (*p53*, *mei-41*, *tefu*).

Материалы и методы

Исследовали особей следующих линий:

- *Canton-S* – линия дикого типа;
- *p53/p53* (генотип: $y^1 w^{1118}; p53^{5A-1-4}/y^1 w^{1118}; p53^{5A-1-4}$). *p53* в ответ на повреждение ДНК запускает апоптоз либо репарацию повреждений. Кроме того, он участвует в регуляции онтогенеза живых организмов (Jin et al., 2000);
- *mei-41/mei-41* (генотип: $w, mei-41^{D5}/w, mei-41^{D5}$) и *mei-41/+* (генотип: $w^-, mei-41^{D5}/Basc; cn^1, bw1$). *mei-41* – гомолог гена протеинкиназы АTR млекопитающих, которая отвечает за распознавание повреждений ДНК и регулирует клеточный цикл в процессе развития и при повреждении ДНК (Laurencon et al., 2003);
- *tefu/+* (генотип: $w^*; P\{neoFRT\}82B\ tefu^{atm-3} e^1/TM6B, Tb^1$). Ген *tefu* является гомологом АТМ млекопитающих и запускается в ответ на повреждение ДНК. Кроме того, этот ген принимает участие в регуляции длины теломера (Oikemus et al., 2004).

Особи каждого из изучаемых генотипов были разделены на четыре группы – одну контрольную и три с разными условиями облучения. Животных из первой облученной группы подвергали хроническому воздействию радиации от гамма-источника с Ra^{226} в дозе 60 сГр за поколение на предимагинальных стадиях развития (в течение 12 сут.), мух из второй – воздействию острого облучения в дозе 30 Гр от гамма-источника с Co^{60} сразу после вылета имаго (в течение 30 мин.), мух из третьей облученной группы последовательно подвергали обоим видам воздействия. В каждом из вариантов эксперимента

самцы и самки жили отдельно. Эксперимент проводили в стандартных условиях при 25 °С и 12-часовом режиме освещения на агарно-дрожжевой питательной среде.

Подсчет числа умерших мух проводили ежедневно. Оставшихся в живых особей переносили на свежую среду один раз в неделю. Рассчитывали показатели медианной, средней, максимальной продолжительности жизни, времени гибели 90% особей и ряд других. Для оценки достоверности различий по продолжительности жизни в опыте и контроле применяли непараметрические критерии Гехана-Беслоу-Вилкоксона и Колмогорова-Смирнова.

Результаты и обсуждение

У мух линии дикого типа *Canton-S* при хроническом облучении малыми дозами наблюдали тенденцию к гормезису, в то время как острое облучение привело к достоверному снижению продолжительности жизни. Так, у самцов медианная продолжительность жизни уменьшилась на 8% ($p < 0.001$), у самок – на 10 ($p < 0.001$). Однако хроническое предоблучение малыми дозами ионизирующей радиации особей *Drosophila melanogaster* привело к адаптации животных, проявившейся в отсутствии достоверных различий между контролем и опытом, последовательно подвергшемся хроническому и острому облучению.

У самцов и самок линии, содержащей мутацию гена *p53*, наблюдали негативную реакцию, как на хроническое, так и острое облучение ионизирующей радиацией. Медианная продолжительность жизни у мух линии *p53/p53* снижалась вместе с повышением интенсивности воздействия (наименьшее снижение наблюдали после хронического низкоинтенсивного воздействия, а наибольшее – после последовательного хронического и острого воздействия). Для самцов различия между контролем и разными вариантами облучения составили 28-31%, для самок – от отсутствия достоверных изменений до 27% ($p < 0.001$). Радиоадаптации после предварительного хронического низкоинтенсивного облучения для самцов и самок данной линии *Drosophila melanogaster* не обнаружено.

У самцов-гемизигот и самок-гомозигот с дефектом гена *mei-41*, не смотря на тенденцию к гормезису при хроническом облучении в малых дозах, наблюдали значительное снижение продолжительности жизни после острого воздействия ионизирующей радиацией вне зависимости от применения адаптирующего воздействия. Различия с контролем по показателю медианной продолжительности жизни после острого облучения составили 54% для самцов ($p < 0.001$) и 38 – для самок ($p < 0.001$). И хотя у самок-гетерозигот с мутацией гена *mei-41* не наблюдали аналогичной чувствительности к острому облучению, радиоадаптация у данного генотипа также не выявлена.

**Влияние разных вариантов облучения ионизирующей радиацией
на продолжительность жизни особей *Drosophila melanogaster* линии дикого типа *Canton-S*
и линий с мутациями по генам стресс-ответа (*tefu*, *mei-41*, *Dmp53*)**

Линия	<i>M</i>	$\bar{X} \pm \Delta m$	90%	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>MRDT</i>	α	<i>R</i>	<i>N</i>
<i>Canton-S</i> самцы контроль	56.0	52.4±1.0	68	7	80	8.7	0.08	0.001	193
<i>Canton-S</i> самцы 60 сГр	58.0	55.3±0.9	71	3	92	7.7	0.09	0.000	323
<i>Canton-S</i> самцы 30 Гр*	52.0	50.4±1.3	66	3	89	8.7	0.08	0.001	150
<i>Canton-S</i> самцы 60 сГр + 30 Гр	54.0	49.6±2.0	68	5	68	8.7	0.08	0.001	62
<i>Canton-S</i> самки контроль	57.0	52.0±0.9	71	3	81	8.7	0.08	0.001	268
<i>Canton-S</i> самки 60 сГр**	61.0	57.4±1.2	68	8	75	5.8	0.12	0.000	85
<i>Canton-S</i> самки 30 Гр*	52.0	52.6±0.9	71	8	85	7.7	0.09	0.001	222
<i>Canton-S</i> самки 60 сГр + 30 Гр	54.0	53.6±0.9	70	16	91	8.7	0.08	0.001	176
<i>tefu/+</i> самцы контроль	34.0	29.6±1.4	45	3	48	9.9	0.07	0.006	105
<i>tefu/+</i> самцы 60 сГр	34.0	32.2±1.0	45	3	53	6.9	0.10	0.003	157
<i>tefu/+</i> самцы 30 Гр	37.0	32.1±1.2	49	5	57	9.9	0.07	0.005	133
<i>tefu/+</i> самцы 60 сГр + 30 Гр	38.0	34.1±1.5	50	5	55	9.9	0.07	0.004	114
<i>tefu/+</i> самки контроль	36.5	29.6±1.1	45	3	50	8.7	0.08	0.006	147
<i>tefu/+</i> самки 60 сГр	37.0	32.1±1.1	48	5	53	8.7	0.08	0.004	153
<i>tefu/+</i> самки 30 Гр**	27.0	27.1±1.0	43	5	49	8.7	0.08	0.006	129
<i>tefu/+</i> самки 60 сГр + 30 Гр*	27.0	25.9±1.0	41	5	50	9.9	0.07	0.009	151
<i>mei-41</i> самцы контроль	46.0	48.1±1.6	66	7	73	9.9	0.07	0.001	98
<i>mei-41</i> самцы 60 сГр	50.0	47.0±2.7	71	3	72	11.6	0.06	0.002	80
<i>mei-41</i> самцы 30 Гр*	21.0	24.8±0.9	43	7	63	11.6	0.06	0.013	155
<i>mei-41</i> самцы 60 сГр + 30 Гр*	21.0	22.5±0.6	30	13	49	6.3	0.11	0.007	141
<i>mei-41/mei-41</i> самки контроль	53.0	49.3±1.2	64	12	71	7.7	0.09	0.001	127
<i>mei-41/mei-41</i> самки 60 сГр	55.0	50.2±1.6	71	3	79	6.3	0.11	0.000	90
<i>mei-41/mei-41</i> самки 30 Гр*	33.0	34.8±0.9	51	5	70	8.7	0.08	0.004	149
<i>mei-41/mei-41</i> самки 60 сГр + 30 Гр*	33.0	33.0±1.0	43	5	68	7.7	0.09	0.003	106
<i>mei-41/+</i> самки контроль	50.0	38.3±1.0	52	5	64	7.7	0.09	0.002	188
<i>mei-41/+</i> самки 60 сГр	50.0	41.0±1.0	54	3	67	7.7	0.09	0.001	225
<i>mei-41/+</i> самки 30 Гр	50.0	41.4±1.2	61	6	69	9.9	0.07	0.003	239
<i>mei-41/+</i> самки 60 сГр + 30 Гр	49.0	36.1±1.6	54	5	70	11.6	0.06	0.005	128
<i>p53/p53</i> самцы контроль	23.5	27.2±1.2	57	3	71	23.1	0.03	0.017	185
<i>p53/p53</i> самцы 60 сГр*	17.0	18.5±0.7	30	3	40	7.7	0.09	0.014	129
<i>p53/p53</i> самцы 30 Гр*	16.0	19.2±0.8	34	6	49	13.9	0.05	0.023	193
<i>p53/p53</i> самцы 60 сГр + 30 Гр*	16.0	17.2±0.6	28	5	35	7.7	0.09	0.017	186
<i>p53/p53</i> самки контроль	30.0	33.0±0.7	52	6	69	11.6	0.06	0.007	398
<i>p53/p53</i> самки 60 сГр	30.0	30.5±0.9	50	3	61	11.6	0.06	0.007	272
<i>p53/p53</i> самки 30 Гр**	28.0	30.2±1.0	50	6	61	13.9	0.05	0.009	229
<i>p53/p53</i> самки 60 сГр + 30 Гр*	22.0	25.5±0.8	50	5	61	17.3	0.04	0.016	336

* – Различия с контролем достоверны при $p < 0.001$, ** – различия с контролем достоверны при $p < 0.05$ (по критерию Гехана-Беслоу-Вилкоксона); *M* – медианная продолжительность жизни (сут); $\bar{X} \pm \Delta m$ – средняя продолжительность жизни и ошибка среднего; 90% – время 90% жизни особей; *min* и *max* – минимальная и максимальная продолжительность жизни в выборке; *N* – количество особей в выборке.

Для самцов и самок с мутацией гена *tefu* в гетерозиготе радиоадаптация к хроническому гамма-облучению в малых дозах также не была обнаружена. У самцов линии *tefu/+* после различных видов облучения достоверных различий по продолжительности жизни не наблюдали, а у самок медианная продолжительность жизни снизилась на 33% ($p < 0.001$) в обоих вариантах эксперимента, где присутствовало острое облучение.

Таким образом, было показано, что у линий *Drosophila melanogaster* с мутациями генов *tefu*, *mei-41* и *p53* повышения устойчивости к действию острого облучения после хронического предоблучения малыми дозами не наблюдает-

ся, что свидетельствует об участии исследуемых генов в процессе радиоадаптации к хроническому облучению ионизирующей радиацией в малых дозах.

ЛИТЕРАТУРА

Турышева Е. В., Шапошников М.В., Москалев А.А. Адаптивный ответ по продолжительности жизни у линий *Drosophila melanogaster* с мутациями генов фактора теплового шока и белков теплового шока // Радиационная биология. Радиоэкология, 2008. Т. 48. № 5. С. 580-587.

Jin S., Martinek S., Joo W.S. et al. Identification and characterization of a p53 homologue in *Drosophila melanogaster* // PNAS, 2000. Vol. 97. P. 7301-7306.

Laurencon A., Purdy A., Sekelsky J. et al. Phenotypic analysis of separation-of-function alleles of MEI-41, *Drosophila* ATM/ATR // Genetics, 2003. Vol. 164. P. 589-601.

Oikemus S.R., McGinnis N., Queiroz-Machado J. et al. *Drosophila* atm/telomere fusion is required for

telomeric localization of HP1 and telomere position effect // Genes Dev., 2004. Vol. 18(15). P. 1850-1861.

Olivieri G., Bodycote J., Wolff S. Adaptive response of human lymphocytes to low concentrations of radioactive thymidine // Science, 1984. Vol. 223. P. 594-597.

СОЧЕТАННОЕ ДЕЙСТВИЕ МАЛЫХ ДОЗ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ И СУБСТАНЦИИ СЕРПИСТЕН НА СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ

О.В. Раскоша

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: raskosha@ib.komisc.ru

Цель нашей работы – изучение противолучевых свойств экидистероидсодержащей субстанции Серпистен на структурно-функциональные параметры щитовидной железы и надпочечников мышей. В эксперименте использовали 85 половозрелых самцов белых беспородных мышей. Облучение животных проводили в течение 30 сут. на гамма-установке от двух источников ^{226}Ra (0.474×10^6 и 0.451×10^6 кБк) при постоянной мощности экспозиционной дозы 40 мР/ч (суммарная поглощенная доза составила 22.6 сГр). Серпистен животные получали в водном растворе в течение 10 сут. в дозах 5 и 50 мг/кг массы тела. Применяли два режима введения – одним животным субстанцию давали до хронического облучения (профилактическое введение), другим – после (терапевтическое введение). Серпистен для исследования предоставлен сотрудниками нашего института, патент РФ № 2153346 (Фитоэкидстероиды, 2003). Каждой экспериментальной группе животных соответствовал свой контроль.

Мышей декапитировали через сутки после прекращения экспериментальных воздействий. Извлеченные органы помещали в 10%-ный раствор формалина и подвергали стандартной гистологической обработке (Волкова, Елецкий, 1982), надпочечники окрашивали гематоксилин-эозином, а щитовидные железы – реактивом Шиффа, ядра тироцитов докрашивали гематоксилином Карачи. Морфофункциональное состояние исследуемых тканей оценивали под световым микроскопом «NU-2» при увеличениях ок. $\times 12.5$; об. $\times 25$ и 100 (осуществляли от 50 до 100 промеров). В тироидной паренхиме с помощью сетки Автандилова выявляли соотношение основных структурных элементов, используя окулярную линейку, измеряли диаметры фолликулов и высоту фолликулярного эпителия. В надпочечниках определяли ширину общей коры и ее зон, а также ядерно-цитоплазматическое соотношение (Автандилов, 1990). Статистическую обработку проводили с использованием t-критерия Стьюдента (Лакин, 1990). Достоверными считали различия с контролем при * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Изучение состояния щитовидной железы после действия ионизирующей радиации в сочетании с Серпистеном позволило установить, что противолучевые свойства Серпистен проявлял при профилактическом введении, причем в обеих дозах. Результаты изучения параметров тироидной ткани, полученные после введения субстанции в этом режиме, были в пределах контрольных значений (рис. 1). После смены режима введения Серпистена на терапевтический в щитовидной железе обнаружены статистически значимые по сравнению с контролем морфологические изменения, выраженность которых зависела от дозы субстанции. Если Серпистен в дозе 5 мг/кг приводил к достоверному изменению только диаметра фолликулов, то с повышением дозы, вводимой животным субстанции до 50 мг/кг, помимо этого, происходило еще и значительное по сравнению с нормой увеличение количества коллоида, понижение объемной плотности эпителия, снижение

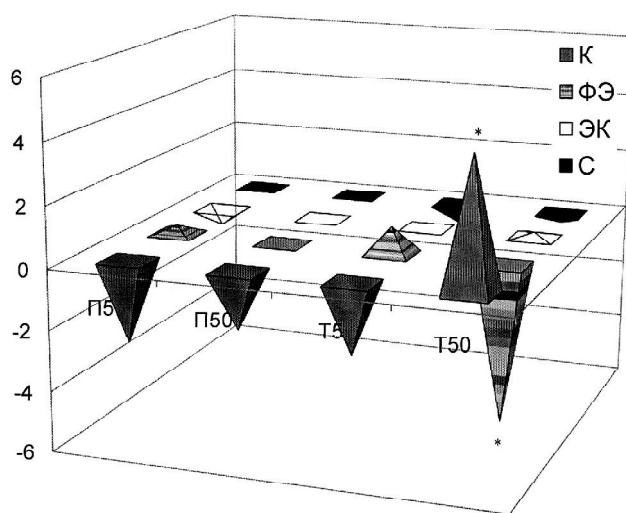


Рис. 1. Объемные плотности (%) коллоида (К), фолликулярного эпителия (ФЭ), экстрафолликулярных клеток (ЭК), строма и сосудов (С) в щитовидной железе облученных мышей в сочетании с Серпистеном.

Примечание: здесь и далее: П – профилактический режим введения Серпистена, Т – терапевтический, 5 – Серпистен в дозе 5 мг/кг, 50 – в дозе 50 мг/кг.

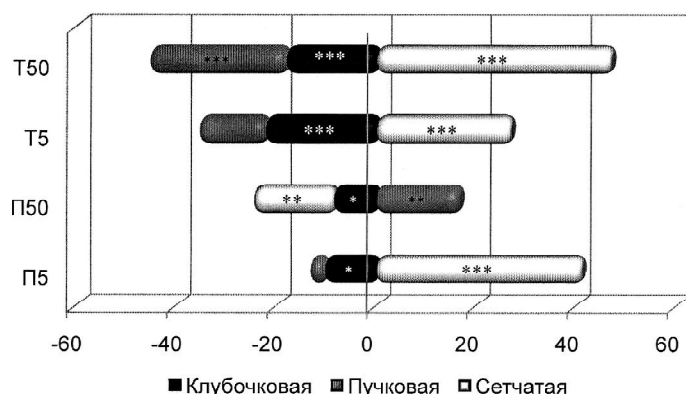


Рис. 2. Ширина зон коры надпочечников белых беспородных мышей после сочетанного действия Серпистена и ионизирующего излучения. По горизонтали указана разница по отношению к контролю (мкм).

высоты тироцитов и индекса активности щитовидной железы, что свидетельствует о понижении функциональной активности тиреоидной ткани.

Результаты исследования надпочечников мышей показали, что эффективность сочетанного действия Серпистена и хронического облучения зависела как от режима введения субстанции в организм, так и от ее дозы. Прием Серпистена в профилактическом режиме приводил к увеличению размеров коры надпочечника (в среднем на 5.3 мкм), а в терапевтическом, наоборот, к уменьшению (на 7.7 мкм). Выявлено, что введение Серпистена перед облучением в дозе 50 мг/кг не оказывало противолучевого эффекта на надпочечники мышей (рис. 2), то есть размеры пучковой и сетчатой зон оставались такими же, как и при действии одного облучения (Раскоша и др., 2007). В остальных вариантах эксперимента по сочетанному действию обнаружены достоверные различия морфометрических параметров коры надпочечника по сравнению с облученными животными: уменьшение размеров пучковой и увеличение сетчатой зон.

Во всех вариантах опыта следует отметить статистически значимое уменьшение размеров клубочковой зоны по сравнению с контролем, при этом у мышей, получавших субстанцию в терапевтическом режиме, реакция была более выражена (на 20.2%), чем в профилактическом (на 9.5%). При раздельном действии исследуемых факторов и ширина клубочковой зоны находилась в пределах нормы.

Таким образом, выявлено, что Серпистен может модифицировать эффекты, вызываемые у животных гамма-облучением, при этом биологический ответ исследуемых тканей зависит от режима поступления субстанции в организм и его дозы. Максимальные изменения по сравнению с контрольными показателями вызывал Серпистен в дозе 50 мг/кг при терапевтическом введении. По результатам проведенного исследования наиболее приемлемым для изучения противолучевых свойств Серпистена является профилактический режим введения этого препарата в организм животных, при этом для надпочечника оптимальной оказалась доза Серпистена 5 мг/кг, для щитовидной железы радиозащитный эффект выявлен при обеих дозах препарата.

Работа поддержана программой фундаментальных исследований Президиума Уральского Отделения РАН «Фундаментальные науки – медицине».

ЛИТЕРАТУРА

- Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина, 1990. 382 с.
 Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы патологии и гистологической техники. М.: Высшая школа, 1982. 304 с.
 Лакин Г.Ф. Биометрия. 4-е изд. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
 Раскоша О.В., Ермакова О.В., Селезнева А.В. и др. Состояние периферических эндокринных желез белых беспородных мышей после действия экдистероидов серпухи венценосой // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН, 2007. № 2. С. 35-37.

ЧАСТОТА МИКРОЯДЕР В ТИРОЦИТАХ МЫШЕЙ ЛИНИИ СВА В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.Н. Старобор

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: nstarobor@yandex.ru

В 1973 г. для изучения цитогенетических нарушений, возникающих при действии различных агентов на животных *in vivo*, J.A. Heddle (1973) предложил применять микроядерный тест, основанный на учете микроядер в эритроидных клетках костного мозга. В результате высокой информативности микроядерный тест был включен в состав международных программ скрининга химических соединений в качестве краткосрочного теста на генотоксичность (Ру-

ководство..., 1982). В настоящее время учет микроядер применяется в большинстве популяций делящихся клеток в тканях с различным уровнем пролиферации для оценки влияния генотоксических факторов различной природы на уровень цитогенетических нарушений.

Микроядра – добавочные ядерные тельца интерфазных клеток (рис. 1) – образуются в митозе из ацентрических фрагментов хромосом вследствие их разрыва или из целых хромосом, от-

ставших во время анафазы, которые оказываются не включенными в состав дочерних ядер и лежат в цитоплазме отдельно от основного ядра (Ильинских и др., 1988).

Для объективной характеристики изучаемой популяции клеток требуется получение качественных суспензий, отражающих все особенности клеточного состава ткани. Именно из такой суспензии в дальнейшем можно получить качественные мазки изолированных клеток, которые позволяют более точно провести количественный анализ клеточной популяции (изучить морфологические типы клеток, провести кариометрию, подсчет хромосомных aberrаций, учет числа делящихся клеток) и судить о чувствительности клеток к действию изучаемых факторов.

На кафедре гистологии Ярославской государственной медицинской академии были проведены исследования по оценке возможности применения микроядерного теста для изучения генотоксических повреждений в медленно пролиферирующей популяции клеток – фолликулярном эпителии щитовидной железы. В результате исследований был разработан метод получения изолированных тироцитов щитовидной железы из клеточной суспензии. В серии экспериментов на модели предварительно стимулированных к размножению фолликулярных тироцитов (гемитироидэктомия) в опытах *in vivo* на крысах линии Вистар показано, что микроядерный тест является чувствительным методом оценки интенсивности влияния генотоксических агентов (метилнитрозомочевины) на тироидную паренхиму щитовидной железы (Павлов и др., 2006). В дальнейшем цитогенетический метод исследования микроядер применен для изучения возрастной динамики формирования микронуклеированных тироцитов (Кораблева, 2007).

В отделе радиоэкологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН получены результаты, свидетельствующие о высокой информативности микроядерного теста при исследовании длительного воздействия низкоинтенсивного гамма-излучения на процессы формирования фолликулярных тироцитов с микроядрами в щитовидной железе крыс линии Вистар (Ермакова, 2008).

Таким образом, фолликулярный эпителий щитовидной железы является удобной моделью для индикации хромосомных aberrаций при изучении действия факторов разной природы с помощью микроядерного теста.

Цель нашего эксперимента – определение уровня цитогенетических повреждений в фолликулярном эпителии щитовидной железы мышей линии СВА при действии хронического гамма-излучения в малых дозах в период раннего развития организма.

Материал и методы

Мыши линии СВА в возрасте двух месяцев были посажены на размножение в условия хро-

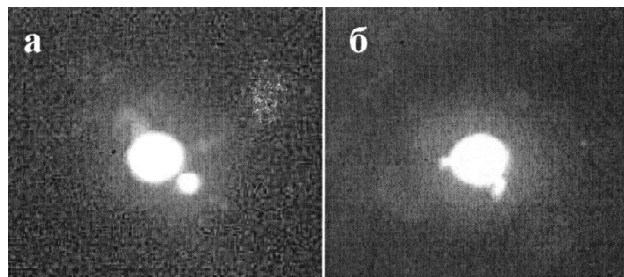


Рис. 1. Тироцит с одним (а) и двумя (б) микроядрами.

нического низкоинтенсивного гамма-излучения мощностью 0.04 ± 0.008 мГр/ч от источника ^{226}Ra . В этих условиях проходило зачатие, пренатальное (19 дней) и постнатальное (60 дней) развитие потомства первого поколения (F1). Накопленная доза для F1 составила 8 ± 2 сГр. Контрольные животные развивались одновременно в стандартных условиях вивария.

Исследования проводили на 43 мышах линии СВА (F1). Декапитировали животных сразу после окончания воздействия. У мышей извлекали щитовидную железу и помещали ее в 0.25% -ный раствор коллагеназы (Collagenase type IA, Sigma, USA; 2.5 мг/1 мл, $t = 37^\circ\text{C}$) для ферментативной обработки. Через 30 мин. к полученной суспензии добавляли 500 мкл холодного фосфатно-солевого буфера для отмывания тироцитов от коллагеназы (Индикация..., 2009). Отмытую суспензию клеток обрабатывали 0.56% -ным гипотоническим раствором хлорида калия ($t = 37^\circ\text{C}$, 10 мин.). После этого суспензию фиксировали метанол-уксусной кислотой, раскатывали на обезжиренные предметные стекла и сушили на воздухе. Готовые препараты изолированных тироцитов окрашивали акридиновым оранжевым. Анализ данных проводили при помощи люминесцентного микроскопа с системой захвата и обработки изображений при увеличе-

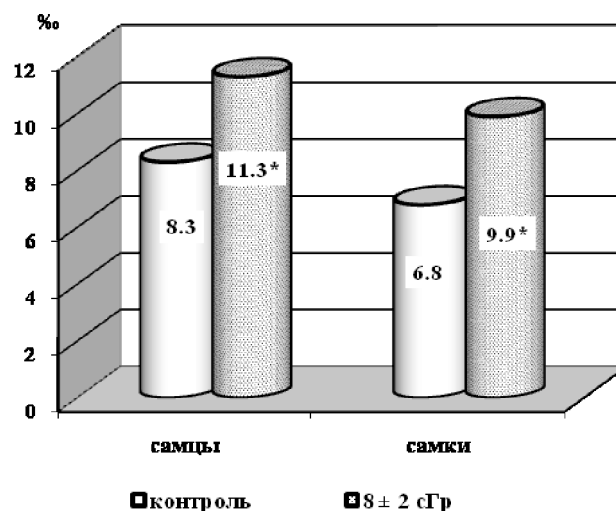


Рис. 2. Частота микроядер в фолликулярных тироцитах мышей линии СВА, развивающихся в условия хронического низкоинтенсивного гамма-излучения.

* Различия достоверны по отношению к контролю при $p < 0.05$.

нии ок. $\times 10$, об. $\times 100$. На мазках щитовидной железы оценивали частоту встречаемости тироцитов с микроядрами на 1000 клеток. Полученные данные выражали в промилле. Статистический анализ проводили при помощи ϕ -критерия Фишера для выборочных долей.

Результаты

Проведенный цитогенетический анализ фолликулярных тироцитов у двухмесячных мышей линии СВА показал, что спонтанный уровень микроядерных нарушений составляет 8.3‰ у самцов и 6.8 – у самок (рис. 2). У животных, развивающихся в условиях хронического низкоинтенсивного гамма-излучения, зарегистрировано возрастание частоты микронуклеированных тироцитов. Так, у самцов количество аберрантных клеток по отношению к контрольному значению увеличивается 1.36 раза и составляет 11.3‰ ($p < 0.05$). У самок возрастание уровня тироцитов с микроядрами происходит в 1.46 раза и составляет 9.9‰ ($p < 0.05$). Достоверных отличий по количеству клеток с цитогенетическими нарушениями между самцами и самками не выявлено. У некоторых животных были отмечены тироциты с двумя микроядрами (рис. 16).

Таким образом, в результате проведенного эксперимента было выявлено, что у мышей линии СВА как у самцов, так и самок в период раннего развития организма в условиях воздействия хронического низкоинтенсивного гамма-излучения происходит увеличение числа фолликулярных тироцитов с микроядрами.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 09-04-90351.

ЛИТЕРАТУРА

Ермакова О.В. Структурные перестройки периферических эндокринных желез мышевидных грызунов в условиях хронического облучения в малых дозах. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2008. 48 с.

Ильинских Н.Н., Ильинских И.Н., Некрасов В.Н. Использование микроядерного теста в скрининге и мониторинге мутагенов // Цитология и генетика, 1988. Т. 22. № 1. С. 67-72.

Индикация генотоксических повреждений с помощью цитогенетических и молекулярных методов анализа / О.В. Ермакова, Д.В. Гурьев, Е.А. Юшкова и др. // Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды: Матер. Междунар. конф. «Биорад-2009». Сыктывкар, 2009. С. 47-50.

Кораблева Т.В. Изучение клеток с микроядрами в оценке возрастных закономерностей пролиферации эпителия щитовидной железы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2007. 22 с.

Павлов А.В., Шашкина М.В., Гансбургский М.А. и др. Получение изолированных клеток для цитологических и цитогенетических исследований эпителия щитовидной железы // Морфология, 2006. Т. 130. № 6. С. 81-83.

Руководство по краткосрочным тестам для выявления мутагенных и канцерогенных химических соединений. Гигиенические критерии окружающей среды. Женева: ВОЗ, 1982. № 51. 212 с.

Heddle J.A. A rapid in vivo test chromosomal damage // Mutat. Res., 1973. Vol. 18. № 2. P. 187-190.

ЧАСТОТА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ У ОБЫКНОВЕННОГО УЖА (*NATRIX NATRIX* L., 1758), ОБЫКНОВЕННОЙ (*VIPERA BERUS* L., 1758) И СТЕПНОЙ (*V. RENARDI* CHRISTOPH, 1861) ГАДЮК В УСЛОВИЯХ ТЕРМОПРЕФЕРЕНДУМА

А.С. Шилов, И.М. Руцкина

Пермский государственный педагогический университет

E-mail: shurick.shilov@yandex.ru

Рептилии относятся к пойкилотермным животным, их температура тела зависит от температуры окружающей среды. Поведенческие и физиологические терморегуляторные механизмы у рептилий направлены на поддержание температуры тела в рамках термопреферендума – диапазона предпочитаемой температуры (Слоним, 1984). Оптимальная температура тела обыкновенного ужа из лесостепи и полупустыни, обыкновенной гадюки из лесостепи и степной гадюки из полупустыни в природных условиях находится в рамках от 24 до 30 °С (Литвинов, 2008). В процессе эволюции различные виды и популяции животных приспосабливаются к температурным условиям среды благодаря морфофизиологическим адаптационным механизмам (Crawford et al., 1999), а переносимость тепловой нагрузки определяется возможностями регу-

ляторных механизмов сердечно-сосудистой системы (Seebacher, 2005). Температура тела рептилий оказывает существенное влияние на частоту сердечных сокращений (ЧСС) (Рощевский, 1984).

Цель работы – исследование ЧСС обыкновенного ужа из лесостепи и полупустыни, обыкновенной гадюки из лесостепи и степной гадюки из полупустыни в условиях термопреферендума.

Методика

Исследования проведены на обыкновенном ухе ($n = 13$) и обыкновенной гадюке ($n = 8$) из лесостепи (Пермский край); обыкновенном ухе ($n = 7$) и степной гадюке ($n = 9$) из полупустыни (Астраханская обл.). Температуру тела измеряли в пищеводе на глубине 5-7 см термопа-

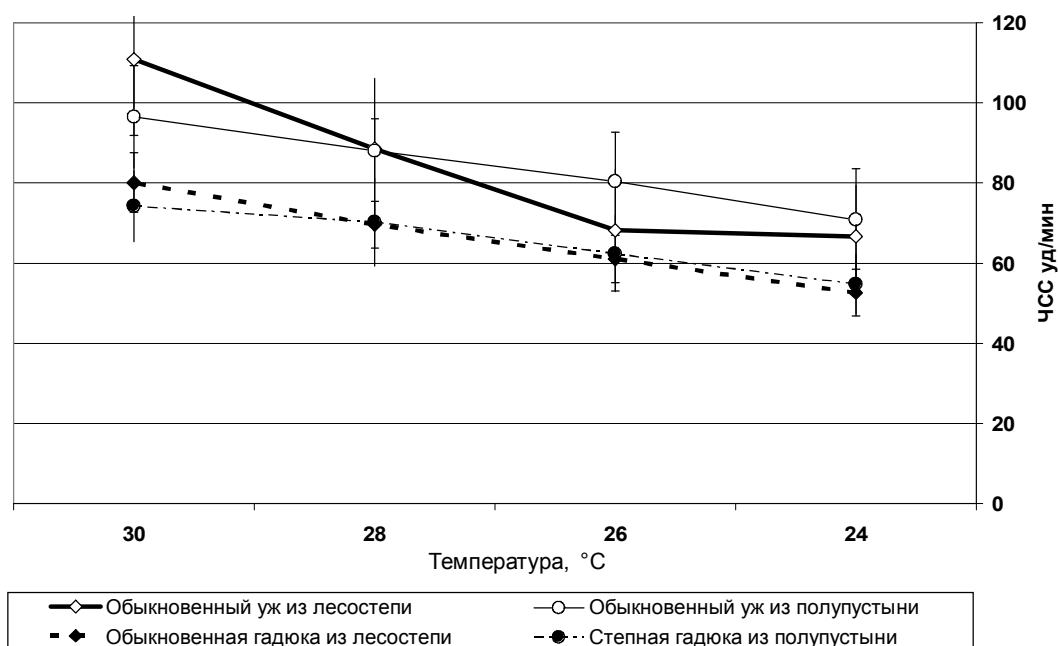


Рис. 1. ЧСС обыкновенного ужа из лесостепи и полупустыни, обыкновенной гадюки из лесостепи и степной гадюки из полупустыни в условиях охлаждения.

рой, соединенной с микроультиметром. У наркотизированных змей регистрировали электрокардиограмму (ЭКГ) кардиоанализатором «Валента» (Россия) подкожными игольчатыми электродами в биполярном отведении: справа выше и слева ниже сердца на дорзолатеральной поверхности туловища при температуре тела животного 24, 26, 28 и 30 °C.

Результаты исследования

В условиях экспериментального охлаждения у обыкновенного ужа из лесостепи при температуре тела 30 °C ЧСС изменяется от 88 до 130 уд./мин. (рис. 1). При температуре тела 28 °C происходит снижение ЧСС в пределах от 61 до 115 уд./мин. Дальнейшее охлаждение до 26 °C понижает ЧСС до 51-91 уд./мин. При температуре тела 24 °C у обыкновенного ужа из лесостепи ЧСС составляет 44-81 уд./мин.

У обыкновенного ужа из полупустыни в условиях охлаждения при температуре тела 30 °C ЧСС составляет 78-141 уд./мин. (рис. 1). При понижении температуры тела до 28 °C ЧСС снижается до 66-100 уд./мин., а при 26 °C – изменяется в пределах от 57 до 90 уд./мин. Дальнейшее понижение температуры тела до 24 °C уменьшает ЧСС до 53-84 уд./мин.

При охлаждении обыкновенной гадюки из лесостепи при температуре тела 30 °C ЧСС изменяется от 88 до 130 уд./мин. При температуре тела 28 °C происходит снижение ЧСС в пределах от 61 до 115 уд./мин. Дальнейшее охлаждение до 26 °C уменьшает ЧСС до 51-91 уд./мин. При температуре тела 24 °C у обыкновенного ужа из лесостепи ЧСС составляет 44-81 уд./мин.

У степной гадюки из полупустыни в условиях охлаждения при температуре тела 30 °C ЧСС

составляет 61-84 уд./мин. При понижении температуры тела до 28 °C ЧСС снижается до 50-70 уд./мин., а при 26 °C ЧСС изменяется в пределах от 42 до 64 уд./мин. Дальнейшее понижение температуры тела до 24 °C уменьшает ЧСС до 38-57 уд./мин.

В условиях экспериментального нагревания у обыкновенного ужа из лесостепи при температуре тела 24 °C ЧСС изменяется от 55 до 99 уд./мин. При температуре тела, равной 26 °C, происходит увеличение ЧСС в пределах 60-114 уд./мин. Дальнейшее нагревание до 28 °C повышает ЧСС до 63-122 уд./мин. При температуре тела 30 °C у обыкновенного ужа из лесостепи ЧСС составляет 78-141 уд./мин.

У обыкновенного ужа из полупустыни в условиях нагревания при температуре тела 24 °C ЧСС составляет 42-70 уд./мин. При повышении температуры тела до 26 °C ЧСС увеличивается до 53-91 уд./мин, а при 28 °C ЧСС изменяется в пределах от 74 до 103 уд./мин. Дальнейшее повышение температуры тела до 30 °C увеличивает ЧСС до 90-113 уд./мин.

При нагревании обыкновенной гадюки из лесостепи при температуре тела 24 °C ЧСС изменяется от 21 до 79 уд./мин. При температуре тела, равной 26 °C, происходит увеличение ЧСС в пределах от 55 до 90 уд./мин. Дальнейшее повышение до 28 °C увеличивает ЧСС до 64-104 уд./мин. При температуре тела 30 °C у обыкновенного ужа из лесостепи ЧСС составила 70-107 уд./мин.

У степной гадюки из полупустыни в условиях нагревания при температуре тела 24 °C ЧСС составляет 35-51 уд./мин. При повышении температуры тела до 26 °C ЧСС увеличивается до 46-59 уд./мин, а при 28 °C ЧСС изменяется в

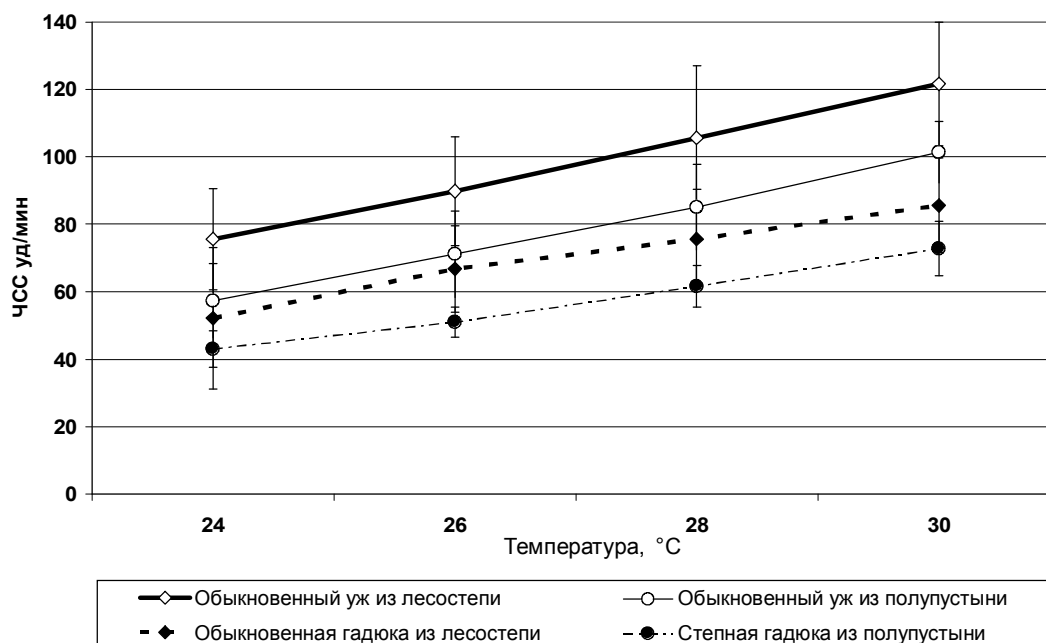


Рис. 2. ЧСС обыкновенного ужа из лесостепи и полупустыни, обыкновенной гадюки из лесостепи и степной гадюки из полупустыни в условиях нагревания.

пределах от 50 до 70 уд./мин. Дальнейшее повышение температуры тела до 30 °C увеличивает ЧСС до 61-84 уд./мин.

Обсуждение результатов исследования

Обыкновенный уж и обыкновенная гадюка из лесостепи, обыкновенный уж и степная гадюка из полупустыни имеют разные температурные предпочтения. Наиболее термофильной является степная гадюка из полупустыни, менее термофильны обыкновенная гадюка из лесостепи, обыкновенный уж из полупустыни и самый не требовательный к высокой температуре – обыкновенный уж из лесостепи (Литвинов, 2008). В условиях экспериментального нагревания при высокой температуре тела у этих змей ЧСС имеет обратную зависимость – у наиболее термофильных наблюдается наименьшая ЧСС и наоборот (Руцкина и др., 2009). В условиях термопреферендума при экспериментальном нагревании выявлена тенденция к такой же закономерности, как и при высокой температуре. ЧСС у исследованных животных при температуре тела 24-30 °C сходна в большей степени, так как достоверных различий средних значений ЧСС не выявлено ($p > 0.05$). При охлаждении в рамках термопреферендума выявлена тенденция к видовому сходству ЧСС у обыкновенного ужа из лесостепи и полупустыни и систематически близких видов обыкновенной и степной гадюк: при температуре тела 24-30 °C ЧСС у ужей в среднем отличается на 9 ± 9.8 уд./мин, а у гадюк – на 1 ± 0.8 , тогда как при нагревании эти различия составляют 20 ± 1.1 и 13 ± 2.7 соответственно.

Таким образом, в условиях термопреферендума у обыкновенного ужа из лесостепи и полупустыни и обыкновенной и степной гадюк при экспериментальном нагревании существует тенденция к обратной зависимости ЧСС от уровня термофильности. В условиях охлаждения выявлена тенденция к сходству ЧСС у обыкновенного ужа из лесостепи и полупустыни и систематически близких видов обыкновенной и степной гадюк.

Работа поддержана научной школой и грантами РФФИ (08-04-01804, 10-04-10143)

ЛИТЕРАТУРА

- Литвинов Н.А. Температура тела и микроклиматические условия обитания рептилий Волжского бассейна // Зоологический журн., 2008. Т. 87. № 1. С. 1-13.
- Роцевский М.П. Эволюционная электрокардиология. Л.: Наука, 1984. 252 с.
- Руцкина И.М., Литвинов Н.А., Роцевская И.М., Роцевский М.П. Адаптация сердца к температуре у обыкновенного ужа (*Natrix natrix* L.), обыкновенной (*Vipera berus* L.) и степной (*Vipera renardi* Christoph) гадюк (Reptilia: Squamata: Serpentes) // Экология, 2009. № 5. С. 333-338.
- Слоним А.Д. Температура среды обитания и эволюция температурного гомеостаза // Физиология терморегуляции. Л.: Наука, 1984. С. 378-441.
- Crawford D. L., Pierce V. A., Segal J. A. Evolutionary physiology of closely related taxa: analyses of enzyme expression // Am. Zool., 1999. Vol. 39. P. 389-399.
- Seebacher F. A review of thermoregulation and physiological performance in reptiles: what is the role of phenotypic flexibility? // J. Comp. Physiol., 2005. Vol. 175. P. 453-461.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В МАЛЫХ ДОЗАХ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ДРОЗОФИЛЫ

Е.А. Юшкова, О.А. Каса*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

* Сыктывкарский государственный университет

E-mail: ushkova@ib.komisc.ru

Сегодня большинство исследований свидетельствуют о высокой генетической эффективности облучения в малых дозах (Зайнуллин, 1998). Опасность действия низкофонового излучения может проявляться в виде снижения выживаемости и функционирования организма, обусловленных формированием в клетке повышенного уровня повреждений ДНК. Быстрый и своевременный ответ клетки на повреждение ДНК жизненно важен, поскольку неточность в восстановлении повреждений (разрывов) ДНК ведет к индукции мутаций, потере генетического материала, несбалансированности генома и последующей клеточной гибели, а в ряде случаев и организменной гибели.

С этих позиций в серии экспериментов была проведена оценка реакции выживаемости линий дрозофилы, мутантных по генам репарации повреждений ДНК, после воздействия низкоинтенсивного облучения разной продолжительности.

В качестве материала для исследования были использованы одновозрастные мухи мутантных по репарации линий *Drosophila melanogaster* (*mei-41*; *mus210*; *rad54*) и линии дикого типа *Canton-S*. Дрозофил подвергали гамма-излучению разной продолжительности с мощностью экспозиционной дозы 0.39 мГр/ч (при данной мощности поглощенные дозы для имаго составили 2.7, 5.3, 8.1, 11.9, 14.7 сГр). Полученное от облученных родителей потомство анализировали по показателям частоты доминантных летальных мутаций и двунитевых разрывов ДНК. Все контрольные и опытные варианты содержали в одинаковых условиях (при температуре 25 ± 0.1 °C, 12-часовом режиме освещения, стандартном корме).

Оценку частоты уровня доминантных летальных мутаций (ДЛМ) проводили по общепринятой методике (Ватти, Тихомирова, 1976) в четырех повторностях, для этого использовали двух-трехсуточных самцов (50 особей на вариант и повторность) контрольных и опытных линий дрозофилы.

Уровень повреждений ДНК в нейробластах личинок экспериментальных линий дрозофилы определяли по методу гель-электрофореза изолированных клеток или «ДНК-комет» (Bilbao et al., 2002). Полученную из нервных ганглиев личинок клеточную суспензию в фосфатно-солевом буфере смешивали с агарозой и наносили

на предметные стекла, которые спустя некоторое время погружали в лизирующий раствор на 2 ч. Затем стекла с лизированными клетками помещали в электрофорезную камеру с нейтральным буфером. По окончании электрофоретического разделения препараты фиксировали в 70%-ном этаноле, высушивали и окрашивали раствором SYBR Green. Визуализацию полученных препаратов проводили с помощью флуоресцентного микроскопа (Infinity). Для анализа «комет» использовали программу Comet Score. Оценивали момент «хвоста ДНК-комет», равный произведению процентного содержания ДНК в «хвосте» на длину «хвоста» в условных единицах. В каждом варианте подсчитывали 100-200 клеток на препарат.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Statistica 7.0.

Результаты опытов показали (рис. 1), что облучение в области малых доз приводит к увеличению уровня индукции ДЛМ у всех исследуемых линий дрозофилы. У облученных самцов линии дикого типа *Canton-S* обнаружено значимое ($p < 0.05$) по сравнению с контролем повышение частоты мутаций после радиационного воздействия в дозах 2.7 и 8.1 сГр (в трех случаях из четырех повторностей). Однако эти эффекты незначительны по сравнению с таковыми у мутантных линий. Наибольший уровень индуцированных мутаций зарегистрирован у линий *mei-41* и *rad54*, у которых частота мутирования варьирует от 2.3 до 4.2% относительно величин 1.0-1.3% у линии *Canton-S* и 1.5-1.8% – у *mus210*. При этом максимальный выход ДЛМ

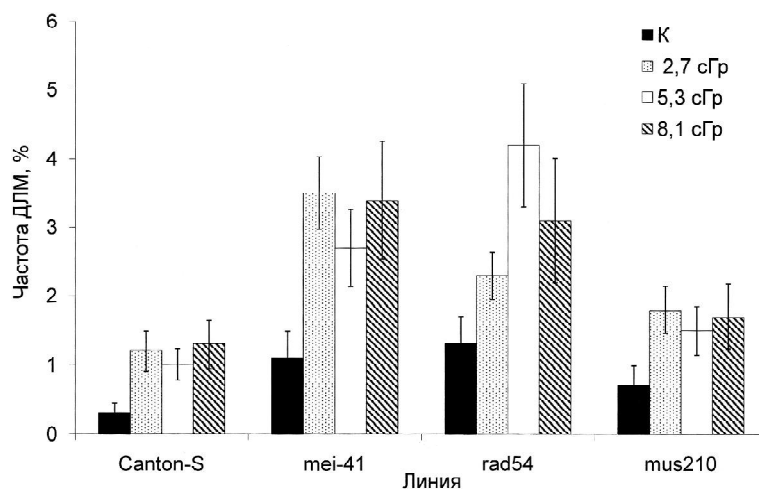


Рис. 1. Частота возникновения спонтанных и радиационно-индуцированных ДЛМ у самцов исследуемых линий дрозофилы.

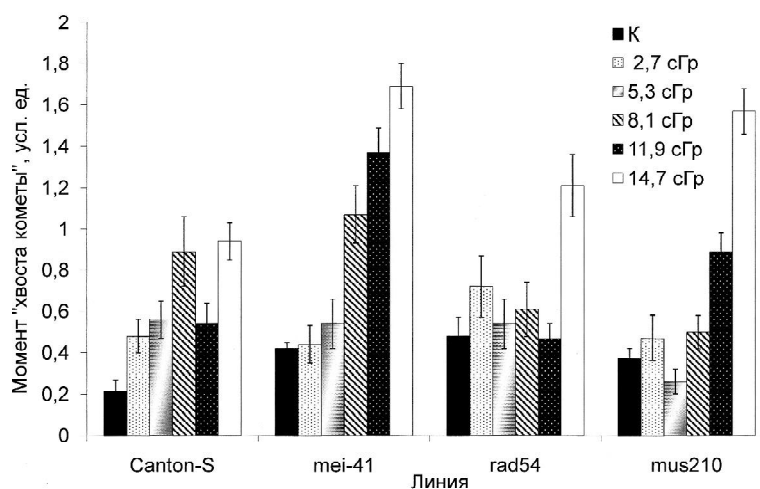


Рис. 2. Уровень двуцепочечных разрывов ДНК в клетках нервных ганглиев дрозофилы при разных накопленных дозах ионизирующего излучения (мощность экспозиционной дозы 0.39 мГр/ч).

наблюдается при экспозиции ионизирующего гамма-излучения в дозах 2.7, 8.1 сГр для мутанта *mei-41* и 5.3, 8.1 сГр – для *rad54*. Повышенная чувствительность к радиационному фактору обусловлена мутациями в этих генах. В норме гены *mei-41* и *rad54* синтезируют белковые продукты, которые являются основными участниками репарации повреждений ДНК и контроля клеточного цикла в фазах S и G₂ при воздействии ионизирующего излучения (Schweizer, 1989; Kooistra et al., 1999).

При исследовании эффектов облучения в малых дозах методом «ДНК-комет» было обнаружено (рис. 2), что изменение числа клеток с двуниевыми разрывами ДНК носит немонокотный характер, т.е. имеются дозы облучения, при которых частота выхода цитогенетических повреждений принципиально различается. Существенно и то, что неоднозначность ответа на радиационное воздействие низкой интенсивности зависит от генотипа дрозофилы. Так, у линии *mus210*, имеющей дефект в эксцизионной репарации нуклеотидов, после облучения в дозе 5.3 сГр уровень регистрируемых типов нарушений ДНК ниже контрольного. Следует отметить фиксируемые при дозах от 5.3 до 11.9 сГр частоты двуцепочечных разрывов в клетках личинок линии *rad54*, которые не превышают достоверно соответствующего контроля. Полученные о степени поврежденности ДНК результаты не объясняют повышенную концентрацию мутаций, наблюдаемую в этом диапазоне доз ионизирующего излучения. Очевидно, что помимо невосстановленных разрывов ДНК и хромосомных аберраций в основе образования радиационно-индуцированных ДЛМ лежат физиологические нарушения, которые могут составлять иногда существенную часть доминантных леталей (Асланян и др., 1994).

Таким образом, анализ экспериментальных данных свидетельствует об эффекте последствия ионизирующего гамма-излучения в малых дозах, являющийся мерой восстановительных процессов (для линии *Canton-S*) и зависящий от дозы облучения, типа учитываемого показателя и генотипа. По показателю ДЛМ линии *mei-41* и *rad54* являются более радиочувствительными, так как уже при достаточно низких для дрозофилы дозах облучения (2.7 сГр) наблюдается повышенное количество особей с доминантными летальными. Однако в аналогичных условиях облучения частота индуцированных повреждений ДНК, определяемая методом «ДНК-комет», близка к контрольному уровню. По сравнению с линией дикого типа *Canton-S* увеличение выхода двуниевых разрывов ДНК у мутантных линий выявлено только при больших дозах облучения. Исходя из этого, можно заключить о значимости репарации и ее генов в формировании эффекта дозы низкоинтенсивного ионизирующего излучения у дрозофилы.

ЛИТЕРАТУРА

- Асланян М.М., Ким А.И., Магомедова М.А., Фаткулбаянова Н.Л. Анализ доминантных и рецессивных сцепленных с полом летальных мутаций, индуцированных малыми дозами радиации, в генотипически различающихся линиях *Drosophila melanogaster* w и MS // Генетика, 1994. Т. 30. № 9. С. 1220-1223.
- Вампи К.В., Тихомирова М.М. Спонтанные и индуцированные радиацией доминантные летальные мутации у самок и самцов дрозофилы // Исследования по генетике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1976. Вып. 6. С. 32-43.
- Зайнуллин В.Г. Генетические эффекты хронического облучения в малых дозах ионизирующего излучения. СПб.: Наука, 1998. 100 с.
- Bilbao C., Ferreira 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.
- Kooistra R., Pastink A., Zonneveld B.M. et al. The *Drosophila melanogaster* DmRad54 Gene Plays a Crucial Role in Double-Strand Break after P-Element Excision and Acts Synergistically with Ku70 in the Repair of X-Ray Damage // Molec. and Cel. Biol., 1999. Vol. 19. № 9. P. 6269-6275.
- Schweizer P.M. A cell-cycle stage-related chromosomal X-ray hypersensitivity in larval neuroblasts of *Drosophila mei-9* and *mei-41* mutants suggesting defective DNA double-strand break repair // Mutat. Res., 1989. Vol. 211. № 5. P. 111-124.

Секция 5. ФИЗИОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ *COMARUM PALUSTRE* L. НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

Т.В. Бабак, И.В. Далькэ

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: babak@ib.komisc.ru; dalke@ib.komisc.ru

Многолетние травянистые растения, формирующие подземный метамерный комплекс, широко представлены в растительном мире, являются доминирующими видами культурных и природных травянистых сообществ, особенно в суровых условиях существования. В растительном покрове европейского Северо-Востока значительную долю (45%) составляют вегетивно-подвижные растения, формирующие корневища и столоны. Одним из представителей этой группы является сабельник болотный (*Comarum palustre* L., сем. *Rosaceae* Juss.). Большой интерес представляет данный вид как перспективное лекарственное растение. В его листьях обнаружены дубильные вещества, аскорбиновая кислота, каротин. Травянистое растение содержит в большом количестве водорастворимые сапонины и в небольших количествах красящие и смолистые вещества, флавоноиды, слизи, камеди и эфирное масло. *C. palustre* применяется в народной медицине. Корневища обладают ранозаживляющим, болеутоляющим и противовоспалительным свойствами.

Цель нашей работы – изучение биоморфологической структуры и физиологических особенностей растений *C. palustre* на Приполярном Урале в связи с оценкой роли эпигеогенных корневищ в адаптации растений к условиям Севера.

C. palustre широко распространен в европейской части России, Западной и Восточной Сибири, является обитателем таежной и тундровой зон. Циркумбореальный болотный вид. Обитает на сильно увлажненных местообитаниях с относительно богатым минеральным питанием: в сырых лесах, на болотах, часто образует заросли по берегам водоемов, на заболоченных лугах (Растительные ресурсы..., 1987). Наилучшего развития *C. palustre* достигает у берегов водоемов, на обводненных краях сплавин. На территории европейского Северо-Востока Рос-

сии – повсеместно широко распространен (Флора Северо-Востока..., 1976). *C. palustre* является прибрежно-водным видом, гигрофитом, гидрофитом. Согласно экобиоморфологической классификации макрофитов В.Г. Папченко (1985), относится к группе гигрогелофитов.

C. palustre приспособлен к относительно широким диапазонам терморегима, омброрегима, криорегима, континентальности и увлажнению почв. Его экологический ареал занимает более 50% диапазона этих шкал, что свидетельствует о большей патиентности *C. palustre* к этим факторам. По отношению к почвенным факторам и освещенности в ценозе он достаточно стенобионтен.

Типичными сообществами для *C. palustre* являются группа классов – прибрежно-водной растительности, класс формаций с гигрогелофитной растительностью. На европейском Северо-Востоке данный вид встречается совместно с другими видами водно-болотных, а также с лесными и луговыми растениями, иногда формирует сплошные заросли по берегам водоемов. В средней тайге *C. palustre* произрастает как по берегам рек, так и на мелководье, заболачиваемых водоемах, на болотах и сплавах. Для Приполярного Урала наиболее характерными местообитаниями *C. palustre* являются ивняки, прирусловые луговины, где он встречается совместно с *Carex cespitosa*, *Aconitum septentrionale*, *Polemonium acutiflorum*, *Geranium sylvaticum*, *Chamaenerion angustifolium* и др., однако сплошные заросли в отличие от более южных районов не формирует. Общее проективное покрытие травяно-кустарникового яруса в ценопопуляциях *C. palustre* на Севере высокое – до 95%. Моховой покров варьирует, представлен сфагновыми, зелеными и гипновыми, с проективным покрытием от 5 до 50%. В сообществах на Приполярном Урале обязательно входит кустарниковый ярус, представленный ивой и карлико-

вой березой. Видовая насыщенность невелика, включает 15-20 видов из травяно-кустарникового яруса.

C. palustre – вегетативно-подвижное летне-зеленое растение с восходящими многолетними жесткими побегами с удлинёнными междоузлиями и верхушечным соцветием. В пределах побега наблюдается гетерофиллия и наличие удлинённых и укороченных междоузлий. В отличие от типичных травянистых растений верхушки побегов *C. palustre* находятся в надземном (надводном) состоянии в течение всего неблагоприятного периода. Погружение побегов в воду или зарастание их субстратом происходит только весной. В надземном положении побеги *C. palustre* существуют не более года и, становясь многолетними, пассивно полегают под тяжестью собственного веса, постепенно обрастая субстратом. Это явление описано М.Т. Мазуренко и А.П. Хохряковым (1986) как «бриофилия» и характерно для кустарников и кустарничков, обитающих в тундрах и на болотах. Такие многолетние побеги или корневища *C. palustre* находятся, как правило, на поверхности субстрата либо в воде или в подстилке на малой глубине, что соответствует описанию его жизненной формы – вегетативно-подвижный стланик с эпигеогенными побегами. На Приполярном Урале корневища *C. palustre* растут непосредственно в подстилке, сформированной сфагновыми мхами, что соответствует гипогеогенным побегам. Гипогеогенность корневищ свидетельствует об адаптации растений к суровым условиям зимы и является одним из защитных механизмов на уровне структурной организации.

Для данного вида характерен особенный вариант перехода от кустарников к травам, связанный не с сокращением жизни надземных осей, а с полеганием их и погружением вместе с почками возобновления в нарастающий субстрат или воду. В зональном градиенте наблюдается изменение жизненной формы *C. palustre* – от стелющегося (стланикового) кустарника до стелющегося кустарничка в условиях сплавин, болот и тундры.

Изучение морфологических параметров растений *C. palustre* из ценопопуляций в условиях крайне-северной тайги показало, что значительных различий между ними не выявлено, за исключением числа корневищ и биомассы подземной части (г/м^2), которые в 1.5-2.0 раза выше в прирусловой разнотравной луговине, чем в ивняке разнотравном. Это говорит о вариативности подземной сферы растения, возможности ее изменения в зависимости от эдафических факторов. Число надземных побегов и длина особи в разных условиях произрастания достоверно не изменялись и составляли соответственно от двух до 19 надземных побегов на особь, длиной от 19 до 85 см. Длина основного корневища ва-

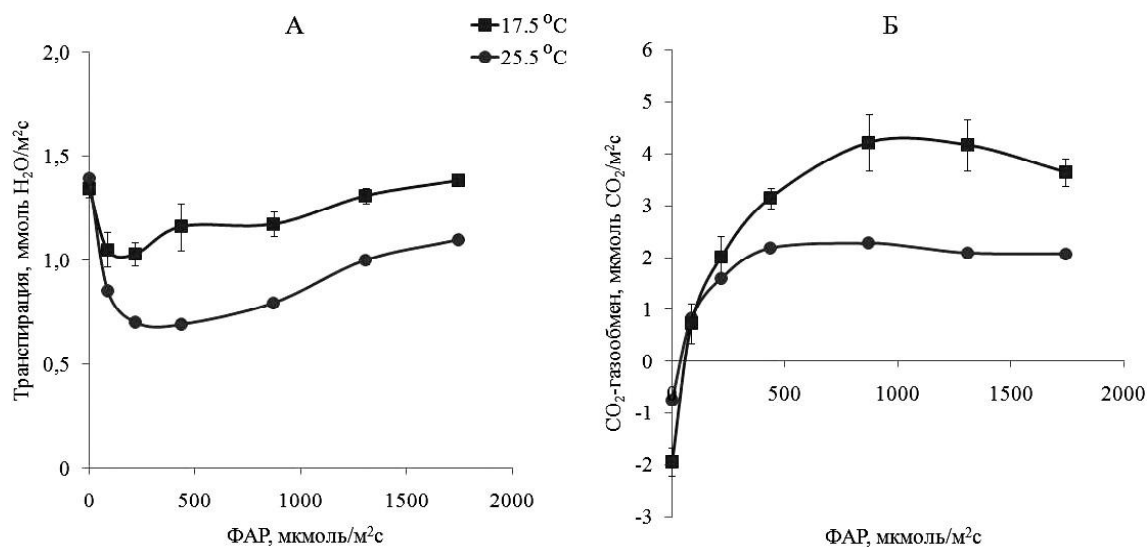
рьиновала от 20 до 80 см, а число метамеров – от трех до 20 шт./корневище. Растения *C. palustre* накапливали в среднем 8 г сухой массы, 80% которой составляли многолетние побеги. Сухая биомасса растений достоверно не менялась.

Согласно анализу наших и литературных данных, растения северной популяции характеризовались меньшими размерами: длина корневищ и число их метамеров значительно уменьшались по сравнению с более южными. Известно, что степень развития побегов зависит от экологических условий. В более жестких – растение, как правило, имеет меньшие размеры. И.Г. Серебряков и Т.М. Галицкая (1951) приводят данные, что в тундровых условиях Таймыра и Приполярного Урала в связи с коротким вегетационным периодом второй осенней генерации листьев у *C. palustre* не образуется, т.е. начальные почки в середине лета в рост не трогаются и становятся зимующими. Такая динамика развития оказывает влияние на размеры междоузлий и всего годичного прироста и как следствие на изменение жизненной формы. Поэтому, а также в связи с развитием меньшей вегетативной массы *C. palustre* может приобретать в тех условиях форму стелющегося кустарничка (шпалерного типа).

В целом растения *C. palustre*, произрастающие на Приполярном Урале, характеризовались небольшими размерами, формировали короткие корневища с малым количеством метамеров, что обусловлено менее благоприятными условиями обитания. Формирование корневищ, произрастающих в условиях низких температур и короткого периода вегетации, связано в большей степени с растяжением междоузлий. Малая длина корневищ северных растений и значительная их доля в биомассе целого растения свидетельствуют о компактности их клона.

Растения *C. palustre* из двух ценопопуляций произрастали в сходных микроклиматических условиях. Во время проведения измерений температура воздуха составляла около 18 °С, температура почвы на глубине 5 см – около 10 °С, уровень падающей фотосинтетически активной радиации (ФАР) составлял 400-800 $\text{мкмоль/м}^2\text{с}$ (облачное небо) и до 1800 $\text{мкмоль/м}^2\text{с}$ (чистое небо). Интенсивность $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена интактных листьев *C. palustre* определяли при температуре листа 17.5 и 25.5 °С, ступенчато повышая интенсивность освещения от 0 до 2000 $\text{мкмоль/м}^2\text{с}$ ФАР. Были получены световые зависимости CO_2 -газообмена и транспирации интактных листьев, показана эффективность использования воды листьями растений.

Следует отметить низкую оводненность листьев *C. palustre*, доля сухого вещества в листе составляет $35.6 \pm 3.2\%$. Для растений *C. palustre* отмечена прямая связь между содержанием воды в листе и уровнем грунтовых вод (Потаевич,



Интенсивность транспирации (А) и CO₂-газообмена (Б) intactных листьев сабельника болотного при разных температурах (Приполярный Урал, 2009 г.).

1983). По сравнению с другими болотными видами *S. palustre* характеризуется достаточно высоким уровнем транспирации листьев – до 1.4 ммоль H₂O/м²с (см. рисунок, А). Слабая оводненность листьев *S. palustre* и высокий расход влаги на транспирацию обусловлены низкой величиной осмотического давления по сравнению с другими болотными растениями.

В природных условиях были получены данные по интенсивности CO₂-газообмена intactных листьев *S. palustre* в зависимости от разной температуры и освещенности (см. рисунок, Б). При умеренной температуре, около 18 °C, листья поглощают CO₂ с умеренной скоростью, не более 2 мкмоль CO₂/м²с. Наблюдается раннее насыщение фотосинтеза светом при ФАР около 500 мкмоль/м²с. Нагрев листьев до 25 °C приводит к изменению формы кривой CO₂-газообмена. Усиливается интенсивность темнового дыхания видимого фотосинтеза листа. Как следствие, уровень насыщения фотосинтеза листа светом смещается к более высоким (около 1000 мкмоль/м²с) значениям ФАР. В естественных условиях листья растений *S. palustre* функционируют со средними значениями, сходными с величинами, полученными для бореальных травянистых многолетников Приполярного Урала. Повышение температуры приводит к закономерному и нормальному росту интенсивности CO₂-газообмена и транспирации надземной части растений. Температурные коэффициенты изученных процессов лежат в интервале 1.7-3.9. Отношение скорости поглощения CO₂ к транспирации листа указывает на высокую эффективность использования воды растениями в ходе фотосинтеза.

По данным литературы, отличительной особенностью *S. palustre* является высокий уровень сахаров и углеводно-белковых комплексов в листьях в течение всего вегетационного периода. Слабый отток углеводов из надземной части в корневища может лимитироваться анаэробной средой (Потаевич, 1983). В условиях Приполярного Урала следует обратить внимание на фактор низкой температуры почвы, которая может существенно снижать дыхательную активность корневищ и их запрос на углеводы.

Таким образом, представлены основные морфофизиологические параметры растений *S. palustre*, произрастающих на Севере, где их рост и развитие ограничиваются бедностью почв, температурными перепадами, недостатком тепла, коротким периодом вегетации.

ЛИТЕРАТУРА

- Мазуренко М.Т., Хохряков А.П. О бриофиллии растений Арктики и субарктики // Жизненные формы в экологии и систематике растений. М., 1986. С. 126-132.
- Панченков В.Г. О классификации макрофитов водоемов и водной растительности // Экология, 1985. № 6. С. 8-13.
- Потаевич Е.В. Физиологические особенности сабельника болотного // Структура растительности и ресурсы болот Карелии. Петрозаводск, 1983. С. 143-160.
- Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Сем. Hydrangeaceae–Naloragaceae. Л., 1987. 326 с.
- Серебряков И.Г., Галицкая Т.М. К биологии сезонного развития болотных растений Подмосковья в связи с условиями их жизни и происхождением // Ученые записки Московского государственного педагогического ин-та им. В.П.Потемкина, 1951. Т. XIX. Вып. 1. С. 19-47.
- Флора Северо-Востока европейской части СССР. Л.: Наука, 1976. Т. 3. С. 121-122.

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ СПОСОБОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ СЕМЯН ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ

Ю.М. Вотинова

Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого РАСХН

E-mail: u.votinova@gmail.com

Известно, что ткани здорового растения заселены внутри популяциями эндофитных микроорганизмов из корневой зоны почвы (Kobayashi et al., 2000). Эндофиты обитают в межклеточном пространстве, клетках кортекса корней, сосудистой системе, однако в отличие от фитопатогенных видов имеют с растением мутуалистические взаимоотношения (Hallmann et al., 1997; Kobayashi et al., 2000). В семена растений эти микроорганизмы проникают во время созревания.

Способы изоляции эндофитов для изучения их свойств разработаны слабо. Процесс изучения эндофитных бактерий начинается с подбора способа и режима стерилизации растительного материала. Оптимальный режим стерилизации, способствующий высокому выходу жизнеспособных эндофитных бактерий, для отдельных видов растений и тканей устанавливается экспериментальным путем.

Подбору стерилизующих веществ, эффективности их концентрации и продолжительности времени обработки с целью освобождения растительного материала от поверхностного загрязнения микроорганизмами в доступной нам литературе уделено недостаточно внимания. Данная работа посвящена подбору наиболее эффективных стерилизующих агентов и времени стерилизации семян для выделения эндофитных микроорганизмов.

Выявляли эффективность стерилизующих веществ, различных по механизму действия: азотнокислое серебро 0.5%, смесь (1:1) 96%-го этилового спирта и 6%-ной перекиси водорода, 2%-ный раствор Виркона С и таблетированный препарат Corega.

Для удаления поверхностного загрязнения семена ярового ячменя Зазерский 85 (1 г) предварительно промывали в дистиллированной воде в течение 5 мин. Затем воду сливали и семена подвергали обработке стерилизующими агентами в течение 5, 10, 15, 20 или 25 мин. в соответствующей концентрации. После стерилизации семена промывали под вакуумом 0.5-1.0 л дистиллированной стерильной воды.

Контроль стерильности семян проводили методом посева на агаризованную питательную среду RHM (Belimov et al., 1998) из разведений смыва с поверхности семян (эпифиты) и гомогената семян (эндофиты).

Стерилизация 0.5%-ным азотнокислым серебром при продолжительности воздействия на семена в течение 5 мин. обеспечила снижение количества эпифитных до 20% и эндофитных бактерий до 35% по сравнению с контролем (см.

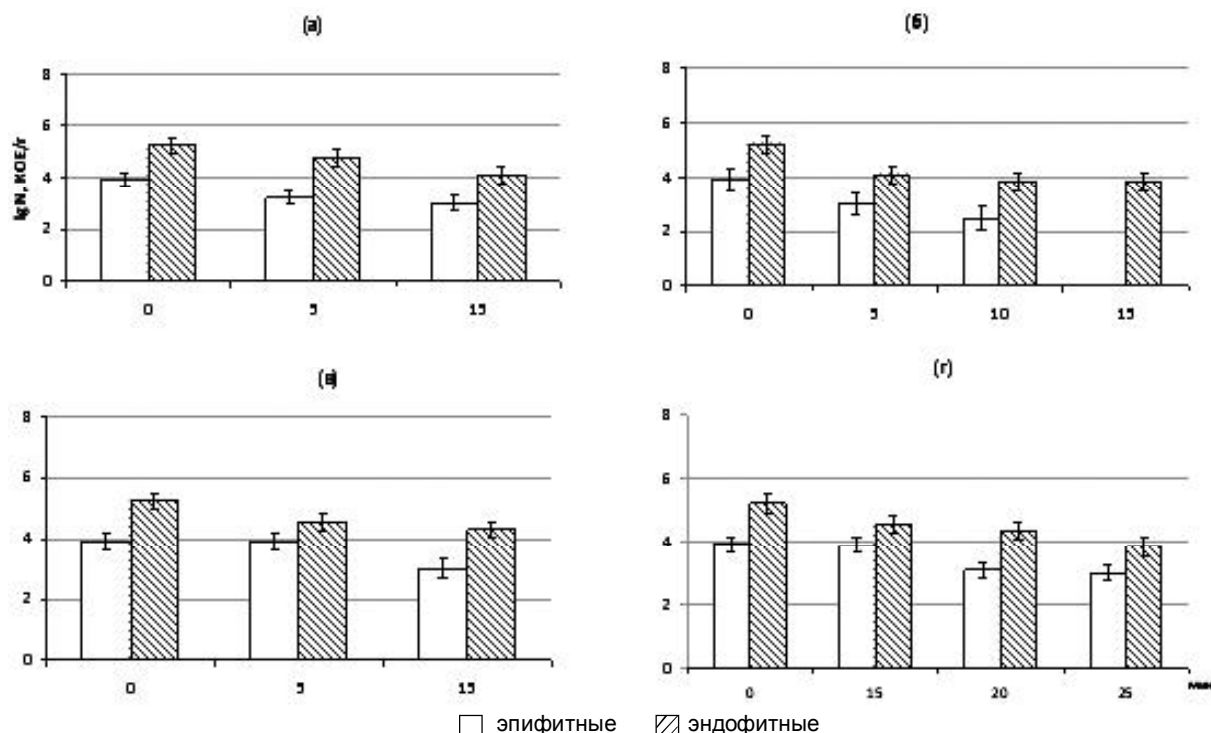
рисунок). Увеличение продолжительности стерилизации до 15 мин. снизило количество эпифитов на поверхности еще в два раза и количество эндофитных – в 4.5 раза.

Поверхностная обработка семян 2%-ным раствором Виркона С в течение 15 мин. обеспечила полную поверхностную стерилизацию. Сокращение продолжительности обработки с 15 до 10 и 5 мин. незначительно отразилось на эндофитной микрофлоре (см. рисунок), в то время как значительно увеличилось количество эпифитных бактериальных клеток.

При обработке препаратом Corega установлено, что время стерилизации семян должно составлять не менее 10 мин., время необходимо отсчитывать с момента начала растворения таблетки в воде (см. рисунок). Если таблетку препарата растворить в воде заранее, то посев из поверхностного смыва семян, простерилизованных таким способом, обнаруживает в два раза больше бактериальных клеток.

Использование смеси 96%-ного этилового спирта и 6%-ной перекиси водорода (1:1) в течение 15 мин. показало, что эпифитная микрофлора оказывалась при этом способе обработки максимальной по сравнению с другими способами стерилизации, существенно не отличаясь от контроля (см. рисунок). Увеличение времени обработки с 15 до 20 и 25 мин. снизило в шесть и восемь раз количество бактерий, высеваемых из смыва, при этом уровень сохранившихся внутритканевых микроорганизмов снижался в 1.6-5.3 раза.

Таким образом, сравнительный анализ данных по численности микроорганизмов, высеваемых с внешних покровов и из внутренних тканей семян ярового ячменя при различных способах стерилизации, позволил выявить оптимальные режимы, обеспечивающие достаточно высокую степень поверхностной стерилизации при сохранении жизнеспособности микробных клеток внутри растительной ткани. Так, с этой целью рационально использовать 0.5%-ный раствор азотнокислого серебра в течение 5 мин., 2%-ный раствор Виркона в течение 15 мин., таблетированный препарат Corega – 15 мин. или дезинфицирующую смесь 96%-ного этилового спирта и 6%-ной перекиси водорода в течение 20 мин. При таких способах стерилизации общее количество бактерий, выросших при посеве из гомогената семян, как минимум на порядок превышало количество остаточных клеток бактерий на поверхности, что в наибольшей степени отвечало поставленной в эксперименте задаче.



Количество эпифитных и эндофитных бактерий, высеваемых при различных способах стерилизации семян ярового ячменя: 0.5%-ным азотнокислым серебром (а); 2%-ным Вирконом (б); препаратом Corega (в); смесью 96%-ного этилового спирта и 6%-ной перекиси водорода (г).

ЛИТЕРАТУРА

Belimov A.A., Kunacova A.V., Vasilyeva N.D. et al. // Nitrogen Fixation with Non-Legumes. Kluwer Academic Publishers, 1998. P. 275-280.
Kobayashi D.Y., Palumbo J.D. Bacterial endophytes and their effects on plants and uses in agriculture /

Ed. C.W. Bacon and J.F. White. Microbial endophytes. N.-Y.: Marcel Dekker Inc., 2000. P. 199-233.

Hallman J., Quadt-Hallman A., Mahaffee W.F., Kloepper J.W. Bacterial endophytes in agricultural crops // Can. J. Microbiol., 1997. Vol. 43. P. 895-914.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХВОИ ВИДОВ РОДА *JUNIPERUS* НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

Н.В. Герлинг

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: Gerling1@rambler.ru

Род *Juniperus* является широко распространенным в сем. *Cupressaceae*, чему способствует большое количество видов, а также поливариантность признаков. Однако в связи с высокой степенью изменчивости возникают сложности с выделением близкородственных видов. У специалистов ботаников нет единого мнения относительно выделения можжевельника сибирского в ранг вида. С.Г. Князева (2004) установила, что на территории Сибири можжевельник обыкновенный представлен тремя разновидностями: *J. communis* var. *communis* – разновидность равнин, произрастающая на территории Западно-Сибирской равнины; *J. communis* var. *sibirica* (Burgsd.) – разновидность плоскогорий, произрастающая на территории Средне-Сибирского плоскогорья от Ангоры до Хантайки и плато

Путорана; *J. communis* var. *nana* (Willd.) – разновидность высокогорий, встречающаяся на территории Сибири на высокогорьях и гольцах (Западный и Восточный Саян, Горный Алтай). И.Ю. Коропачинский (2002) ставит под сомнение существование можжевельника обыкновенного в Сибири. По его данным, типичный *J. communis* встречается в Томской обл. и в некоторых районах Предуралья, а на всей остальной территории Сибири произрастает *J. sibirica*. Основываясь на данных «Флоры северо-востока европейской части России» (1974), мы в данной работе будем описывать *J. sibirica* Burgsd. и *J. communis* L. в качестве самостоятельных видов. В связи с чем нам показалось интересным проследить изменчивость структурных признаков ассимиляционного аппарата видов рода *Juniperus*,

произрастающих на территории Республики Коми.

Объектами исследований служили побеги *J. communis*, произрастающего в ельнике чернично-сфагновом на территории Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН, а также в ельнике долгомошном на территории Печоро-Илычского биосферного заповедника в верховьях р. Печора. Побеги *J. sibirica* исследовали со склонов Северного Урала в верховьях рек Ичет-Парус-Ёль (62°52' с.ш., 58°53' в.д.) и Кожимью (63°09' с.ш., 59°01' в.д.) на территории Печоро-Илычского заповедника. Для морфометрических исследований отбирали одно-шестилетние побеги можжевельника с разных кустов. Измеряли длину побега, количество хвои на побеге, длину хвои. Гистологические препараты для анатомических исследований готовили на вибрационном микротоме для мягких тканей (Скупченко, 1979). Для подсчета парциальных объемов основных тканей хвои использовали световой микроскоп «Amplival» (Karl Zeiss, Германия) с экраном-насадкой, на которой насечена сетка с делением шкалы 0.05 мм. Для электронно-микроскопических исследований однолетнюю хвою можжевельников фиксировали в 2.5% -ном растворе глютарового альдегида в течение 4.5 ч, затем – в 1% -ном растворе осмиевой кислоты. После дегидратации в серии растворов этилового спирта и ацетона объекты заливались в смолу Эпон. Продольные срезы хвои готовили на ультрамикротоме «Tesla BS 490 A» (Tesla, Чехословакия) и просматривали с помощью электронного микроскопа «Tesla BS 500» (Tesla, Чехословакия). Концентрацию пигментов определяли на спектрофотометре «UV-1700» (Shimadzu, Япония).

На большей территории ареала распространения на Северо-Востоке европейской части России можжевельник обыкновенный произрастает в жизненной форме куста. Однако по опушкам леса этот вид может образовывать древовидную жизненную форму. Можжевельник сибирский также имеет преимущественно жизненную форму куста. В горнолесном поясе кусты достигают высоты 1.5 м, по мере продвижения к гольцовому поясу они не превышают 50 см и становятся похожими на стланник.

Длина побегов и хвои можжевельника обыкновенного варьировала по годам и в зависимо-

сти от места произрастания популяции. Так, у данного вида в ельнике чернично-сфагновом самые короткие побеги были сформированы в 2004 г., когда их длина составила 14.1 мм, а в 2003 г. она достигала 27 мм ($C_v = 21.5\%$). Самая длинная хвоя отмечена в 2005 г. (14.4 мм), самая короткая – в 2003 г. (9.1 мм) ($C_v = 13.7\%$). У можжевельника обыкновенного в предгорьях Северного Урала самые короткие побеги наблюдали в 2008 г., самые длинные – в 2006 г. ($C_v = 17.3\%$). Длина хвои варьировала в пределах 9.4%. Такие изменения связаны в первую очередь с климатическими особенностями сезона вегетации. У *J. sibirica* самые короткие годовые побеги и хвоя отмечены в гольцовом поясе (табл. 1). Также не были выявлены достоверные различия морфометрических показателей у можжевельника, произрастающего под пологом лиственничного и березового древостоев в двух географически удаленных точках Северного Урала. У *J. sibirica* хвоя мельче, но охвоенность побегов выше, чем у можжевельника обыкновенного. В целом можно отметить, что морфометрические характеристики побегов можжевельников в значительной степени вари-

абельны. Некоторые количественные показатели анатомической структуры хвои можжевельника обыкновенного характеризуются географической вариабельностью (табл. 2). В предгорье Северного Урала отмечается тенденция к увеличению абсолютной площади поперечного сечения однолетней хвои можжевельника обыкновенного. Парциальный объем смоляного канала, толщина покровных тканей в хвое можжевельника в ельнике долгомошном также выше, чем в ельнике чернично-сфагновом. Аналогичная динамика по этим характеристикам отмечается и у можжевельника сибирского по сравнению с можжевельником обыкновенным из равнинных ландшафтов. Вероятно, утолщение наружных покровных тканей связано с тем, что в горах для уменьшения кутикулярной транспирации, в неблагоприятных условиях, у хвои развивается мощный слой кутина. Увеличение диаметра смоляного канала отмечается не только при сравнении разных популяций можжевельников, но и в градиенте высот в пределах одного склона. Так, более крупный парциальный объем смоляного канала обнаружен в хвое особи можжевельника сибирского, растущей на

Таблица 1

Морфометрические характеристики побегов *J. sibirica* на Северном Урале

Показатель	Верховья р. Ичет-Парус-Ёль, под пологом лиственничного редколесья	Верховья р. Кожимью			Досто- верность
		Под пологом березового криволесья	Горная тундра	Гольцовый пояс	
Длина побегов, мм	11.1±0.1	11.9±0.2	14.8±0.5	9.4±0.2	0.0001
Число хвои на побеге	13.9±0.2	14.2±0.2	13.7±0.2	13.3±0.2	0.66
Длина хвои, мм	5.7±0.1	5.8±0.1	6.1±0.1	3.7±0.2	0.00001
Охвоенность, шт. мм ⁻¹	1.2±0.7	1.2±0.2	1.0±0.2	1.5±0.2	0.0003

Таблица 2

Характеристика анатомической структуры
однолетней хвои *J. communis* в разных фитоценозах

Показатель	Ельник чернично- сфагновый	Ельник долгомош- ный	Достовер- ность
Площадь поперечного среза хвои, мм ²	0.31±0.02	0.40±0.07	0.58
Парциальный объем, %			
проводящего цилиндра	8.4±0.2	9.0±0.2	0.40
смоляного канала	3.7±0.4	6.8±0.3	0.0008
мезофилла	61.2±0.05	60.4±0.06	0.99
покровных тканей	26.7±0.09	23.8±0.13	0.001
Толщина эпидермы с кутикулой, мкм	12.5±0.1	14.3±0.1	0.09
Толщина гиподермы, мкм	15.2±0.2	14.2±0.1	0.0009

вершине склона, это вероятно связано с усиленным смолообразованием. По данным И.Л. Фуксман (2001), усиление синтеза вторичных метаболитов в хвое сосны обыкновенной в условиях Севера является реакцией фотосинтетического аппарата на действие низких температур. В градиенте высот у *J. sibirica* также отмечается утолщение слоя кутикулы и гиподермы (рис. 1). В маргинальной части хвои происходит увеличение слоев клеток гиподермы до двух-трех, благодаря чему, вероятно, усиливается каркасная функция этой ткани в хвое. Парциальный объем мезофилла в градиенте высот уменьшается. Несмотря на такие особенности тканей хвои, ее размеры по мере приближения к гольцовому поясу снижаются.

Нами установлены различия в некоторых количественных показателях ультраструктуры клеток мезофилла хвои можжевельника обыкновенного, произрастающего в разных географических точках. Относительный объем гиалоплазмы с органеллами можжевельника в ельнике долгомошном в предгорье Северного Урала больше, а объем вакуоли меньше, чем у можжевельника в равнинном ландшафте. Парциальные объемы межклетников и клеточных оболочек в мезофилле хвои имели близкие значения. У можжевельника обыкновенного в ельнике долгомошном клетки мезофилла отличались повышенным в четыре раза парциальным объемом глобул запасных веществ. У можжевельника обыкновенного в предгорье Урала число хлоропластов на срез клетки мезофилла в однолетней хвое составило 16 шт., у другой популяции их количество достигает 17 шт., а по площади этих органелл можжевельники из разных мест произрастания отличаются значительно – 8.6 и 11.8 мкм² соответственно. Число гран в хлоропластах можжевельника обыкновенного на Урале было выше. Число митохондрий на срез клетки мезофилла в ельнике долгомошном и в ельнике чернично-сфагновом не различалось и составило 26-28 шт., по размерам они были близки. У можжевельника сибирского в парциальных компонентах клеток мезофилла наблюдается увеличение клеточной оболочки, гиалоплазмы с органеллами и уменьшение доли межклетников и вакуоли по сравнению с можжевельником обыкновенным. С более высоким парциальным объемом гиалоплазмы, вероятно, связано более высокое число хлоропластов и митохондрий в клетках мезофилла. Согласно данным других авторов, увеличение числа хлоропластов и митохондрий в клетках ассимиляционной ткани растений возрастает на северной границе их ареалов и обеспечивает высокую интенсив-

ность физиологических процессов, так как увеличивается содержание ферментов (Мирославов и др., 1999). Более развитая система хлоропластов и митохондрий в клетках мезофилла можжевельника сибирского, возможно, обеспечивает более высокий метаболизм в хвое в условиях короткого вегетационного периода в горах.

Нами было также установлено, что содержание общего фонда пигментов у можжевельника

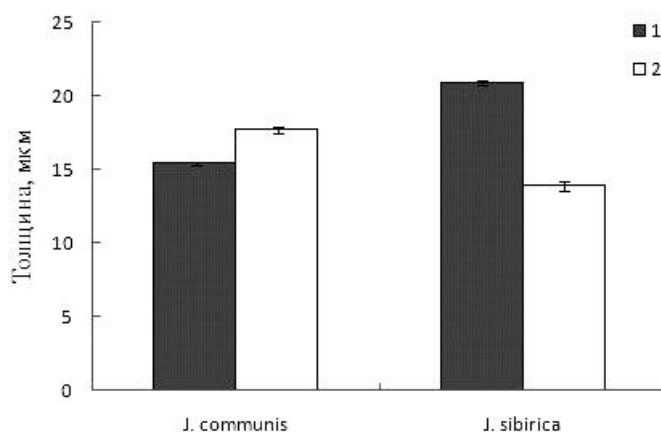


Рис. 1. Толщина эпидермы с кутикулой (1) и гиподермы (2) у хвои можжевельника обыкновенного в ельнике чернично-сфагновом и можжевельника сибирского в поясе березового кривоветья.

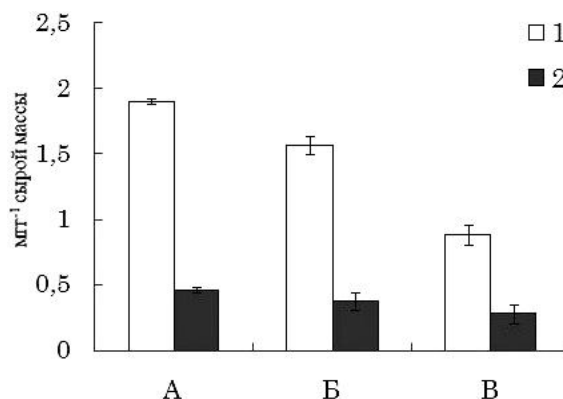


Рис. 2. Содержание суммы хлорофиллов *a + b* (1) и каротиноидов (2) в двухлетней хвое можжевельника обыкновенного в ельнике чернично-сфагновом (А), в ельнике долгомошном (Б) и можжевельника сибирского на Северном Урале (В).

обыкновенного, произрастающего в ельнике чернично-сфагновом выше, чем у популяции в ельнике долгомошном в предгорье Урала и *J. sibirica* на Северном Урале (рис. 2). Существует мнение, что растения, произрастающие в крайне суровых условиях, характеризуются низким содержанием фотосинтетических пигментов, что объясняется действием низких температур (Maslova, Popova, 1993). По нашим данным, ССК был наименьший в хвое можжевельника сибирского. Согласно Т.К. Головки с соавторами (2007), низкое значение ССК объясняется избытком инсоляции в горах.

Таким образом, структурная характеристика хвои у *J. communis*, произрастающего под пологом древостоев еловых фитоценозов, свидетельствует об усилении признаков теневыносливости, что выражается в больших размерах хлоропластов и увеличении содержания пигментов. У *J. sibirica* в горных растительных сообществах на Северном Урале в хвое развиваются признаки светолюбия – увеличение ассимилирующей поверхности в результате повышения числа хлоропластов и клеток мезофилла в хвое и снижения суммарного содержания пигментов и доли хлорофилла в составе ССК.

ЛИТЕРАТУРА

- Головки Т.К., Табаленкова Г.Н., Дымова О.В. Пигментный аппарат растений Приполярного Урала // Бот. журн., 2007. Т. 92. № 11. С. 1732-1741.
- Князева С.Г. Опыт применения многомерных методов для определения таксономического положения *Juniperus sibirica* (Cupressaceae) // Бот. журн., 2004. Т. 89. № 2. С. 256-260.
- Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск, 2002. С. 64-72.
- Мирославов Е.А., Вознесенская Е.В., Бубло Л.С. Ультраструктурные основы адаптации растений к условиям Крайнего Севера // Проблемы фундаментальной экологии. Т. 1. Экология в России на рубеже XXI века (наземные экосистемы). М., 1999. С. 236-251.
- Скупченко В.Б. Вибрационная микротомия мягких тканей // Сыктывкар, 1979. 56 с. – (Сер. Новые научные методики / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 2).
- Флора Северо-Востока европейской части России. Л.: Наука, 1974. Т. 1. С. 71-73.
- Фуксман И.Л. Роль вторичных метаболитов в физиолого-биохимических механизмах реакции сосны обыкновенной на стресс // Вест. Башкирского ун-та, 2001. № 2 (II). С. 131-133.
- Maslova T.G., Popova I.A. Adaptive properties of the plant pigment systems // Photosynthetica, 1993. Vol. 29. P. 195-203.

CO₂-ГАЗООБМЕН РАСТЕНИЙ *ACONITUM SEPTENTRIONALE* KOELLE В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

И.В. Далькэ, И.Г. Захожий

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: dalke@ib.komisc.ru

В настоящее время изучение ресурсов полезных растений европейского Северо-Востока России является востребованным направлением биологических исследований. Видовой состав многих лекарственных растений этого региона изучен полнее, чем их биохимические и ресурсные характеристики. На территории Республики Коми проведены исследования ресурсных особенностей продуцента дитерпенового алкалоида лаппаконитина – *Aconitum septentrionale* Koelle (актонит высокий) из природных популяций. Показано, что ресурсы вида на европейском Северо-Востоке России могут рассматриваться как потенциальная база для организации заготовок в природных популяциях (Паршина и др., 2009). С другой стороны, сохранение биологического разнообразия экосистем предполагает всестороннее исследование в природных условиях перспективных видов растений, с последующим введением их в культуру. Изучение фотосинтеза, дыхания, роста, определение адаптивного потенциала растений является одной из основ их успешной интродукции.

Цель работы – определить особенности фотосинтетической деятельности растений *A. septentrionale* в различных эколого-ценотических ус-

ловиях. Исследование проводили на Приполярном Урале в среднем течении бассейна р. Кожым в июле 2009 г. Микроклиматические параметры в условиях естественного произрастания растений измеряли метеостанцией LI-1400 (Licor, США). Интенсивность видимого фотосинтеза и дыхания интактных листьев растений определяли с помощью газометрической системы LCPro+ (ADC, Великобритания). Измерение параметров индуцированной флуоресценции хлорофилла проводили на флуориметре PAM-2100 (Walz, Германия) на средней части интактной листовой пластинки по общепринятой методике (Krause, Weis, 1991). Перед измерением фоновых (Fo) и максимального (Fm) уровней флуоресценции листья адаптировали в темноте не менее 30 мин.

В таежной зоне *A. septentrionale* встречается в местах с достаточным увлажнением, в лесном поясе и выше на горнолесных и субальпийских луговинах, редколесьях. На территории Республики Коми вид образует ценопопуляции в составе лесных и луговых фитоценозов (Паршина и др., 2009). На Приполярном Урале были изучены растения *A. septentrionale* из шести ценопопуляций: 1 – смешанный разнотравный лес;

2 – редкостойный лиственничник травянистый с можжевельником; 3 – ивняк аконитово-разнотравный в лиственничнике ерниковом; 4 – ивняк аконитово-разнотравный; 5 – ивняк разнотравный; 6 – разнотравная луговина. Участки 1 и 6 были хорошо освещены, на участках 2-5 в результате сомкнутости крон деревьев и травостоя была разная степень затенения. Участки располагались от поймы р. Балбаню до границы между лесным поясом и горными тундрами на высоте от 380 до 520 м над ур. м.

Корреляционный анализ показал наличие сильной связи между ведущими микроклиматическими параметрами в естественных сообществах с участием *A. septentrionale*. Было получено 21 значение коэффициента корреляции, где $-0.7 > r > 0.7$ для показателей величин интенсивности солнечной радиации, фотосинтетически активной радиации (ФАР), УФ – радиации, температуры воздуха и почвенного покрова, относительная влажность воздуха. Ведущими абиотическими факторами были уровень прихода ФАР и температура воздуха.

Величина удельной поверхностной плотности листьев (УППЛ), отражающая влияние световых и эдафических условий среды у растений из ценопопуляций на участках 1-5 составила в среднем 0.32 г/дм². На участке 6 показатель УППЛ был в 1.5 раза выше, что связано с усилением уровня притока ФАР. Здесь в отличие от остальных отсутствовал древесный ярус, а растения *A. septentrionale* занимали верхнюю часть густого травяно-кустарничкового яруса с общим проективным покрытием 90-95% и были хорошо освещены.

Фотосинтез является одним из ключевых звеньев процесса формирования устойчивости и пластичности растений, обеспечивающих возможность успешного расселения видов. Для оценки функциональной активности фотосинтетического аппарата *A. septentrionale* был использован метод индуцированной флуоресценции хлорофилла. Анализ полученных данных показывает, что для растений *A. septentrionale* на Приполярном Урале величина Fv/Fm, характеризующая потенциальную эффективность использования ФАР в фотосинтетических процессах фотосистемы 2 (ФС 2), варьирует от 0.66 до 0.75, что на 15-20% меньше по сравнению со значениями для растений *A. septentrionale*, адаптированных к оптимальным температурным условиям. Это свидетельствует о слабо выраженном неблагоприятном воздействии эдафических и микроклиматических факторов (ночные заморозки) на функциональное состояние ФС 2 растений. По форме световой зависимости скорости транспорта электронов в электрон транспортной цепи (ЭТЦ) ФС 2 листьев *A. septentrionale* растения разных ценопопуляций практически не отличались между собой. Максимальная скорость транспорта электронов достигала 160 мкмоль/м²с, а насыщение светом транспорта

электронов происходило в узком диапазоне ФАР 500-700 мкмоль/м²с.

Как уже было отмечено выше, в течение вегетации растения на Приполярном Урале неоднократно подвергались воздействию отрицательных ночных температур. После ночного заморозка (снижение температуры до 0° С) максимальная скорость транспорта электронов в ЭТЦ ФС 2 листьев *A. septentrionale* не превышала 100 мкмоль/м²с. В то же время ассимиляционный аппарат *A. septentrionale* характеризуется способностью к быстрому восстановлению функциональной активности. Так, при адаптации подвергшихся воздействию отрицательных ночных температур растений при температуре 25° С скорость электронного транспорта в ЭТЦ ФС 2 восстанавливалась до предшествующего заморозку уровня уже через 2-3 ч.

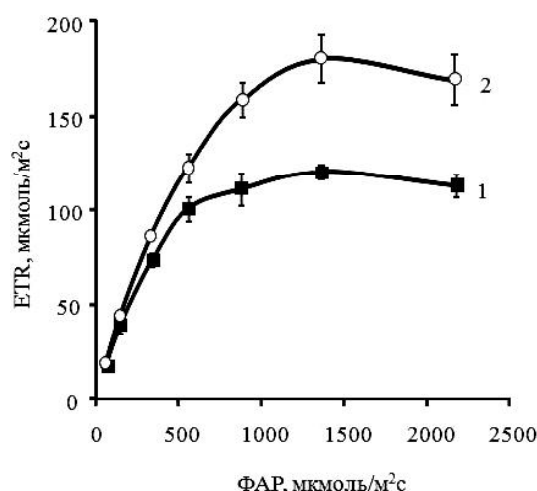
Таким образом, ассимиляционный аппарат растений на уровне ФС 2 характеризуется значительной пластичностью, что проявляется в способности восстанавливать и поддерживать высокую активность использования энергии светового потока при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды. Эти данные хорошо согласуются с прямыми измерениями восстановления фотосинтетической деятельности растений по результатам определения CO₂-газообмена листьев.

Анализ световых зависимостей CO₂-газообмена показал, что уровень темнового дыхания листьев составлял в среднем около 22 % от максимального поглощения CO₂. Величина светового компенсационного пункта показывает, что в диапазоне ФАР 30-100 мкмоль/м²с в видимом CO₂-газообмене начинает преобладать процесс поглощения CO₂. Максимальное значение квантового выхода видимого фотосинтеза листьев составило 0.028 мкмоль ФАР/мкмоль CO₂, что в два раза ниже теоретической величины для растений, находящихся в оптимальных световых условиях. В разных ценопопуляциях растения показали высокую вариабельность максимальной скорости ассимиляции CO₂ листьями от 3 до 8 мкмоль CO₂/м²с (см. таблицу). При радиации приспособления 100-200 мкмоль ФАР/м²с (5-10% от полной солнечной) они ассимилировали CO₂ со скоростью до 50% от максимальной, что свидетельствует о хорошей адаптации к затенению. Несмотря на разнообразие зависимостей CO₂-газообмена листьев *A. septentrionale* от ФАР, уровень нетто-фотосинтеза растений разных ценопопуляций в реальных свето-температурных условиях был достаточно близкий между собой и составлял около 4 мкмоль CO₂/м²с. Следует отметить, что расчет уровня ассимиляции листьев во многом связан с удельной поверхностной плотностью листа и в расчете на сухую массу различия между популяциями могут существенно сокращаться. УППЛ определяется как условиями внешней среды, так состоянием развития растения (Уткин и др.,

Показатели $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена листьев растений
A. septentrionale из разных ценопопуляций,
Приполярный Урал, 2009 г.

Цено- популяции	Показатели $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена,			Тл при Фв макс, °C
	Фв макс, мкмоль/м ² с	СКП, мкмоль/м ² с	ИТ при Фв макс, ммоль/м ² с	
1	8.3±0.7	31	1.41±0.03	13.2±0.1
2	4.5±0.5	74	0.67±0.01	9.3±0.1
3	5.0±0.7	37	0.68±0.02	16.9±0.1
4	4.6±0.6	26	0.72±0.01	20.1±0.1
5	2.9±0.3	70	0.59±0.01	19.5±0.1
6	7.4±0.3	77	1.18±0.01	18.9±0.1

Примечание. Фв макс – максимальная интенсивность видимого фотосинтеза, СКП – световой компенсационный пункт, ИТ – интенсивность транспирации, Тл – температура листа.



Световая зависимость интенсивности фотосинтеза ФС 2 листьев *A. septentrionale* после ночного заморозка (1) и после 3-часовой адаптации при температуре 25 °C (2).

2008). Результаты исследования показывают, что растения *A. septentrionale* способны хорошо фотосинтезировать при низких положительных температурах. После ночных заморозков растения восстанавливали ассимиляционную способность в течение 2-3 ч после увеличения температуры окружающей среды.

В результате проведенной работы впервые была дана эколого-физиологическая характеристика фотосинтетической деятельности растений *A. septentrionale*, произрастающих на Приполярном Урале. Установлено, что листья растений поглощают CO_2 в природных условиях с умеренной скоростью. По кардинальным точкам и форме полученных световых зависимостей CO_2 -газообмена растение можно охарактеризовать как теневыносливое. Листьями поддерживается высокий уровень фотосинтеза в широком диапазоне температур. Восстановление ассимиляционной функции после заморозков происходит быстрее с повышением дневной температуры воздуха. Комплексное воздействие физических факторов среды проявляется в снижении максимальной эффективности использования света листьями *A. septentrionale* на фотохимические процессы. В естественных условиях максимальная фотохимическая активность растений на 15-20% ниже теоретически возможной величины.

Работа проведена 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

- Паршина Е. И., Чадин И. Ф., Володина С. О. и др. Фитоценологическая приуроченность и ресурсные характеристики *Aconitum septentrionale* (Ranunculaceae) в подзоне средней тайги на северо-востоке европейской России // Растит. ресурсы, 2009. № 3. Вып. 3. С. 60-67.
- Уткин А.И., Ермолова Л.С., Уткина И.А. Площадь поверхности лесных растений. М.: Наука, 2008. 292 с.
- Krause G.H., Weis E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis // The Basics. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 1991. Vol. 42. P. 313-349.

ИЗМЕНЕНИЕ МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОРОСТКОВ ВИДОВ РОДА AVENA В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ

О.В. Докшина, Н.А. Зейслер

Вологодский государственный педагогический университет

E-mail: zajsler@yandex.ru

Одним из основных факторов внешней среды, лимитирующих рост и урожайность растений, является засуха. В ходе эволюции растения выработали уникальную стратегию адаптации к биотическим и абиотическим стрессам, позволяющую приспосабливаться к постоянно меняющимся условиям окружающей среды.

Степень устойчивости растений варьирует как у разных видов, так и у различных сортов одного и того же вида. В связи с этим понимание физиологических основ устойчивости к неблагоприятным условиям важно для создания новых высокопродуктивных сортов. Особое внимание в современной физиологии растений уде-

ляется поиску новых критериев устойчивости, с помощью которых можно в ранние сроки и на первых этапах индивидуального развития диагностировать состояние организма (Емельянов, Анкуд, 1992).

Изучение различных эволюционно взаимосвязанных генотипов овса позволяет выявить критерии устойчивости. Результаты данных исследований вносят вклад в решение проблемы происхождения данной группы и позволяют рассматривать системы приспособлений растительных организмов к водному стрессу с эволюционной точки зрения.

Цель работы – исследование влияния недостаточной влажности почвы на биохимические и физиологические показатели представителей рода *Avena* на стадии проростков.

Объекты и методы

Объектами изучения являлись образцы видов рода *Avena* из коллекции ГНЦ РФ ВНИИР им. Н.И. Вавилова: *A. sativa* L. var. *aurea* сорт *Borrus* ($2n = 42$), *A. byzantina* C. Koch. сорт *Hill* ($2n = 42$), *A. fatua* L. ($2n = 42$), *A. strigosa* Schreb. var. *typica* ($2n = 14$).

A. sativa L. var. *aurea* сорт *Borrus* получен в Германии. Среднеранний. Вегетационный период 80-90 дней.

A. byzantina C. Koch. сорт *Hill* выведен в Австралии. Среднеспелый, вегетационный период 98 дней.

A. strigoza Schreb. var. *typica* – местный сорт из Вологодской обл., собранный в 1927 г. в Череповецком уезде.

A. fatua L. – дикорастущая популяция из Армении. Вегетационный период – 95 дней. Полиморфный вид, занимает все территории на земном шаре.

Эксперимент проводился в 2008-2009 гг. Растения выращивали в условиях лабораторного эксперимента методом почвенных культур. Почвенную засуху создавали путем прекращения полива на 11-е сутки после появления всходов и поддерживали в течение пяти суток. Влажность почвы при этом постепенно снижалась с

70 до 30% ПВ. Изучали морфометрические показатели (сухую массу побега и корневой системы, прирост листа третьего яруса, площадь листовой поверхности); показатели водного обмена: интенсивность эвапотранспирации (ИТ), продуктивность транспирации (ПТ), транспирационный коэффициент (ТК), оводненность побега (Третьяков, 1982); фотосинтетические показатели: содержание хлорофиллов, хлорофилльный индекс (ХИ), чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) в г/м²сут. (Гавриленко, Жигалова, 2003); определяли содержание фенольных соединений (ФС). Концентрации и содержание пигментов фотосинтеза определяли в навеске растительного материала при фиксации в 100%-ном ацетоне с использованием формул Н.К. Lichtenthaler (Гавриленко, Жигалова, 2003). Определение содержания суммы растворимых фенольных соединений (ФС) в надземной части растений проводили в этанольных экстрактах спектрофотометрическим методом с реактивом Фолина-Дениса (Запрометов, 1971).

Измерения проводили в четырехкратной химической и 10-кратной биологических повторностях. В табл. 1-4 представлены средние арифметические значения и величины стандартных отклонений.

Результаты и их обсуждение

Исследуемые виды рода *Avena* при нормальной влажности почвы отличались по морфометрическим показателям (табл. 1). *A. sativa* и *A. byzantina* имели большую сухую и сырую массы побега, площадь листовой поверхности по сравнению с *A. fatua* и *A. strigosa*.

В условиях засухи морфометрические показатели снижались у всех видов (табл. 1). В большей степени изменялись такие показатели, как сухая масса корневой системы и отношение сухой массы побега к массе корня, в меньшей – сухая масса растения. Так, сухая масса побега уменьшилась на 8.0-11.5%, сырая масса побега – 20.9-28.2, прирост третьего листа – 17.6-34.3, площадь листовой поверхности растения – 7.7-30.7%. При этом сухая масса корневой си-

Изменение морфометрических показателей при засухе

Таблица 1

Показатели	Вариант	<i>A. sativa</i>	<i>A. byzantina</i>	<i>A. fatua</i>	<i>A. strigosa</i>
Сырая масса побега, мг	Контроль	860±24	850±32	530±46	410±33
	Засуха	680±77	610±27	400±18	300±14
Сухая масса побега, мг	Контроль	75±3	78±4	54±7	38±3
	Засуха	69±5	69±1	49±1	36±4
Сухая масса корня, мг	Контроль	30±3.2	19±1.8	19±2.1	18±1.8
	Засуха	19±2.0	33±4.1	26±3.3	23±3.5
Отношение сухой массы побега к массе корня	Контроль	2.5	4.1	2.8	2.1
	Засуха	3.6	2.1	1.9	1.6
Площадь листовой поверхности растения, см ²	Контроль	22.80±4.61	22.72±2.55	16.13±2.02	12.23±1.07
	Засуха	20.93±4.40	18.66±3.20	11.18±0.98	11.29±0.83
Прирост третьего листа, см/сутки	Контроль	4.25±0.45	3.85±0.38	3.68±0.85	–
	Засуха	3.50±0.63	2.53±0.33	2.60±0.16	–

Таблица 2

Влияние засухи на показатели водного обмена

Показатели	Вариант	<i>A. sativa</i>	<i>A. byzantina</i>	<i>A. fatua</i>	<i>A. strigosa</i>
Оводненность побега, %	Контроль	91.28±0.04	90.81±0.10	89.96±0.44	90.84±0.00
	Засуха	89.92±0.42	88.54±0.35	87.63±0.76	88.04±0.44
Водоудерживающая способность, %	Контроль	50.70±3.53	83.20±1.04	82.70±3.54	78.70±3.54
	Засуха	72.80±4.03	95.90±4.55	93.70±3.55	90.70±3.55
Транспирационный коэффициент, мл/г	Контроль	449.52±36.22	332.22±13.17	294.85±22.33	402.86±43.20
	Засуха	349.72±28.17	259.00±12.75	254.29±14.63	277.37±18.63
Продуктивность транспирации, г/л	Контроль	2.22±0.35	3.01±0.17	3.39±0.44	2.48±0.26
	Засуха	2.86±0.30	3.85±0.08	3.93±0.17	3.61±0.23
Интенсивность эвапотранспирации, г/час-растение	Контроль	0.37±0.07	0.32±0.10	0.40±0.07	0.30±0.00
	Засуха	0.00±0.00	0.10±0.14	0.11±0.05	0.00±0.00

Таблица 3

Влияние недостаточной влажности почвы на фотосинтетические показатели

Показатели	Вариант	<i>A. sativa</i>	<i>A. byzantina</i>	<i>A. fatua</i>	<i>A. strigosa</i>
Хлорофилловый индекс, мг/растение	Контроль	0.37	0.40	0.23	0.19
	Засуха	0.32	0.33	0.26	0.19
ЧПФ, г/м ² сутки	Контроль	5.85	6.24	6.55	4.85
	Засуха	5.29	5.62	6.92	4.58
Содержание хлорофилла, мг/г сухой массы	Контроль	5.01	4.88	4.74	4.78
	Засуха	4.92	4.88	4.94	4.79

Таблица 4

Содержание фенольных соединений (мг/г сухой массы) в условиях оптимальной и недостаточной влажности почвы

Вариант	<i>A. sativa</i>	<i>A. byzantina</i>	<i>A. fatua</i>	<i>A. strigosa</i>
Контроль	2.35±0.46	2.54±0.23	2.68±0.14	2.56±0.23
Засуха	2.86±0.42	2.30±0.30	3.69±0.90	3.01±0.79

стемы у большинства видов увеличилась (27.2-73.0%) на фоне снижения соотношения массы побега и корневой системы (23.8-48.8%), что может быть связано с оттоком питательных веществ в корневую систему.

Одной из причин снижения темпов роста при засухе являются изменения в водном обмене растений. Так, на пятые сутки засухи у видов рода *Avena* все исследуемые показатели изменялись (табл. 2). Наблюдалось снижение оводненности побега (1.5-3.1%), интенсивности эвапотранспирации (56.0-100.0), транспирационного коэффициента (13.8-31.1), увеличение ВУС (13.3-43.6) и продуктивности транспирации (15.9-45.6%). В большей степени изменились такие показатели, как ТК, ИТ и ПТ, в меньшей степени – оводненность побега.

Однако в меньшей степени изменения показателей водного обмена наблюдались у *A. fatua*, в большей – у *A. strigosa*.

Также изучали влияние недостаточной влажности почвы и на фотосинтетические показатели. В условиях засухи у большинства видов данные показатели снижались (табл. 3). При этом практически не изменялось СХ, ЧПФ уменьшалась на 5.6-9.9%, ХИ – на 3.1-15.4. Исключение составлял *A. fatua*, у которого наблю-

далось увеличение чистой продуктивности фотосинтеза при возрастании содержания суммы хлорофиллов и ХИ (табл. 3).

Кроме того, при оптимальном увлажнении почвы у *A. strigosa* ЧПФ была наименьшей, а *A. sativa* и *A. byzantina* отличались высоким хлорофилльным индексом.

Одним из показателей устойчивости растений к абиотическому стрессу является и изменение содержания фенольных соединений.

Установлено, что при нормальной влажности почвы из всех исследуемых видов наибольшим содержанием ФС отличался сорно-полевой *A. fatua*, наименьшим – культурный *A. sativa* (табл. 4). *A. strigosa* и *A. byzantina* занимали промежуточное положение. В среднем содержание ФС за период наблюдений составляло у *A. fatua* 3.14 мг/г, *A. sativa* – 2.28, *A. strigosa* – 2.88 и *A. byzantina* – 2.77.

В условиях нарастающей засухи содержание ФС у всех видов постепенно увеличивалось. Данная реакция проявлялась на третьи-четвертые сутки и зависела от вида овса. Так, содержание ФС увеличилось у *A. fatua* на 37.7%, *A. sativa* – 21.7, *A. strigosa* – 17.6, *A. byzantina* – 3.36.

Заключение

Таким образом, сорта *A. sativa* и *A. byzantina* в фазу трех листьев характеризовались большой сухой и сырой массой побега, площадью листовой поверхности, хлорофилльным индексом, содержанием хлорофиллов. У *A. fatua* и *A. strigosa* наблюдалась противоположная закономерность.

В условиях пятидневной засухи у видов рода *Avena* снижались морфометрические показатели, оводненность побега, интенсивность эвапо-

транспирации, транспирационный коэффициент, хлорофилльный индекс, чистая продуктивность фотосинтеза, возрастала водоудерживающая способность, продуктивность транспирации, сухая масса корневой системы, содержание фенольных соединений. Кроме того, проявились и видоспецифические реакции на действие недостаточной влажности почвы. Например, снижение сухой массы корневой системы у *A. sativa*, увеличение показателей фотосинтеза у *A. fatua*, уменьшение содержания фенольных соединений у *A. byzantina*.

ЛИТЕРАТУРА

- Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу М.: Академия, 2003. 255 с.
Емельянов Л.Г., Анкуд С.А. Водобмен и стресс-устойчивость растений. Минск: Наука і тэхніка, 1992. 144 с.
Запрометов М.Н. Фенольные соединения и методы их исследования // Биохимические методы в физиологии растений / Под ред. О.А. Павлиной. М.: Наука, 1971. С. 185-197.
Практикум по физиологии растений / Под ред. Н.Н. Третьякова. М.: Колос, 1982. 271 с.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ КОРНЕВИЩ ТРАВЯНИСТЫХ МНОГОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ

Ю.В. Козырева, С.Н. Плюснина*, С.П. Маслова*

Сыктывкарский государственный университет

* Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Корневище является одним из наиболее распространенных в природе подземных органов побеговой природы. Это видоизмененный многолетний подземный побег, служит для вегетативного размножения и отложения запасных веществ, обеспечивает перезимовку растений. Наиболее важным периодом развития подземного побега является осенний, когда происходит заложение на корневищах почек, формирующих побеги будущего года, формируется комплекс адаптивных реакций, связанный с перезимовкой растений. Показано, что к осени в корневищах накапливаются цитокинины и олигосахариды, запас которых повышает устойчивость подземных побегов к низким температурам. Зона оптимальных температур для роста корневищ сдвигается в сторону низких положительных, что обеспечивает активный рост корневищ до поздней осени. Ранее показано, что в осенний период происходят изменения в анатомической структуре корневищ злаковых трав, связанные с уменьшением доли проводящих тканей и увеличением объема запасающей коровой паренхимы. Являются ли эти изменения закономерными или зависят от вида и экологическо-ценотических условий – не известно.

Цель работы – изучение анатомической структуры подземных побегов корневищных травянистых многолетников в летний и осенний периоды.

В качестве моделей для исследования использовали многолетние длиннокорневищные травянистые растения: вороний глаз (*Paris quadrifolia* L.) – лесной вид из сем. Trilliaceae и луговые виды – мята полевая (*Mentha arvensis* L.) из сем. Lamiaceae и тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) из сем. Asteraceae. Для изучения анатомической структуры подземных побегов фиксировали в 70%-ном этиловом спирте. Срезы для приготовления временных препаратов выполняли на вибрационном мик-

ротоме для мягких тканей, окрашивали метиловым зеленым пиронином и заключали в глицерин. В микроскопах Amplival и Axiovert просматривали поперечные срезы центральной части сформированного междоузлия. Площадь сечений тканей междоузлий корневищ определяли с помощью экрана-насадки. Диаметр клеток измеряли с использованием окуляр-микрометра.

Одной из основных функций корневища является запасающая функция, что во многом определяет анатомическую структуру многолетнего подземного побега. Исследования показали, что у всех трех видов более 50% объема подземного побега занимает запасающая ткань (табл. 1). Корневища *P. quadrifolia* отличались наибольшим развитием паренхимы первичной коры, которая составила в летний период более 80% от общего объема междоузлия. Характерной особенностью запасающей ткани *P. quadrifolia*, в отличие от других исследованных видов, является накопление большого количества крахмала.

Другой важной функцией корневища как подземного побега является проведение веществ. Проводящие пучки у всех исследуемых видов располагаются по периферии проводящего цилиндра, центральная часть которого занята паренхимными клетками. У *P. quadrifolia* и *M. arvensis* развиваются амфивазальные и закрытые коллатеральные проводящие пучки соответственно, а у корневищ *A. millefolium* – открытые коллатеральные, с частичным вторичным ростом. В корневищах *M. arvensis* кроме основных пучков, содержащих флоэму и ксилему, формируется большое количество дополнительных (9), в которых элементы ксилемы замещены механической тканью – склеренхимой. Для подземных побегов *A. millefolium* характерно образование механической ткани в виде обкладок проводящих пучков со стороны флоэмы и ксилемы.

Таблица 1

Анатомическая структура корневищ травянистых многолетников в летний период (июль, 2008-2009 гг.)

Показатели		Виды		
		<i>P. quadrifolia</i>	<i>M. arvensis</i>	<i>A. millefolium</i>
Площадь поперечного среза, мм ²		6.4±1.1	2.4±0.9	3.4±0.4
Парциальный объем, %	Коровой паренхимы	86.5	57	51
	Центрального цилиндра	13.5	43	49
Радиальный диаметр клеток, мкм	Паренхимы первичной коры	68.6±12.6	41.2±7.8	45.1±6.4
	Паренхимы центрального цилиндра	62.8±8.3	56.7±10.4	88.9±8.9
	Сосудов ксилемы	24.4±5	20.9±4	15.1±2.7
Число проводящих пучков		6.9±1.2	4	11.3±2.2

Таблица 2

Сезонные изменения паренхимной ткани корневищ многолетних растений

Виды	Число рядов клеток паренхимы первичной коры		Радиальный диаметр клеток паренхимы первичной коры, мкм		Радиальный диаметр клеток паренхимы центрального цилиндра, мкм	
	Июль	Октябрь	Июль	Октябрь	Июль	Октябрь
<i>P. quadrifolia</i>	15 ± 1.5	18.8 ± 2.9	68.6 ± 12.6	69.4 ± 15.8	62.8 ± 8.3	63.3 ± 8.3
<i>M. arvensis</i>	6.4 ± 0.6	8.3 ± 1.2	41.2 ± 7.8	46 ± 6.3	56.7 ± 10.4	88.9 ± 8.9
<i>A. millefolium</i>	7.5 ± 0.7	6.2 ± 0.8	45.1 ± 6.4	40.5 ± 5	74.3 ± 11.6	71.1 ± 6.7

Таким образом, сравнительное изучение анатомической структуры корневищ показало, что у луговых видов *M. arvensis* и *A. millefolium* запасающая и проводящие ткани развиты в равной степени, а у лесного вида *P. quadrifolia* больший объем корневища занимает запасающая паренхима. Эти различия обусловлены особенностями жизненной стратегии видов. *P. quadrifolia* – ранневесеннее растение с короткой вегетацией, характеризуется медленным ростом корневищ, формирующих два метамера за сезон. Это обуславливает превалирование функции запасаания над проводящей функцией в корневищах. В отличие от лесного вида луговые растения *M. arvensis* и *A. millefolium* – это быстрорастущие, вегетативно-подвижные виды, что приводит к равномерному развитию запасающей и проводящей тканей. Наличие или отсутствие механической ткани в подземных побегах может быть связано с плотностью почвенного субстрата. Корневища *P. quadrifolia* обитают в лесной подстилке, поэтому механическая ткань в них не развита. Растения *M. arvensis* и *A. millefolium* растут на более плотных луговых почвах, что, по-видимому, определяет развитие склерехимы.

В осенний период наблюдали значительные изменения в анатомической структуре вновь образованных междоузлий корневищ. К осени площадь поперечного сечения, длина исследуемых междоузлий и их объем у растений *M. arvensis* и *P. quadrifolia* увеличивается, а у *A. millefolium* – уменьшается (рис. 1). Рост диаметра корневища у *P. quadrifolia* происходит за счет повышения числа рядов клеток паренхимы первичной коры, а диаметр клеток при этом не изменяется (табл. 2). У корневищ *M. arvensis* и *A. millefolium* изменение толщины происходит в результате повышения или уменьшения соответственно как числа рядов клеток паренхимы, так и диаметра клеток.

Осенью наибольшие изменения в проводящей системе отмечены в корневищах *M. arvensis*. Происходит увеличение площади центрального цилиндра в четыре раза (рис. 2). Возрастает число проводящих пучков в цилиндре за счет повышения количества дополнительных (неполных) пучков на 50%. Следует отметить, что диаметр сосудов ксилемы в корневищах мятя снижается в два раза (табл. 3). В проводящей системе корневищ *P. quadrifolia* и *A. millefolium* существенных изменений не обнаружено.

Показано, что в летний период у корневищ *M. arvensis* и *A. millefolium* отношение коровой паренхимы к центральному цилиндру равно 1, что может свидетельствовать о равномерном распределении проводящей и запасающей функций. У корневищ *P. quadrifolia* это соотношение составляло 6, что говорит о превалировании запасающей функции. К осени у подземных побегов разных видов соотношение меняется по-разному: у *P. quadrifolia* усиливается запасающая функция, у *M. ar-*

Таблица 3

Сезонные изменения проводящей системы в корневищах

Виды	Радиальный диаметр сосудов ксилемы, мкм		Радиальный диаметр ситовидных трубок флоэмы, мкм	
	Июль	Октябрь	Июль	Октябрь
<i>P. quadrifolia</i>	24.4 ± 5	25.5 ± 5.9	13.4 ± 1.6	15 ± 1.8
<i>M. arvensis</i>	20.9 ± 4	10.3 ± 3.9*	10.6 ± 2	9.2 ± 1.4
<i>A. millefolium</i>	15.1 ± 2.7	13.5 ± 1.8	10.9 ± 2	12.4 ± 2

* Разница между летним и осенним вариантами достоверна при $P > 0.95$; $n = 30-140$.

vensis – проводящая, а у *A. millefolium* изменений не наблюдали.

Выявлены сезонные изменения механической ткани корневищ *M. arvensis* и *A. millefolium*. В летний период у *A. millefolium* механическая обкладка проводящих пучков ярко выражена. Осенью обкладка сохраняется только со стороны ксилемы. У *M. arvensis* летом четко выражено кольцо механической ткани по периферии центрального цилиндра. К осени склеренхима в подземном побеге *M. arvensis* не обнаружена.

В целом выявленные существенные изменения в анатомической структуре корневищ в осенний период обусловлены видоспецифичностью и зависят от жизненной стратегии вида. Наибольшие изменения отмечены для растений *M. arvensis*, подземные побеги которых характеризуются быстрым ростом, активным ветвлением и ранней партикуляцией. В осенних корневищах наблюдали сокращение объемов механической ткани, что может быть связано с использованием содержимого клеточных оболочек в синтезе криопротекторных веществ, повышающих устойчивость к низким температурам.

Выводы

1. Выявлено равномерное развитие запасающей и проводящей тканей в корневищах луго-

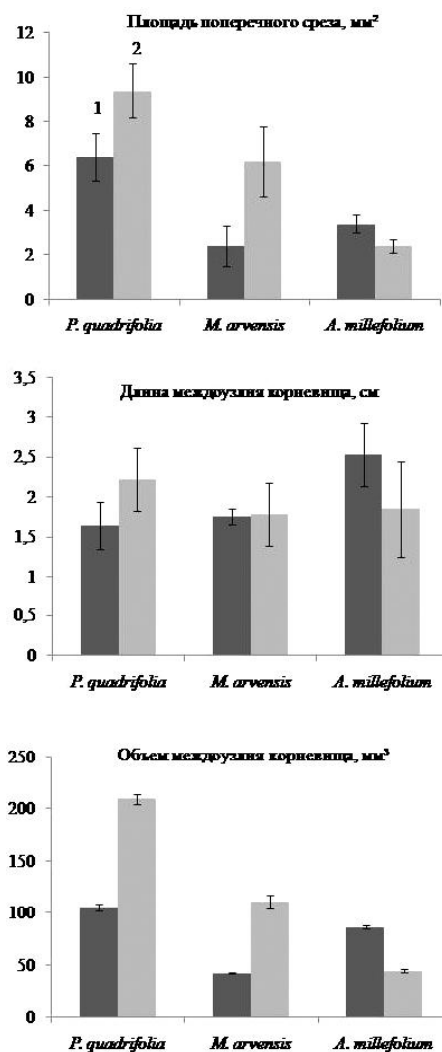


Рис. 1. Сезонные изменения анатомической структуры корневищ многолетних растений. 1 – июль, 2 – октябрь.

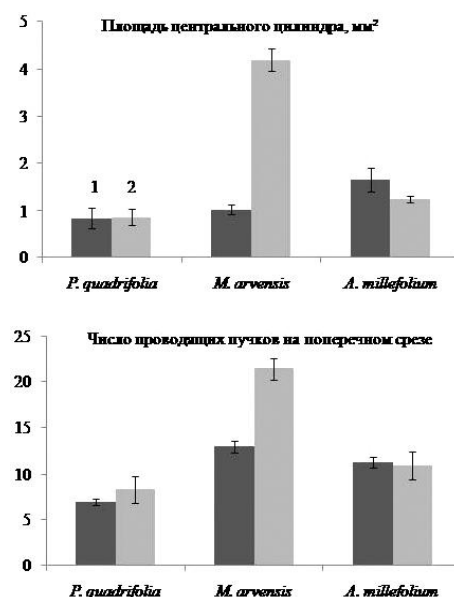


Рис. 2. Сезонные изменения проводящей системы в корневищах многолетних растений. 1 – июль, 2 – октябрь.

вых видов *M. arvensis* и *A. millefolium* и превалирование запасающей паренхимы в подземных побегах лесного вида *P. quadrifolia* летом, что связано с эколого-ценотической приуроченностью, жизненной стратегией растений.

2. Механическая ткань обнаружена в корневищах *M. arvensis* и *A. millefolium*, что позволяет растениям обитать в задерненных почвах луговых фитоценозов. У *P. quadrifolia*, произрастающего в условиях лесной подстилки, склеренхима не выявлена.

3. Показаны видоспецифичные изменения в анатомической структуре подземных побегов при подготовке к зимнему периоду. Основные адаптивные изменения в корневище связаны с редукцией механической ткани, изменением числа и размеров клеток паренхимы.

БИОДЕСТРУКЦИЯ ПЕСТИЦИДОВ АССОЦИАЦИЯМИ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

А.В. Колупаев, О.Н. Рудковская, Н.В. Сунцова

Вятский государственный гуманитарный университет

E-mail: a.kolupaev@gmail.com

Одной из крупных экологических проблем является загрязнение окружающей среды органическими поллютантами, среди которых одно из первых мест по значению занимают пестициды.

В Кировской обл. одним из самых крупных источников эмиссии пестицидов является Кильмезский ядомогильник. Данный объект представляет собой подземный бункер, в котором захоронено около 592 т непригодных к исполь-

зованию ядохимикатов. Объект эксплуатируется с 1979 г. и в настоящий момент находится в неудовлетворительном состоянии. Выявлено загрязнение почв и подземных вод пестицидами и продуктами их деструкции (Бабкина, 2003). Анализ почвенных образцов методом газовой хроматографии выявил содержание симазина в концентрации 0.001-0.002 мкг/г (0.01 ПДК), ТМТД – 0.02-0.04 мкг/г (0.33-0.66 ОДК).

Одной из главных задач технологии биоремедиации почв, загрязненных пестицидами, является поиск и применение штаммов микроорганизмов, способных к биодеструкции нескольких классов данных органических поллютантов. При этом следует учитывать, что наиболее эффективно происходит биотрансформация пестицидов микроорганизмами в комплексе с корневой системой растений (Молекулярные основы..., 2005). Поэтому одним из требований к перспективным штаммам микроорганизмов-биодеструкторов является отсутствие антагонизма к растениям (Van Eerd et al, 2003).

Цель исследования – сравнительное изучение влияния ассоциаций почвенных микроорганизмов-биодеструкторов пестицидов ТМТД и симазина на растения на примере проростков ячменя в лабораторных условиях.

Объектом исследования служили штаммы, выделенные из дерново-подзолистых почв (гумус 1.5-2.3%, pH_{KCl} 4.1-5.9), отобранных в окрестности Кильмезского захоронения ядохимикатов. Изучали влияние бактериальной ассоциации (шт. ВАС 8 S1, ВАС 11 S2, ВАС 15 S2 и ВАС 20 S2), ассоциации микромицетов (шт. *Mycelia sterilia* T 11, *Trichoderma viride* S 11, *Mycelia sterilia* S 22) и смешанной ассоциации, включающей все перечисленные выше.

Культивирование бактериальных (В), грибных (Г) и смешанных ассоциаций (В+Г) проводили в жидкой среде Чапека (pH 5.0) с использованием в качестве источника углерода ТМТД и симазина в концентрациях 0.2 и 0.4 мг/мл соответственно. Контролем служили аналогичные варианты ассоциаций, выращенные на сре-

де с глюкозой в концентрации 0.17 мг/мл. Инкубацию проводили в качалочной культуре при температуре 27 °С. Концентрацию пестицидов в культуральной жидкости определяли на третьи, седьмые и 14-е сутки: симазина – при помощи хроматомасс-спектрометра GCMS-QP2010 Plus EI, Shimadzu (Япония), ТМТД – спектрофотометрическим методом (Sharma et al., 2003) с использованием спектрофотометра UV MINI 1240 Shimadzu (Япония).

В модельном опыте определяли влияние микробных ассоциаций на проростки ячменя сорта «Новичок». Семена проращивали в присутствии культуральной жидкости каждого варианта микробных ассоциаций. В качестве контроля использовали стерильную дистиллированную воду. Всхожесть, показатели линейного роста и накопление биомассы оценивали на седьмые сутки. Повторность опыта двукратная.

В результате опыта по биодеструкции пестицидов нами было выявлено, что все экспериментальные ассоциации микроорганизмов были в разной степени способны к биодеградации ТМТД и симазина (табл. 1)

Продолжительность деструкции симазина и ТМТД исследуемыми микробными ассоциациями заметно различалась. Полная деструкция симазина бактериальной ассоциацией отмечена уже на третьи сутки, тогда как грибной и смешанной – на седьмые от начала культивирования. Полная деструкция ТМТД не происходила ни в одном из вариантов опыта за весь период наблюдений. На третьи сутки инкубации в варианте с бактериальной ассоциацией степень разложения ТМТД составила 40.9%, а для вариантов смешанной ассоциации и грибной эти значения были ниже в 2.3 и 3.5 раза соответственно. На 14-е сутки инкубации максимальная степень деструкции ТМТД составила 67.2% в бактериальной ассоциации и 60 – в остальных вариантах.

На основании полученных данных наиболее эффективно происходит биодеструкция данных пестицидов в бактериальной ассоциации.

Таблица 1
Влияние ассоциаций микроорганизмов на степень биодеструкции симазина и ТМТД в модельных условиях

Ассоциация	Время культивирования, сут.	Пестицид			
		ТМТД		Симазин	
		Остаточная концентрация, мг/мл	Степень деструкции, %	Остаточная концентрация, мг/мл	Степень деструкции, %
Бактериальная	3	0.12±0.01	40.9	0	100.0
	7	0.09±0.001	52.2	–	–
	14	0.06±0.001	67.4	–	–
Микромицетов	3	0.18±0.02	11.6	0.05±0.001	87.0
	7	0.14±0.02	32.2	0	100.0
	14	0.08±0.01	59.3	–	–
Смешанная	3	0.17±0.03	17.7	0.13±0.002	67.5
	7	0.11±0.04	44.2	0	100.0
	14	0.07±0.01	61.2	–	–

Примечание: прочерк – анализ не проводили.

Таблица 2

Влияние ассоциаций микроорганизмов-деструкторов на всхожесть, рост и накопление биомассы проростками ячменя

Вариант	Всхожесть, %	Средняя длина, см		Лист/корень	Биомасса сырая, г
		листа	корня		
Контроль	94	7.2±1.0	6.7±1.0	1.07	0.21±0.24
T ₀	81	8.0±1.3	4.1±0.7	1.95	0.23±0.03
S ₀	36	8.2±1.1	3.9±0.7	2.10	0.2±0.01
K _B	76	7.4 ±1.3	3.7±0.7	2.00	0.19±0.03
K _F	9	5.1±0.6	2.4±0.4	2.13	0.13±0.01
K _{F+B}	28	7.9±1.4	3.6±0.5	2.19	0.19±0.03
T _B	77	8.0±1.4	5.3±1.0	1.51	0.2±0.03
T _F	18	7.0±1.3	4.4±0.7	1.59	0.2±0.01
T _{B+F}	31	4.4±0.8	4.0±0.7	1.10	0.26±0.01
S _B	76	8.5±1.6	4.6±0.9	1.85	0.21±0.03
S _F	5	7.3±0.1	4.2±0.8	1.74	0.18±0.03
S _{B+F}	61	7.4±1.4	8.0±1.5	0.93	0.24±0.02

Примечание: Т – вариант с ТМТД; S – вариант с симазиним. Индексы: 0 – вариант без инокуляции; В – бактериальная ассоциация; F – ассоциация микромицетов; В + F – смешанная ассоциация.

В модельном опыте была изучена фитотоксичность ассоциаций микроорганизмов-деструкторов. Результаты опыта представлено в табл. 2.

Установлено, что наибольшее влияние на всхожесть семян среди пестицидов оказывал симазин. Всхожесть семян данным пестицидом была 2.6 раза меньше по сравнению с контролем. Микробные ассоциации также вызывали снижение всхожести семян в ряду ассоциаций $B < F + B < F$. Угнетение роста побегов отмечали в вариантах контрольной грибной ассоциации и смешанной, культивируемой с ТМТД. В остальных вариантах значения достоверно не отличались от контрольного. Корневая система растений была более чувствительна к действию пестицидов и микробных ассоциаций. Только в варианте S_{F+B} значения достоверно не отличались от контроля, а в остальных вариантах отмечали торможение роста корня. Возможно, это связано с тем, что транспорт растворов осуществляется проростком через корень и, следовательно, данный орган в большей степени испытывает токсическое влияние микробных метаболитов, пестицидов и продуктов их биотрансформации. Данные изменения в линейных показателях отразились на соотношении длин листа и корня. Только варианты смешанных ассоциаций, культивируемых в присутствии пестицидов, имели значения, близкие к контрольному. При этом в первом случае значение длин листа и корня менее чем на 20% отличалось от контроля, а во втором – наблюдали одновременное снижение этих показателей в два раза. В остальных вариантах значение этого параметра было более чем 1.5 раза выше контрольного. Биомасса проростков во всех вариантах опыта достоверно не отличалась от массы контрольных растений.

Таким образом, в модельном опыте было установлено, что наименьшее токсическое воздействие на проростки семян ячменя оказывает бактериальная ассоциация.

В результате работы можно сделать следующие выводы:

1. Инструментально показана способность к биодegradации ТМТД и симазина искусственных ассоциаций почвенных микроорганизмов;

2. Было установлено, что наиболее эффективно происходила биодegradация пестицидов бактериальной ассоциацией;

3. Наименьший фитотоксический эффект оказывался вариантами бактериальной ассоциации, в то время как наибольшим обладали варианты грибных ассоциаций;

4. Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшим потенциалом при использовании в целях ремедиации является бактериальная ассоциация.

ЛИТЕРАТУРА

Бабкина Э.И., Сурнин В.А., Самсонов Д.П., Щитова Н.И. Полигоны захоронения пестицидов как источники загрязнения окружающей среды // Использование и охрана природных ресурсов в России, 2003. № 11-12. С. 115-122.

Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / Под ред. В.В. Игнатова. М.: Наука, 2005. 262 с.

Van Eerd L.I., Hoagland R.E., Hall J.C. Pesticides metabolism in plants and microorganisms// Weed Science, 2003. № 51. P. 472-495.

Sharma V.K., Aulakh J.S., Malik A.K. // J. Environ. Monit., 2003. Vol. 5. P. 717-723.

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ КАК СОРБЕНТЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Д.В. Кузьмин, О.В. Броварова
Институт химии Коми НЦ УрО РАН
E-mail: dikon77@mail.ru; olbrov@mail.ru

Целлюлоза и лигнин обладают комплексом свойств, которые позволяют использовать их в качестве сорбционных материалов. Показано,

что природная целлюлоза и различные виды технических целлюлоз обладают ионообменными свойствами (Давидова, Рачинский, 1965). Лиг-

Сорбционные характеристики препаратов лигнина и целлюлозы

Образец	ОЕ, мг-экв/г	$S_{уд} \times 10^{-3}$ м ² /кг	Fe (III), мг/г	Cr(VI), мг/г
ДЛ-О	0.5	3.38	8.0	0.6
ДЛ-Р	0.5	2.76	6.0	0.6
ДЛ-П	0.5	2.94	6.0	0.6
Ц-О	0.04	13.29	9.0	0.9
Ц-Р	0.04	14.27	10.0	0.9
Ц-П	0.04	12.24	9.0	0.8

нин также представляет значительный практический интерес в качестве сырья для получения сорбентов. Известно, что лигнины способны сорбировать многие классы соединений (Тезисы..., 1987; Леванова и др., 1989).

Одна из задач данной работы – оценка вклада целлюлозы и лигнина в общую сорбционную способность лигноцеллюлозных материалов, хотя известно, что свойства лигнина и целлюлозы *in situ* отличаются от свойств выделенных биополимеров. Для образцов лигнинов и целлюлоз, выделенных из соломы овса, ржи и пшеницы, определены следующие физико-химические характеристики: обменная емкость (ОЕ), удельная поверхность $S_{уд}$, сорбционная способность (СС) в отношении ионов железа и хрома. Изучение сорбционной способности в отношении ионов железа и хрома проводили в статических условиях, используя модельные растворы хлорида железа $FeCl_3$ (концентрация $Fe(III) = 0.62$ мг/мл) и дихромовой кислоты $H_2Cr_2O_7$, (концентрация $Cr(VI) = 0.036$ мг/мл) (Барбала и др., 2001). Обменную емкость и удельную поверхность образцов диоксанлигнинов и целлюлоз определяли статическим методом (Ягодин, Антонов, 1983; Ольшанова и др., 1985). В таблице представлены сорбционные характеристики препаратов лигнинов и целлюлоз.

Как видно из данных таблицы, по величине удельной поверхности целлюлоза во много раз

превосходит лигнины. Повышенные по сравнению с лигнином величины $S_{уд}$ целлюлозы можно объяснить волокнисто-фибриллярными свойствами целлюлозного материала, что создает более рыхлую и развитую поверхность сорбента. К примеру, образец Ц-О характеризуется величиной $S_{уд} = 13.3 \times 10^3$ м²/кг, а соответствующий препарат лигнина ДЛ-О – 3.4×10^3 м²/кг, т.е.

наблюдается различие в 3.9 раза. Для другой пары образцов это различие достигает 5.2 раза. Однако, несмотря на это, обменная емкость препаратов лигнина даже выше на 20%, чем препаратов целлюлозы, т.е. роль поверхности в сорбционных процессах для этих полимеров не является определяющей, как в случае многих других сорбентов. Это подтверждается прямыми измерениями сорбционной способности образцов лигнинов и целлюлоз. Как видно из таблицы, СС по $Fe(III)$ препарата ДЛ-О равна 8.0 мг/г, величина СС Ц-О – 9.0 мг/г, т.е. практически этот показатель одинаков. Для полимеров из соломы ржи различие по данному показателю несколько больше, однако оно определяется, на наш взгляд, особенностями конкретных препаратов, а не различиями по значениям удельной поверхности. Что касается сорбции ионов металлов в анионной форме, то установлено, что целлюлозный полимер поглощает ионы $Cr_2O_7^{2-}$ в 1.5 раза больше, чем лигнины. Исходя из этого, можно сделать предположение, что вклад целлюлозной составляющей в общую сорбционную способность лигноцеллюлозного материала несколько выше, чем лигнинной составляющей.

Относительно более высокую обменную емкость образцов лигнина обуславливает строение его молекулы, которая характеризуется наличием значительного количества кислых функ-

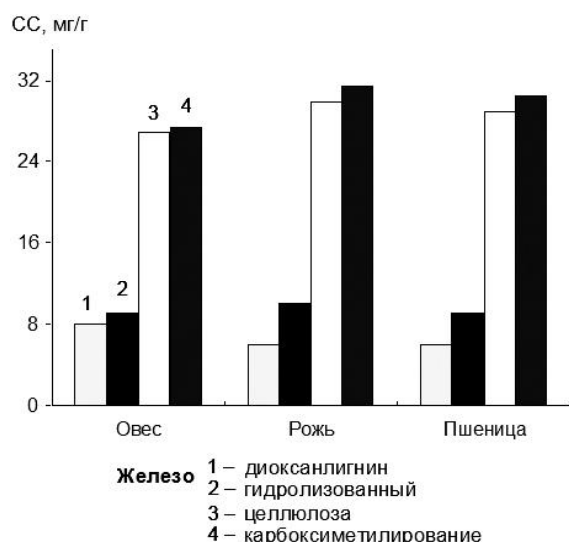


Рис. 1. Сорбционная способность (мг/г) препаратов лигнина, целлюлозы и сорбентов на основе модифицированных ЛЦМ в отношении ионов железа.

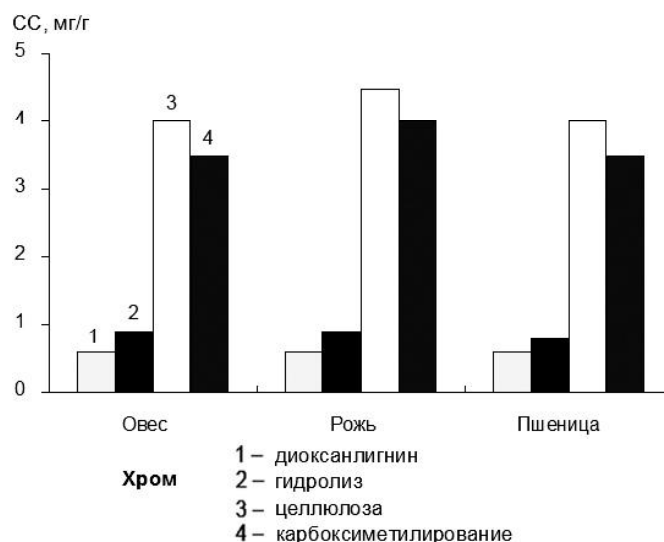


Рис. 2. Сорбционная способность (мг/г) препаратов лигнина, целлюлозы и сорбентов на основе модифицированных ЛЦМ в отношении ионов хрома.

циональных групп. Сравнение сорбционной способности изолированных биополимеров и исходного лигноцеллюлозного материала показывает, что в целом показатели сорбции и лигнина, и целлюлозы выше, чем показатели ЛЦМ. Например, СС по Fe(III) препарата ДЛ-Р равна 6.0 мг/г, величина СС ЛЦМ-Р достигает 3 мг/г. Для препарата выделенной целлюлозы Ц-Р этот параметр равен 10 мг/г. Однако если препарат ЛЦМ модифицировать самым простым методом – кислотного гидролиза, то это приводит к возрастанию СС до 30 мг/г. Рисунки 1 и 2 позволяют сравнить сорбционную способность различных препаратов изолированных биополимеров и модифицированных лигноцеллюлозных материалов. Установлено, что по СС лигноцеллюлозные материалы превосходят изолированные лигнины и целлюлозы в четыре-пять раз как при сорбции ионов железа, так и хрома. Кроме того, следует отметить, что наиболее эффективными являются сорбенты, полученные на основе соломы ржи, т.е. фактор ботанической принадлежности играет в данном случае достаточно важную роль. Значимость этого фактора была показана также при исследовании технических целлюлоз для производства бумаги.

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что принцип аддитивности в отношении сорбционных свойств биополимеров не соблюдается, и прогнозирование сорбционной способности того или иного материала

на основании показателей изолированных биополимеров практически достаточно сложная задача. Растительная ткань и до и после любой модифицирующей обработки представляет собой весьма сложный гетерогенный материал, требующий учета многих факторов помимо $S_{уд}$, в том числе природы и распределения реакционноспособных функциональных групп, наличия и плотности сетки Н-связей и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

Давидова Е.Г., Рачинский В.В. Ионообменные целлюлозы и их применение в хроматографии // Успехи химии, 1965. № 2. С. 253-275.

Тезисы 7-й Всесоюзной конференции по химии и использованию лигнина. Рига, 1987. С. 126, 135, 142, 162, 235, 239, 268.

Леванова В.П., Бойко Т.А., Гвоздева Э.Н., Федорова И.С. Усовершенствованные определения сорбции лекарственных препаратами микробных клеток и метиленовой синьки // Гидролизная и лесохимическая промышленность, 1989. № 4. С. 18-21.

Барбалат Ю.А., Брыкина Г.Д., Гармаш А.В. и др. Основы аналитической химии. Практическое руководство / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2001. 417 с.

Ягодин В.И., Антонов В.Н. Изучение химического состава древесной зелени. Методические основы. Рига: Зинатне, 1983. С. 33-38.

Ольшанова К.М., Потапова В.Н., Копылова В.Д., Морозова Н.М. Руководство по ионообменной разделительной и осадочной хроматографии. М.: Химия, 1965. 200 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ПОБЕГОВ НА ЭТАПЕ РАННЕВЕСЕННОГО ОТРАСТАНИЯ

Р.В. Малышев

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: malrus@ib.komisc.ru

Функционирование живых организмов неотрывно связано с трансформацией и потреблением энергии. Их источником служат ассимиляты-углеводы, образующиеся при фотосинтезе. В клеточном дыхании сахара окисляются, при этом образуются необходимые для биосинтезов метаболиты и энергетические эквиваленты. Ежедневно растения потребляют в дыхании от 30 до 70% ассимилированного углерода. Современные модели дыхания связывают дыхательные затраты с новообразованием и поддержанием функциональной целостности биомассы. Однако эти модели не учитывают того факта, что часть извлекаемой при окислении дыхательного субстрата энергии рассеивается в окружающую среду в виде тепла. Пополнение данной области знаний новыми данными необходимо для более глубокого понимания роста, механизмов устойчивости и адаптации, оценки соответствия метаболизма генотипов климату.

Цель настоящей работы – изучение связи дыхания, тепловыделения и запасаения энергии для оценки энергетического баланса у побегов

на этапе внепочечного роста при разной температуре.

В качестве экспериментального материала для изучения энергетического баланса были выбраны развернувшиеся вегетативные почки представителей природной флоры *Vaccinium vitis-idaea* L. (брусника), *Vaccinium myrtillus* L. (черника) и видов-интродуцентов *Syringa josikaea* Jacq. (сирень венгерская) и *Syringa vulgaris* L. (сирень обыкновенная). Сбор материала проводили в первой половине мая.

Определение температурной зависимости дыхания и тепловыделения развернувшихся почек проводили в диапазоне 5-35 °С с шагом в 5 °С на изотермическом микрокалориметре Биотест-2 (ИБП, г. Пузино). При каждой температуре использовали свежесобранный материал. Количество запасаемой энергии рассчитывали с использованием модели, разработанной Л.Д. Хансеном с соавторами (1994) и апробированной нами ранее на проростках как разность между количеством образовавшейся в дыхании энергии и количеством рассеянной энергии в форме тепла.

Перейдем к рассмотрению полученных результатов. Изучение температурной зависимости дыхания и тепловыделения показало, что с увеличением температуры от 5 до 30 °C скорость дыхания развернувшихся почек сирени венгерской и обыкновенной возрастала в четыре раза (рис. 1). Выделение CO_2 почками сирени обыкновенной заметно интенсивней, чем у сирени венгерской. Прогревание почек до 35 °C приводило к частичной депрессии дыхания.

Тепловыделение побегов более отзывчиво на увеличение температуры, чем дыхание. С повышением температуры от 5 до 35 °C оно возрастало в 10 раз (рис. 1). Следует отметить, что метаболическое тепловыделение не подавлялось высокой температурой как дыхание. В целом существенной разницы в активности тепловыделения между видами сиреней выявлено не было.

Сходные закономерности действия температуры были обнаружены на молодых побегах брусники и черники. Дыхание развернувшихся почек брусники с увеличением температуры от 5 до 25 °C усиливалось в 1.5 раза (рис. 1). Резкий подъем интенсивности дыхания наблюдали при прогревании почек до 30 °C, что может быть связано с нарушением метаболизма при действии высокой температуры, поскольку дальнейшее прогревание вызывало полную депрессию дыхания.

Изменения дыхания почек черники были аналогичными, за тем исключением, что подъем при 30 °C менее выражен, а депрессия отмечалась при температуре меньше 35 °C. Во всем диапазоне температур величина дыхания почек брусники несколько выше, чем почек черники.

С повышением температуры возрастала и интенсивность тепловыделения, но более значительно, чем дыхание. Так, у побегов брусни-

ки при повышении температуры от 5 до 35 °C тепловыделение увеличивалось в 20 раз (рис. 1). Подъем интенсивности тепловыделения почек черники отмечали в более узком диапазоне 5-30 °C, при 35 °C была зарегистрирована депрессия тепловыделения.

Полученные нами количественные данные о скорости дыхания и тепловыделения позволяют судить о запасании энергии на рост растения. Рассмотрим, какую часть от общего количества произведенной в дыхании энергии запасали побеги на начальных этапах внепочечного роста и какое влияние оказывала температура на этот процесс.

Расчеты показали, что побеги обоих видов сирени способны запасать энергию в широком диапазоне температуры, от 5 до 30 °C (рис. 2). С увеличением температуры от 5 до 25-30 °C количество запасаемой энергии возрастает примерно вдвое, но не превышает 20 мкВт/мг у сирени обыкновенной и 10 мкВт/мг у сирени венгерской. Следует добавить, что побегам сирени обыкновенной была свойственна не только большая интенсивность запасания энергии но и требовательность в повышенной температуре, оптимум запасания энергии побегами данного вида находится в пределах 20-30 °C, что на 5 °C выше, чем у сирени венгерской. Следует отметить, что несмотря на то, что наибольшее количество энергии запасалось при 20-30 °C, более эффективное запасание энергии отмечалось при низких положительных температурах (5-10 °C). Так, у сирени обыкновенной при 5-10 °C доля запасаемой энергии от образуемой в дыхании составляла 65%, а с подъемом температуры до 20 °C и выше снижалась примерно в два раза. Сходная закономерность отмечена и у сирени венгерской, побеги которой запасали 30-40% при 5-10 °C и около 20% при 20 °C. При температуре 35 °C

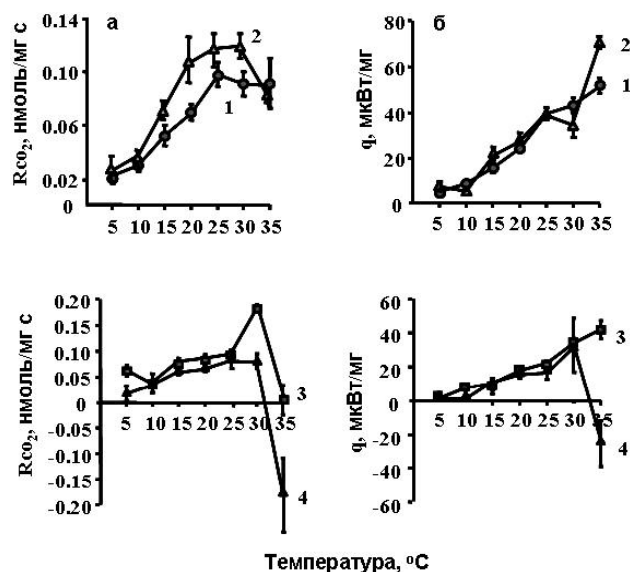


Рис. 1. Интенсивность дыхания (а), тепловыделения (б) побегов *Syringa josikaea* (1), *Syringa vulgaris* (2), *Vaccinium vitis-idaea* (3), *Vaccinium myrtillus* (4).

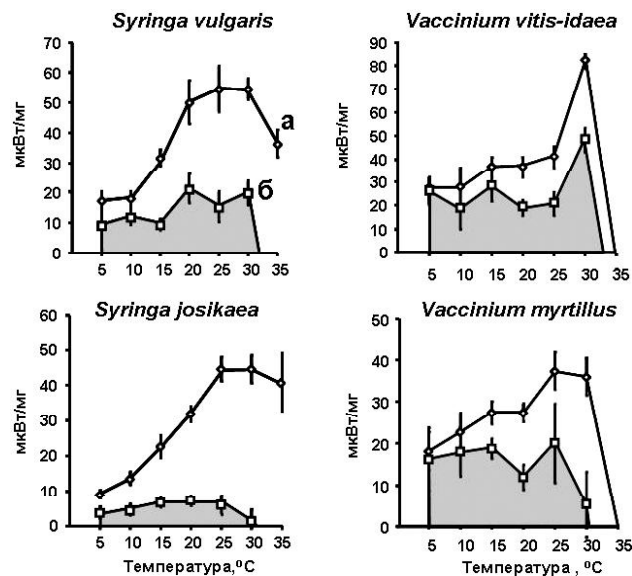


Рис. 2. Количество произведенной в дыхании (а) и запасаемой энергии (б) в побегах растений на этапе ранневесеннего отрастания.

энергетический баланс у побегов обоих видов был отрицательным.

Способность побегов сирени обыкновенной запасать больше энергии и требовательность к повышенной температуре, по-видимому, обуславливают более раннее окончание линейного роста ее побегов по сравнению с сиренью венгерской, особенно в более теплые годы, что отмечается в фенологических наблюдениях (Скупченко и др., 2003).

Как и интродуценты, виды природной флоры черники и брусники были способны запасать энергию в диапазоне от 5 до 30 °C (рис. 2). Но в отличие от интродуцентов развернувшиеся почки брусники и черники характеризовались более высокой скоростью запасаания энергии – до 25 мкВт/мг. Следует отметить, что абсолютное количество запасаемой энергии у черники и брусники оставалось примерно на одном и том же уровне в диапазоне 5-25 °C. С увеличением температуры до 30 °C скорость запасаания энергии в побегах брусники повышалась, в основном благодаря усилению продуцирования энергии в дыхании. Дальнейшее прогревание приводило к прекращению энергозапасаания, что свидетельствует о резком нарушении энергетического баланса. Сходные закономерности были установлены для развернувшихся почек черники. Однако побеги этого вида отличались большей чувствительностью к высокой температуре, что проявлялось в прекращении запасаания энергии при 30 °C. Необходимо добавить, что почки черники уступали по скорости запасаания энергии почкам брусники, это может быть связано с дополнительным притоком углеводов в элементарный побег брусники из перезимовавших листьев, поскольку известно, что как внутрипочечное, так и внепочечное развитие побега наряду с генетической программой регулируется и количеством поступающих углеводов (Михалевская, 2002).

Оценка относительной доли запасаемой энергии у кустарничков показала, что они способны запасать до 90% энергии, образуемой в дыхании, в наибольшей степени это проявляется при температурах 5-10 °C, близких к среднемесячной, что, по нашему мнению, является от-

ражением высокой степени соответствия метаболизма побегов видов рода *Vaccinium* температурным условиям ранневесеннего периода.

Таким образом, на основании проведенных исследований побегов представителей рода *Vaccinium* и *Syringa* можно заключить, что с увеличением температуры от 5 до 35 °C усиливается тепловыделение, а дыхание подавляется высокой температурой. Прямая связь между дыханием и тепловыделением почек сохраняется в диапазоне 5-25 °C.

В ранневесенний период формирующиеся побеги видов рода *Vaccinium* и *Syringa* способны запасать энергию на рост в диапазоне температуры от 5 до 30 °C. Наиболее полно энергия запасается при температурах 5-10 °C, близких к среднемесячной. При температуре 35 °C энергетический баланс побегов отрицательный.

Показано, что сирень обыкновенная более требовательна к температуре. Оптимальная температура для роста побегов данного вида на 5 °C выше, чем у сирени венгерской. Вместе с тем, сирень обыкновенная характеризуется более интенсивным метаболизмом и запасаанием энергии, что в благоприятные годы приводит к более раннему цветению.

Побеги черники и брусники превосходят по интенсивности запасаания энергии побеги интродуцентов. Способность видов рода *Vaccinium* запасать до 90% энергии, произведенной в дыхании при температурах, близких к среднемесячной, указывает на высокую адаптацию к температурным условиям ранневесеннего периода на Севере.

ЛИТЕРАТУРА

- Михалевская О.Б. О внутри- и внепочечной фазах в развитии элементарных побегов древесных растений // Онтогенез, 2002. Т. 33. № 4. С. 258-263.
- Скупченко Л.А., Мишуров В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми (Итоги работы Ботанического сада за 50 лет). СПб.: Наука, 2003. 214 с.
- Hansen L.D., Hopkin M.S., Rank D R. et al. The relation between plant growth and respiration: A thermodynamic model // Planta, 1994. Vol. 194. P. 77-85.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАСТЕНИЙ ФАСОЛИ С БАКТЕРИАЛЬНЫМИ АССОЦИАЦИЯМИ ЭНДОФИТОВ КЛУБЕНЬКОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

О.В. Маркова, Э.М. Ахмадеева

Башкирский государственный университет

E-mail: o-ksana@list.ru

Важным условием создания систем экологически сбалансированного земледелия является использование природного потенциала мутуалистических отношений в агроценозе. Перспективным направлением повышения продуктивнос-

ти и устойчивости бобовых растений является разработка бактериальных препаратов, включающих клубеньковые бактерии в сочетании с ростостимулирующими ризосферными или эндофитными микроорганизмами. Значительная часть

Таблица 1

Семенная продуктивность (г) растений фасоли при инокуляции ассоциациями бактериальных эндофитов клубеньков

Варианты обработок	Серая лесная почва			Чернозем выщелоченный	
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	
	Золотистая	Уфимская	Золотистая	Золотистая	Эльза
Контроль	8.1±0.7	7.3±0.5	4.1±0.9	6.5±0.3	8.4±0.6
2630*	8.0±0.6	5.5±0.4	5.7±0.8	7.9±0.4	5.1±0.9
Ф4	9.7±0.7	7.1±0.8	3.3±0.9	8.3±0.7	4.5±0.5
Ф5	9.3±0.6	9.4±0.5	5.4±1.0	3.3±0.2	1.7±0.2
Ф6	10.2±0.6	6.5±0.4	6.9±1.0	6.5±0.4	5.9±0.8

* *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*; серая лесная почва в зоне агролесополосы; чернозем выщелоченный, открытый участок; 2007 г. – оптимальные условия по влагообеспеченности; 2008 г. – засуха; 2009 г. – сильная засуха; здесь и в табл. 2, 3 жирным шрифтом выделены статистически значимые отличия от контроля при $P = 0.95$.

эндофитных микроорганизмов стимулирует рост и развитие растений, некоторые бактерии способны к азотфиксации, многие эндофиты выступают индукторами устойчивости к фитопатогенам. Цель нашего исследования – изучение взаимодействия эндофитных бактериальных ассоциаций и их отдельных компонентов с растениями фасоли в зависимости от различных почвенно-экологических условий.

Исследования проводили на растениях фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) сортов Золотистая, Уфимская, Эльза. Бактериальные ассоциации были выделены из клубеньков растений фасоли сорта Уфимская, штамм *Rhizobium leguminosa-*

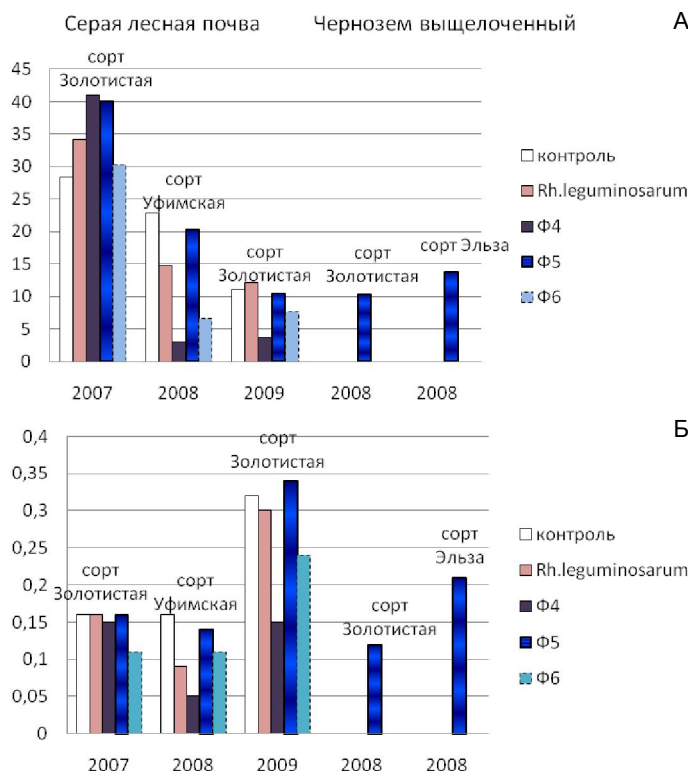
rum bv. *phaseoli* 2630 получен из Всероссийской коллекции непатогенных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения (ВНИИСХМ, Санкт-Петербург). Мелкоделяночные полевые опыты по инокуляции фасоли проводили в 2007-2009 гг. на территории северной и южной лесостепной зон Южного Предуралья. Участки различались по типу почвы (серая лесная и чернозем выщелоченный), содержанию гумуса (4.46 и 6.83%), щелочногидролиземого азота (152 и 182 мг/кг почвы), подвижного фосфора (5.1 и 7.4 мг/100 г почвы), по сумме эффективных

температур выше 15 °C в норме (237 и 265 °C соответственно). Фасоль высевали с нормой 15 шт./м при ширине междурядья 45 см. Учетная площадь делянки для посева – 3 м². Делянки размещали рандомизированно в четырех повторностях. Инокуляцию семян проводили непосредственно перед посевом жидкой суспензией микроорганизмов в плотности 10⁷ клеток/семя. Контролем служили семена, обработанные эквивалентным количеством стерильной водопроводной воды.

Статистическая обработка данных включала сравнение выборочных средних по t-критерию Стьюдента при $P = 0.95$. Размер выборки для анализа морфофизиологических показателей растений составил 24 растения в фазе цветения и 60 – в фазе созревания. В табл. 1-3 приведены средние значения и стандартные ошибки средних.

Результаты полевых опытов (табл. 1) показали, что ответная реакция растений фасоли на инокуляцию семян ассоциациями эндофитных бактерий различалась в зависимости от сорта растения-хозяина и почвенно-климатических условий.

Инокуляция французского сорта фасоли Эльза оказалась не эффективной во всех вариантах опыта, что свидетельствовало о сортовой специфичности микробно-растительных взаимоотношений. При обработке районированных сортов фасоли Уфимская и Золотистая бактериальные ассоциации обеспечивали повышение семенной продуктивности в разных почвенно-экологических условиях. Ассоциация Ф4 способствовала увеличению массы семян на 19 (серая лесная почва) и 28% (чернозем). Наилучшую продуктивность (2007 г.) и наибольшую прибавку урожая (2009 г.) обусловила инокуляция ассоциацией Ф6. Ассоциация Ф5 на серой лесной почве способствовала повышению продуктивности на 30% к контролю, но она же вызвала существенное снижение семенной продуктивности фасоли на черноземе. Различия в эффективности применяемых бактериальных ассоциаций суще-



Количество клубеньков (А) и их масса (Б) на корнях растений фасоли при инокуляции ассоциациями бактериальных эндофитов клубеньков в различных почвенно-климатических условиях.

Таблица 2

Влияние инокуляции ассоциациями эндофитных бактерий на массу побега и корней растений фасоли в различных почвенно-экологических условиях

Варианты обработок	Серая лесная почва				Чернозем выщелоченный			
	2008 г.		2009 г.		2008 г.			
	Уфимская		Золотистая		Золотистая		Эльза	
	Масса побега*, г	Масса корня, г	Масса побега*, г	Масса корня, г	Масса побега**, г	Масса корня, г	Масса побега**, г	Масса корня, г
К	24.4±2.9	2.2±0.2	31.7±3.4	3.5±0.3	12.3±1.0	3.2±0.3	9.4±1.4	1.8±0.2
2630***	27.6±2.6	2.3±0.2	33.0±4.3	3.5±0.4	16.8±1.1	3.6±0.2	7.7±1.0	1.3±0.1
Ф4	26.7±2.1	2.4±0.4	32.3±4.7	3.1±0.4	16.5±1.7	2.7±0.2	8.3±1.4	1.8±0.4
Ф5	34.1±2.8	3.0±0.2	32.2±2.7	3.4±0.3	6.5±0.5	1.9±0.2	5.3±0.8	1.2±0.1
Ф6	23.2±2.2	2.2±0.2	36.8±3.0	4.1±0.2	12.6±1.4	2.3±0.2	6.7±0.9	1.5±0.1

* Измерено в стадии цветения.

** Измерено в стадии созревания.

*** *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*.

ственно зависели от особенностей взаимоотношений микробных и растительного партнеров в различных экологических условиях. Об этом свидетельствовали данные по формированию клубеньков инокулированных растений (см. рисунок).

На серой лесной почве растения активно формировали клубеньки, что не наблюдалось на черноземе, где они были сформированы только в варианте инокуляции ассоциацией Ф5. В оптимальных условиях влаги в 2007 г. на серой лесной почве количество клубеньков, образованных при взаимодействии с растениями ассоциаций Ф4 и Ф5, было выше, чем в контроле, однако масса клубеньков существенно от контроля не отличалась. Напротив, в условиях дефицита влаги количество клубеньков значительно уменьшилось, но их масса увеличилась. Таким образом, несмотря на низкую активность или выживаемость вносимых бактерий в условиях дефицита влаги, растение оптимизирует состояние своей симбиотической системы соответственно необходимости в ресурсе азотного питания. Однако, судя по ситуации с Ф5 на черноземе, в отдельных случаях бактерии способны преодолевать защиту растения и формиро-

вать клубеньки даже в тех случаях, когда это оказывается энергетически неоправданным. Следствием таких высоких затрат растения, очевидно, явилось снижение урожая растений в варианте инокуляции ассоциацией Ф5, поскольку растения всех других вариантов обработок, не образовавших клубеньки, характеризовались большей продуктивностью.

Данные по массе побега и корней растений (табл. 2) показали, что повышение семенной продуктивности фасоли, по-видимому, было связано с регуляцией гормонального баланса растений. Варианты с наибольшей продуктивностью оказали значимое стимулирование роста как надземных, так и подземных органов растения.

Для выяснения бактериального состава ассоциаций было проведено изолирование отдельных штаммов и их идентификация. Выявлено, что каждая ассоциация состояла из двух-пяти штаммов, принадлежащих к видам *Rhizobium leguminosarum* sp., *Bacillus megaterium* и *Bacillus* sp. Разделенные штаммы способствовали еще более высоким прибавкам урожая семян растений, чем их первоначальные ассоциации, что связано, вероятно, со смягчением межмикроб-

Таблица 3

Эффект от инокуляции фасоли сорта Золотистая бактериальными ассоциациями на серой лесной почве в 2009 г.

Варианты обработок	Высота растения, см	Масса растения, г		Количество клубеньков, шт.	Масса клубеньков, г	Масса семян, г
		побег	корень			
К	63.6±1.2	43.3±3.1	2.2±0.2	8.1±1.9	0.09±0.02	5.4±0.8
R.I.* 2630	64.2±1.1	43.1±3.8	3.3±0.3	18.9±3.5	0.21±0.04	7.2±1.0
Ф41**	63.6±1.7	44.7±3.1	3.0±0.3	5.6±2.1	0.08±0.03	5.5±1.4
Ф42	63.5±1.6	39.5±2.7	2.6±0.2	16.7±3.7	0.14±0.04	6.6±1.0
Ф51	64.1±1.4	42.9±3.5	2.3±0.3	10.7±2.4	0.16±0.03	7.0±1.1
Ф52	65.4±1.5	37.6±2.2	2.8±0.2	15.5±3.6	0.22±0.04	9.6±1.4
Ф53	60.0±2.9	32.3±3.5	2.5±0.2	7.7±1.4	0.16±0.02	6.3±0.9
Ф61	63.1±1.4	33.9±3.9	2.2±0.3	10.8±2.5	0.15±0.03	6.3±1.4

* *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*.

** Ф41, Ф42, Ф51, Ф52, Ф53, Ф61 – изоляты, образующие бактериальные ассоциации.

ных конкурентных отношений за экологическую нишу в растении.

Таким образом, бактериальные ассоциации, выделенные из клубеньков бобовых растений, могут служить основой микробных препаратов, способствующих повышению продуктивности бобовых растений. Биологическая активность этих

бактерий связана со стимулированием роста растений за счет увеличения массы надземной части растений, корней и в отдельных случаях клубеньков. Почвенно-экологические условия оказывают значительное влияние на эффективность бактериальных обработок. Наибольшая отзывчивость растений на инокуляцию бактериями отмечена на серой лесной почве.

АККУМУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ЛУКА *A. ANGULOSUM* L. ПО ОТНОШЕНИЮ К НЕКОТОРЫМ МИКРОЭЛЕМЕНТАМ

Н.В. Матистов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: matistov@ib.komisc.ru

Лук *Allium angulosum* L. (угловатый, луговой, мышинный чеснок) относится к одному из крупных родов *Allium* L. подкласса *Liliidae*, насчитывающему около 800 видов (Hanelt, Fritsch, 1994). Он широко распространен в Западной и Восточной Сибири (Stearn, 1992). В региональной природной флоре произрастает на заливных осоковых лугах. Как редкий вид местной флоры включен в Красную книгу Республики Коми (1999). Ценным свойством *A. angulosum*, как и других многолетних луков, является способность накапливать азотистые вещества, различные сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза), полисахариды (инулин, фитин, кверцетин), липиды, органические кислоты (лимонная, яблочная), микро- и макроэлементы. *A. angulosum* уже давно нашел применение как ценное пищевое и лекарственное растение. В последние годы он привлекает внимание исследователей как источник микронутриентов, к которым относятся и микроэлементы (Ширшова, Бешлей, 2009). Микроэлементами называют элементы, содержащиеся в организме в очень малых следовых количествах и необходимые для нормальной жизнедеятельности организма. Из 92 встречающихся в природе химических элементов в организме человека обнаружен 81. 12 элементов, составляющих 99% элементного состава человеческого организма, называются структурными: (C, O, H, N, Ca, Mg, Na, K, S, P, F, Cl). При этом основным строительным материалом являются четыре элемента: азот, кислород, водород и углерод. 15 жизненно необходимых человеку элементов называют эссенциальными (Fe, J, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn, As, F, Si, Li). Остальные элементы, находясь в незначительных количествах, играют важную роль, влияя на здоровье и состояние нашего организма (Чернавина, 1970). Микроэлементы входят в состав ферментов, коферментов, образуют легко усваиваемые формы биологически активных веществ и поэтому играют важную роль в жизнедеятельности организма (Пейве, 1976).

Цель настоящего исследования – оценка аккумулярующих свойств лука *A. angulosum* при-

родного и культурного происхождения по отношению к некоторым микроэлементам. Растения были собраны в 2008 г. в фазу бутонизации в Ботаническом саду Института биологии (БС) и в Корткеросском р-не Республики Коми (К), разделены на части и высушены при комнатной температуре.

Содержание микроэлементов определяли атомно-абсорбционным методом. Проводили анализ почв, взятых непосредственно в месте произрастания лука. Об аккумулярующих свойствах лука судили по величине коэффициента биологического накопления (КБН), который рассчитывали по формуле:

$$\text{КБН} = \frac{\text{Содержание в сухой биомассе, мкг/кг}}{\text{Содержание в почве, мкг/кг}}.$$

При значении КБН ≥ 1 растения рассматривались как аккумуляторы химических элементов.

В табл. 1 приведено количественное содержание микроэлементов в луковицах и листьях *A. angulosum*, из которой видно, что концентраторами таких элементов, как Cu, Fe, Zn, Mn, Ni, Cr, являются листья, в луковицах концентрируется Cd, Sr, Ba. В дикорастущем луке содержание таких микроэлементов, как Mn, Ni, Ba выше, чем у лука-интродукта. Несмотря на высокие значения КБН для таких токсикантов, как Cd и Sr, содержание их не превышает предельно допустимые значения. Высокие значения КБН (табл. 2) позволяют отнести лук *A. angulosum* к аккумуляторам таких микроэлементов, как Cu, Cd, Zn, Sr. Полученные результаты (табл. 3) указывают на высокую пищевую значимость многолетних луков как источников меди, цинка, марганца, железа и хрома для человека. При потреблении 100 г свежей зелени луков суточная потребность в железе может быть восполнена на 4-28%, цинка – 4-8, меди – 6-9, марганца – 12-50. В природном образце марганец восполняет суточную потребность этого элемента в организме человека от 50 до 100%.

Работа выполнена в рамках проекта «Состояние ресурсов полезных растений европейского Северо-Востока России, мониторинг и разработ-

Таблица 1

Содержание микроэлементов в луке *A. angulosum*, мг/кг

№	Место сбора	Часть растения	Микроэлементы										
			Cu	Pb	Cd	Zn	Mn	Ni	Fe	Al	Sr	Ba	Cr
1.	БС	Лист	6.4±1.3	1.3±0.3	0.21±0.1	61±12	36±11	3.1±1.1	60±18	98±26	19.4	42.1	5.2±1.0
2.	БС	Луковица	5.5±1.1	1.2±0.3	0.32±0.2	45±9	12±4	0.74±0.3	–	20±5	22.4	48.3	1.40±0.28
3.	БС	Лист	5.6±1.1	1.5±0.4	0.22±0.09	43±9	32±9	2.5±0.9	46±13	103±27	41.3	41.5	5.0±1.0
4.	БС	Луковица	6.8±1.4	1.07±0.3	0.15±0.1	52±10	22±7	3.6±1.2	140±40	190±50	32.4	33.2	7.6±1.5
5.	БС	Лист	6.8±1.4	1.05±0.3	0.27±0.1	63±13	46±14	1.4±0.5	64±18	105±27	21.5	35.8	1.9±0.4
6.	БС	Луковица	5.4±1.1	1.3±0.3	0.38±0.2	59±12	18±5	1.3±0.4	29±8	120±30	22.8	41.8	1.8±0.4
7.	К	Лист	4.5±0.9	1.4±0.7	0.17±0.1	30±6	100±30	7.2±2.5	20±6	75±19	19.8	65.4	3.3±0.7
8.	К	Луковица	4.4±0.9	1.3±0.3	0.30±0.2	25±5	49±15	5.3±1.8	–	25±6	27.5	106	1.6±0.3

Примечание. Здесь и в табл. 2 прочерк означает отсутствие данных.

Таблица 2

Коэффициенты биологического накопления микроэлементов в луке *A. angulosum*

№ образца	Микроэлементы											
	Cu	Pb	Cd	Zn	Mn	Ni	Fe	Cr	V	Al	Sr	Ba
1.	0.744	0.210	1.050	1.488	0.078	0.172	0.050	0.325	0.005	0.010	1.072	0.648
2.	0.640	0.194	1.600	1.098	0.026	0.041	–	0.088	–	0.002	1.238	0.743
3.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5.	0.971	0.159	0.000	1.575	0.085	0.108	0.007	0.140	0.006	0.012	1.208	0.534
6.	0.771	0.197	0.000	1.475	0.033	0.100	0.003	0.132	0.008	0.014	1.281	0.624
7.	0.563	0.144	0.500	0.536	0.172	0.313	0.001	0.110	–	0.004	1.165	0.638
8.	0.550	0.134	0.882	0.446	0.084	0.230	–	0.053	–	0.001	1.618	1.034

ка биотехнологических подходов по рациональному использованию и воспроизводству» программы Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга».

ЛИТЕРАТУРА

Красная книга Республики Коми. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных / Под ред. А.И. Таскаева. М.: Изд-во ДИК, 1998. 528 с.

Пейве Я.В. Физиологическая роль и практическое применение микроэлементов. Рига: Зинатне, 1976. 280 с.

Чернавина И.А. Физиология и биохимия микроэлементов. М.: Высшая школа, 1970. 309 с.

Ширшова Т.И., Бешлей И.В. Содержание макро- и микроэлементов в *A. schoenoprasum* L. (Alliaceae) // Раст. ресурсы, 2009. Т. 45. Вып. 2. С. 97-105.

Hanelt P., Fritsch R. Notes on some infragenetic taxa in *Allium* L. // Kew Bulletin, 1994. Vol. 49. № 3. P. 559-564.

Таблица 3
Рассчитанные показатели восполнения суточной потребности человека в некоторых микроэлементах при потреблении 100 г *A. angulosum*, %

№ образца	Микроэлементы				
	Cu	Zn	Mn	Fe	Cr
1.	8.53	8.13	36.00	12.00	0.21
2.	7.33	6.00	12.00	–	0.06
3.	7.47	5.73	32.00	9.20	0.20
4.	9.07	6.93	22.00	28.00	0.30
5.	9.07	8.40	46.00	12.80	0.08
6.	7.20	7.87	18.00	5.80	0.07
7.	6.00	4.00	100.00	4.00	0.13
8.	5.87	3.33	49.00	–	0.06

Stearn W.G. How many species of *Allium* are known? // The Kew bot. magazine, 1992. Vol. 9. Pt. 4. P. 180-182.

УЧАСТИЕ Δ12-АЦИЛ-ЛИПИДНОЙ ДЕСАТУРАЗЫ
В ФОРМИРОВАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ КАРТОФЕЛЯ К ГИПОТЕРМИИ

Н.В. Нарайкина, И.Н. Дёмин

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН

E-mail: trunova@ippras.ru

Температура среды обитания оказывает существенное влияние на интенсивность физиологических и биохимических процессов и, в

конечном итоге, на урожайность и качество продукции растений. Разная устойчивость к низким температурам является фактором, в

значительной степени определяющим географическое распространение растений на земной поверхности.

Согласно существующим представлениям, понятие низкотемпературного стресса включает всю совокупность ответных реакций растений на действие холода и мороза на разных уровнях их организации, от молекулярного до организменного (Трунова, 2007).

Известно, что конститутивная устойчивость, присущая растениям в вегетирующем состоянии при оптимальных для роста условиях, у всех групп растений, различающихся по реакции на температуру (теплолюбивые, холодостойкие, морозостойкие), довольно низкая. Формирование свойств холодо- и морозостойкости происходит в условиях длительного действия низких положительных температур, соответствующих генотипу растений, при этом закалывающие температуры должны быть выше повреждающих (Sakai, Larcher, 1987).

В настоящее время наиболее детально изучен процесс адаптации к морозу для группы морозостойких растений, сущность которого заключается в функциональной и структурной реорганизации клеток, способствующей в условиях отрицательных температур предотвращению образования внутриклеточного льда и повышению устойчивости к обезвоживанию и деформирующему действию внеклеточного льда.

Основной причиной повреждения и гибели теплолюбивых растений от низких положительных температур многие исследователи считают развитие окислительного стресса (Лукаткин, 2002), приводящего к перекисному окислению мембранных липидов (ПОЛ), снижению степени ненасыщенности входящих в их состав жирных кислот и повышению вязкости мембран. В отличие от теплолюбивых холодостойкие растения выживают даже после длительного пребывания при низких температурах. Ранее полученные данные позволяют сделать предположение о более высокой устойчивости холодостойких растений к окислительному стрессу, индуцированному гипотермией.

Цель нашей работы – исследование изменений в уровне окислительного стресса (скорость генерации супероксида (O_2^-), содержание перекиси водорода (H_2O_2), промежуточных (диеновых конъюгатов – ДК) и конечных (малонового диальдегид) продуктов перекисного окисления липидов, позволяющих судить о состоянии мембран, в процессе длительной низкотемпературной адаптации картофеля как типичного представителя группы холодостойких растений.

В представленной работе были использованы растения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Десница (контроль) и растения того же сорта, трансформированные вектором, несущим ген *desA*, кодирующий $\Delta 12$ -ацил-липидную десатуразу жирных кислот, которая вводит двойную связь в положение $\Delta 12$ ацильных цепей и

репортерный ген термостабильной лихеназы *licBM3* (*desA-licBM3* растения). Оба гена находились под контролем конститутивного промотора 35S CaMV. Трансгенные растения были получены методом агробактериальной трансформации и любезно предоставлены нам сотрудниками Отдела биологии клетки и биотехнологии ИФР РАН и ИОГен РАН.

Растения размножали черенкованием и выращивали в течение шести недель в гидропонической культуре на нейтральном субстрате с регулярной подкормкой удобрением в камере фитотрона ИФР РАН при температуре 22 °C, 16-часовом фотопериоде и освещенности 100 моль квантов/(м²·с).

Адаптацию проводили в климатической камере «KBW-240» при температуре 5 °C, освещенности 50 моль квантов/(м²·с) в течение шести суток. Данное сочетание температуры и продолжительности ее воздействия было подобрано в предварительных опытах.

Для определения устойчивости растения подвергали действию повреждающей температуры –3 °C в течение 18 ч, после чего растения возвращали в оптимальные для роста условия (22 °C) и измеряли индекс повреждения, используя метод выхода электролитов, а также показатели перекисного окисления липидов по содержанию малонового диальдегида (МДА). Скорость образования радикальных АФК, преимущественно супероксида (O_2^-), определяли по методу (Часов, 2002), основанному на цветной реакции с адреналином и его превращении в адrenoхром. Специфичность реакции подтверждена добавлением супероксиддисмутазы (100 ед. акт.). Содержание перекиси водорода (H_2O_2) измеряли по цветной реакции с хлоридом титана (Kumar, Knowles, 1993). Содержание H_2O_2 рассчитывали по стандартной калибровочной кривой концентрации перекиси водорода в ацетоне (0.1–1.0 mM). Содержание диеновых конъюгатов (ДК) – первичных продуктов ПОЛ – определяли по методу (Bligh, Dyer, 1959), основанному на свойствах сопряженных двойных связей, входящих в состав гидроперекисей липидов, интенсивно поглощать в УФ-области с характерным максимумом (232 нм). Интенсивность ПОЛ измеряли по содержанию одного из конечных продуктов – малонового диальдегида – на основании реакции с тиобарбитуровой кислотой (Стальная, Гаришвили, 1977). Содержание МДА выражали в мкМ/г сырой массы.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы «SigmaPlot 11». Представлены средние значения опыта для пяти биологических повторностей и их стандартные ошибки.

Поскольку одной из причин повреждений растений при низких температурах является нарушение структуры и функций мембран высокоактивными супероксидами и перекисями, в нашей работе был проведен анализ этих соеди-

нений на протяжении длительного действия закалывающей температуры. Скорость генерации супероксида до закалывания у растений *DesA-licBM3* по сравнению с контролем была несколько выше. Динамика изменения скорости генерации O_2^- во время действия адаптирующих температур была сходной у обоих генотипов. Повышение скорости генерации на первые сутки адаптации далее сменялось снижением этого показателя. Наиболее заметно скорость генерации супероксида повысилась у контроля на третьи сутки (в два раза), тогда как у растений *DesA-licBM3* всего лишь на 20%. К шестым суткам закалывания этот показатель у контроля снизился и только на 15% был выше исходного уровня, а у трансформированных растений соответствовал уровню до закалывания. Таким образом, судя по скорости генерации супероксида, у обоих генотипов не происходило «взрыва» окислительного стресса.

Динамика содержания перекиси водорода, которая образуется при нейтрализации супероксида, в условии длительного действия низких температур различалась у контрольных и трансформированных растений: у первых произошло заметное повышение количества H_2O_2 к первым суткам закалывания, которое снижалось при дальнейшем действии низких положительных температур, но к шестым значительно превышало аналогичные показатели у незакаленных растений (рис. 1б). У растений *DesA-licBM3* существенного изменения содержания H_2O_2 в период адаптации не наблюдали.

Активные формы кислорода ускоряют процессы свободно-радикального окисления липидов, в которые преимущественно вовлекаются ненасыщенные жирные кислоты мембранных липидов. В этом процессе образуется ряд промежуточных (например, диеновые конъюгаты) и конечных продуктов перекисного окисления липидов (МДА), которые были исследованы нами. Как видно из рис. 2а, содержание диеновых конъюгатов жирных кислот до закалывания у контроля было на 50% выше, чем у трансформанта, и мало изменялось в процессе адаптации. У *DesA-licBM3* растений ко вторым суткам адаптации наблюдалось некоторое повыше-

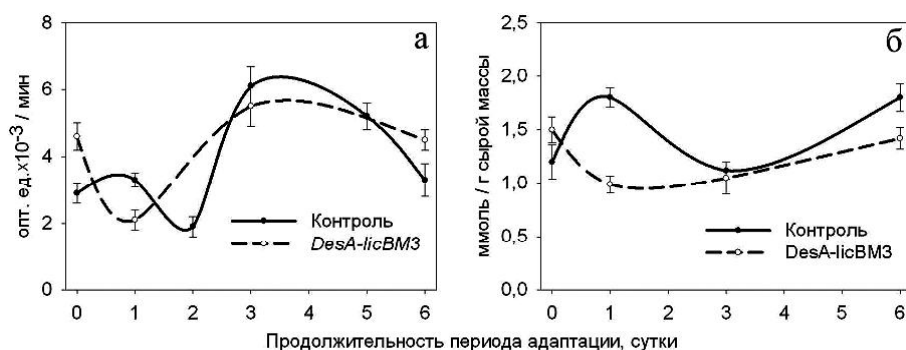


Рис. 1 Изменение показателей окислительного стресса (скорость генерации супероксида (а), перекись водорода (б) в процессе длительного действия адаптирующих температур (5 °С, шесть суток, на свету) у контрольных растений картофеля и линии *DesA-licBM3*.

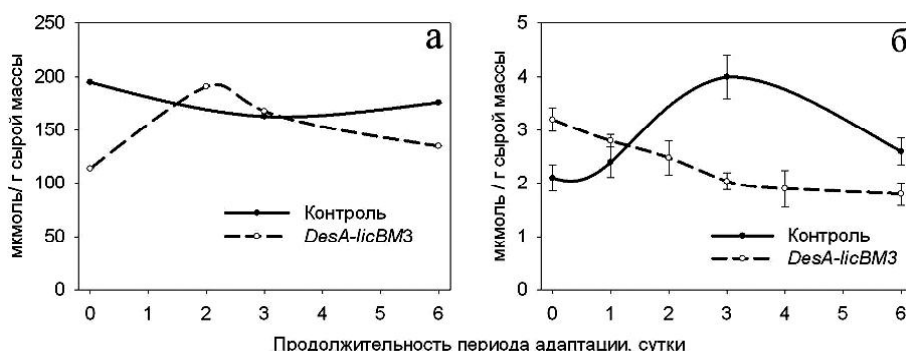


Рис. 2 Изменение содержания промежуточных (а) и конечных (б) продуктов ПОЛ в процессе длительного действия адаптирующих температур (5 °С, шесть суток, на свету) у контрольных растений картофеля и линии *DesA-licBM3*.

ние уровня ДК, затем последующая стабилизация к шестым суткам действия низких температур.

Как видно из рис. 2б, содержание МДА у контрольных растений заметно повышалось к третьим суткам закалывания с последующим его снижением, тогда как у трансформанта этот показатель на протяжении всего периода оставался без изменений.

После закалывания устойчивость обоих генотипов тестировали, подвергая их действию повреждающих температур (−3 °С, 18 ч). Степень повреждения определяли по содержанию МДА и выходу электролитов. Результаты опыта показали, что закаленные растения характеризовались меньшим индексом повреждений и более низким содержанием МДА, что особенно было выражено для растений *DesA-licBM3*.

Таким образом, несмотря на некоторые изменения в образовании АФК, при длительном действии низких положительных температур у холодостойких растений картофеля не происходит существенного развития окислительного стресса. Закалывание холодостойких растений на примере картофеля существенно повышало их устойчивость к гипотермии, особенно у растений с введенным геном *desA* 12-ацил-липидной десатуразы.

ЛИТЕРАТУРА

- Лукацкий А.С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: изд-во Мордовского ун-та, 2002. 208 с.
- Стальная И.Д., Гаришвили Т.Д. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // Современные методы в медицине. М.: Медицина, 1977. С. 66-68.
- Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс. М.: Наука, 2007. 60 с.
- Часов А.В., Гордон Л.Х., Колесников О.П., Минибасева Ф.В. Пероксидаза клеточной поверхности – генератор супероксид-аниона в корневых клетках пшеницы при раневом стрессе // Цитология, 2002. Т. 44. С. 691-696.
- Bligh E., Dyer W.I. Rapid Methods of Total Lipid Extraction and Purification. // Can. J. Biochem. Physiol., 1959. Vol. 37. P. 911-917.
- Kumar G.N., Knowles N.R. Changes in Lipid Peroxidation and Lipolytic and Free-Radical Scavenging Enzyme during Aging and Sprouting of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Seed-Tubers // Plant Physiology, 1993. Vol. 102. P. 115-124.
- Sakai A., Larcher W. Frost Survival of Plants: Responses and Adaptation to Freezing Stress // Ecological Studies. Springer-Verlag, 1987. № 62. 321 p.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАСТЕНИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ

С.Ю. Огородникова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: svetao_05@mail.ru

Многие стрессоры приводят к сверхпродукции активных форм кислорода (АФК). Наиболее реакционно-способными АФК являются супероксидный радикал ($O_2^{\cdot -}$) и гидроксилрадикал ($HO^{\cdot}$), они способны индуцировать цепные реакции, приводящие к образованию большого количества свободных радикалов, вызывающих перекисное окисление липидов, нарушение целостности мембран, инактивацию ферментов и разрушение нуклеиновых кислот (Полесская, 2007). В ответ на накопление АФК в клетках активируется ряд ферментов, накапливаются соединения – антиоксиданты, которые обезвреживают эти сильные окислители. При высокой силе стресс-фактора или продолжительном его воздействии возникает ситуация, когда антиоксидантные системы не в силах сбалансировать уровень АФК, а системы репарации не успевают устранять повреждения клеточных структур. В результате возникает окислительный стресс, который может быть вызван как сверхпродукцией АФК, так и падением эффективности антиоксидантной защиты, либо тем и другим.

Известно, что метилфосфоновая кислота (МФК) также инициирует развитие окислительных повреждений в растительных тканях. Ранее было показано, что через несколько суток после воздействия МФК в клетках возрастает активность пероксидаз и накапливаются продукты перекисного окисления липидов (Огородникова и др., 2004). Однако не было изучено развитие окислительных процессов в растительных тканях во времени. Целью данной работы – изучить в динамике развитие окислительных повреждений в растительных тканях под воздействием метилфосфоновой кислоты.

Действие МФК изучали на 14-дневных проростках ячменя сорта Новичок, которые выращивали на питательном растворе Кнюпа в лабораторных условиях. Опытные растения выдерживали в течение часа в растворе 0.01 моль/л

МФК (погружали только корневую систему растений), контроль – дистиллированная вода. Далее опытные и контрольные растения переносили на питательный раствор Кнюпа.

Проводили оценку активности пероксидазы и перекисного окисления липидов (ПОЛ) в динамике через 1, 3, 5, 12, 24, 36 и 48 ч после начала опыта. Определяли накопление антоцианов в листьях растений, выход электролитов из растительных тканей. Активность пероксидазы оценивали по накоплению продуктов окисления гваякола (Методы биохимического..., 1987). Активность перекисного окисления липидов определяли по накоплению в растительных тканях малонового диальдегида (МДА) (Лукацкий, 2002). Содержание каротиноидов в листьях оценивали спектрофотометрически в ацетоновой вытяжке при длине волны 440.5 нм (Шлык, 1971). Выход электролитов из тканей корней растений в дистиллированную воду (соотношение навеска/вода – 150 мг/50 мл) за 3 ч определяли на кондуктометре INOLAB. Рассчитывали процент выхода электролитов от полного выхода, который оценивали по электропроводности вытяжки после разрушения мембран кипячением.

Установлено, что МФК инициировала накопление активных форм кислорода в растительных тканях. Интенсивность окислительных процессов оценивали по изменению активности антиоксидантных ферментов, к которым относятся пероксидаза, регулирующая внутриклеточное содержание перекиси водорода, восстанавливая ее до безопасной воды. В качестве доноров электронов в процессах восстановления перекиси водорода используются различные субстраты: аскорбиновая кислота, фенольные соединения, восстановленный глутатион.

Отмечали значительное (в 2.5 раза) возрастание активности пероксидазы в корнях ячменя уже в первые часы после действия МФК (см. ри-

сунок, Б). Через 12 ч после начала опыта активность пероксидазы снижалась, и только к концу наблюдений происходило восстановление ее активности до уровня контрольных растений. Возрастание активности пероксидазы в первые часы после действия МФК свидетельствует об активизации окислительных процессов в растительных тканях и накоплении перекиси водорода.

Изменения активности пероксидазы в листьях были выражены в меньшей степени по сравнению с корнями растений (см. рисунок, А). В течение 12 ч после инкубации растений на МФК в листьях отмечали повышенный уровень активности фермента.

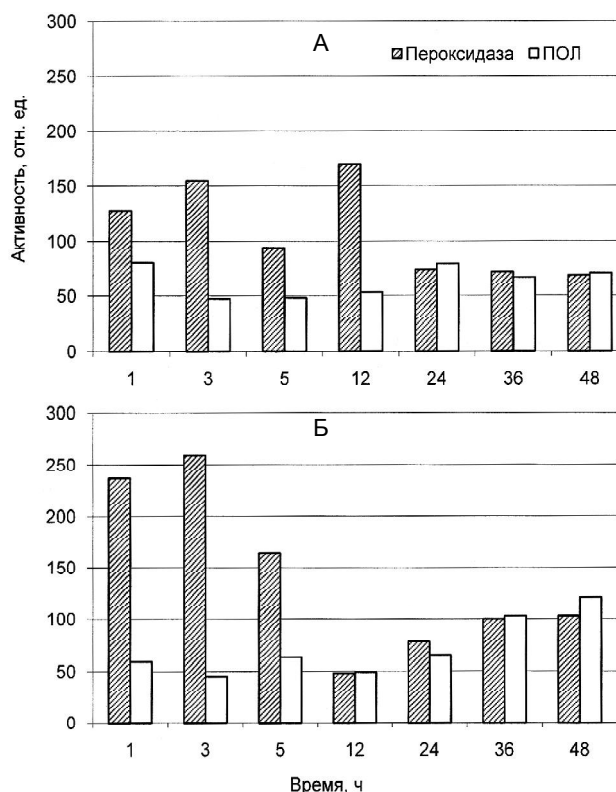
Снижение активности фермента через 12 ч после действия МФК может быть следствием уменьшения концентрации АФК в растительных тканях за счет работы антиоксидантных ферментов или накопления веществ – антиоксидантов.

Установлено, что в листьях опытных растений происходило накопление каротиноидов. Через 12 ч после действия МФК отмечали увеличение уровня желтых пигментов на 12-19% по сравнению с контролем. Известно, что каротиноиды в растительных клетках выполняют функции антиоксидантов, участвуя в нейтрализации АФК.

МФК вызвала изменение интенсивности процессов перекисного окисления липидов. Причем, в отличие от пероксидазы, активность ПОЛ в растительных тканях в первые часы опыта снижалась (рисунок). Минимальное накопление МДА в корнях ячменя было отмечено через 3 ч, а в листьях – через 5 ч после действия МФК. По-видимому, снижение концентрации МДА в первые часы связано с активацией компонентов системы антиоксидантной защиты, которые инактивируют АФК и препятствуют перекисидации липидов. Только на вторые сутки после действия МФК активность процессов ПОЛ в корнях растений была выше на 20%, а для листьев уровень МДА до конца периода наблюдений не превысил 70% от контроля.

Известно, что свободнорадикальные процессы, в том числе и ПОЛ, приводят к нарушению барьерных свойств клеточных мембран. Установлено, что через 36 и 48 ч после инкубации растений на МФК происходит возрастание выхода электролитов из корней растений на 15 и 50% соответственно по сравнению с контролем. Увеличение выхода электролитов может свидетельствовать о временном повышении проницаемости мембран либо о нарушении мембранной проводимости (Коваль, 1974).

Таким образом, нами изучено развитие окислительных процессов в растительных тканях под действием МФК (0.01 моль/л). В течение первых часов после действия МФК отмечено возрастание активности пероксидазы и снижение интенсивности процессов ПОЛ как в корнях, так и в листьях растений. Выявлено, что корневая



Изменение активности пероксидазы и интенсивности ПОЛ в листьях (А) и корнях (Б) ячменя под влиянием МФК.

система растений более чувствительна к действию МФК, что проявилось в большей амплитуде колебаний активности пероксидазы и интенсивности процессов перекисного окисления липидов. Развитие окислительных повреждений в тканях привело к нарушению барьерных функций мембран и увеличению выхода электролитов из корней опытных растений. В листьях опытных растений также отмечали активацию окислительных процессов, но она была выражена в меньшей степени. В листьях в ответ на действие МФК происходило накопление каротиноидов, выполняющих протекторную функцию. Активация окислительных процессов в растительных тканях может быть результатом нарушения метилфосфоновой кислотой баланса между образованием АФК, возможностью их ликвидации антиоксидантной системой. Во многих случаях под влиянием органических ксенобиотиков в клетках возрастает активность окислительных процессов, в ходе которых происходит окислительная деструкция поллютантов. Возможно, повышение уровня АФК в растительных тканях направлено на окислительную биотрансформацию экзогенной МФК.

ЛИТЕРАТУРА

Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2002. 208 с.

Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

Огородникова С.Ю., Головки Т.К. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновую кислоту. Сыктывкар, 2004. 24 с.

Рогожин В. В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. СПб.: ГИОРД, 2004. 240 с.

Коваль С.Ф. Исследования свойств клеточных мембран и устойчивости растений по вымываемости электролитов // Известия Сибирского отделения АН

СССР. Сер. Биол. наук, 1974. № 15. Вып. 3. С. 161-167.

Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода: учебное пособие. М.: КДУ, 2007. 140 с.

Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154-170.

ТЕСТИРОВАНИЕ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРООРГАНИЗМОВ

Г.В. Одемчук, П.Ю. Галицкая, С.Ю. Селивановская

Казанский государственный университет имени В.И. Ульянова-Ленина

E-mail: cabrina1988@rambler.ru

Загрязнение окружающей среды является важнейшей экологической проблемой настоящего времени. Одним из наиболее действенных путей выхода из сложившейся кризисной ситуации является разумное использование природных богатств и осуществление контроля за загрязнением природных сред, для которого в первую очередь, необходима информация о степени опасности загрязняющих веществ для окружающей среды, прежде всего, токсичности отходов.

Наиболее сложны для анализа плотные многокомпонентные объекты, такие как почва, бытовые и промышленные отходы, а также новые вещества и материалы, поступающие в производство (Латыпова и др., 2002; Malkomes, 2006).

В настоящее время для оценки состояния плотных многокомпонентных сред все чаще используются биологические методы экологического контроля, основанные на реакции живых организмов. Следует подчеркнуть обоснованность ориентации экологического нормирования вредных воздействий и диагностики экологического качества природных экосистем на современном этапе на биологические показатели. Аналитический контроль загрязнения природных и техногенных объектов, проводимый химическими методами, показывает лишь наличие «маркеров» – определенных концентраций загрязнителей. Эта информация имеет крайне ограниченное значение для прогноза структурно-функциональных изменений биоты и оценки состояния живых организмов, а следовательно, экосистемы в целом. Биологические методы, как правило, обладают высокой чувствительностью, улавливают более низкие концентрации веществ, чем аналитические датчики, к тому же, по информативности для последствий вредного воздействия, в частности, отходов на окружающую природную среду превосходят физико-химические методы анализа (Терехова, 2003).

Одно из перспективных направлений в оценке плотных многокомпонентных сред – применение контактных методов биотестирования, которые предполагают непосредственный кон-

такт тест-объекта с образцом, без получения водной вытяжки (элюата) (Abbondanzi et al., 2003).

В настоящее время такие методы разработаны в основном для высших растений и животных, тогда как методы с использованием микроорганизмов – основных агентов круговоротов элементов – в России отсутствуют, а в Европейском Союзе и США находятся в стадии разработки (Feisthauer, 2005).

Микроорганизмы – чувствительные индикаторы, способные наиболее быстро реагировать на малейшие изменения условий обитания. Достоинства микробиологических тестов обусловлены следующими причинами. Благодаря небольшим размерам микробные клетки имеют относительно большую поверхность контакта с окружающей средой, что определяет их высокую чувствительность к происходящим в ней изменениям. Высокие скорости роста и размножения микроорганизмов дают возможность за сравнительно короткий срок проследить за воздействием любого неблагоприятного фактора на протяжении десятков и даже сотен поколений. К тому же они компактны и в большинстве случаев не требуют значительных материальных затрат для поддержания жизнедеятельности. Функции микроорганизмов и их повсеместная распространенность позволяют использовать их в качестве хорошего индикатора состояния (загрязнения) окружающей среды, а также для первичной оценки с целью определения направлений дальнейших исследований.

К наиболее чувствительным тест-объектам относятся почвенные микроорганизмы. Почвенная микрофлора – один из основных агентов круговорота многих химических элементов. Именно поэтому микроорганизмы почв представляют большой интерес в экотоксикологических исследованиях (Ronnepagel et al., 1998).

В последнее время в зарубежной практике в исследованиях острой токсичности проб широкое распространение получило новое поколение биотестов, воплощенное в виде коммерческих продуктов, – токсикиты (Toxkit). Toxkit содержит все материалы для выполнения биотести-

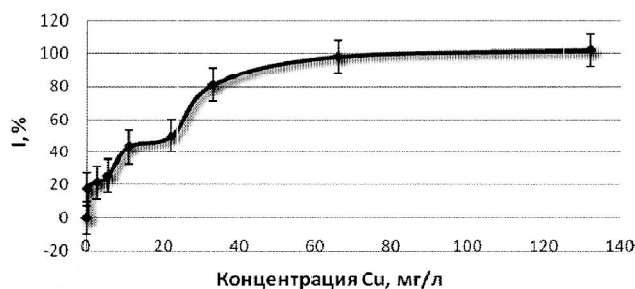


Рис. 1. Ингибирование *B. pumilus* KM-21 в присутствии растворов меди с использованием в качестве тест-функции дегидрогеназной активности.

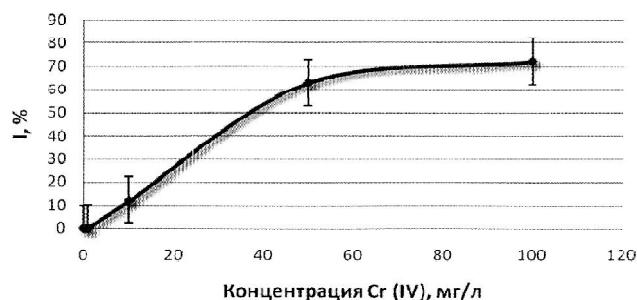


Рис. 2. Ингибирование *B. pumilus* KM-21 в присутствии растворов хрома (IV) с использованием в качестве тест-функции дегидрогеназной активности.

рования: тест-организмы в анабиотическом состоянии (культуры водорослей, эфиппиумы дафний, яйца артемии, покоящиеся яйца коловраток и т.д.), необходимые приспособления, посуду и среды для культивирования. Это позволяет проводить испытания токсичности по коротким, четким инструкциям не только узким специалистам. Применение токситов не требует трудоемких лабораторных работ и гарантирует достоверность получаемых результатов. В нашей стране также появились компании, готовые производить и реализовывать аналоги таких токситов или готовых лабораторий биотестирования, но пока они немногочисленны и не очень доступны (Терехова, 2003).

Исходя вышесказанного, цель наших исследований – разработка методики контактного микробного биотестирования с использованием микроорганизмов и подготовка данных для создания коммерческого теста на ее основе.

На наш взгляд, в качестве тест-объекта целесообразно использовать микроорганизмы, относящиеся к роду *Bacillus*, представители которого являются типичными обитателями микрофлоры плотных сред, в частности почв. Кроме того, бациллы играют существенную роль в круговороте биогенных элементов.

В своих исследованиях мы использовали бактерию *Bacillus pumilus* KM-21, так как уровень дегидрогеназной активности, используемой нами в качестве тест-функции, у нее достаточно высок. Фермент дегидрогеназа играет существенную роль в циклах макроэлементов и может использоваться в качестве тестовой функции при биотестировании, так как любое воздействие, изменяющее метаболическую активность клеток, влияет также на уровень дегидрогеназной активности (Malkomes, 2006).

Объектами тестирования являлись водные растворы стандартных токсикантов – Cu и Cr (IV). По результатам проведенных исследований медь показала дозо-зависимый эффект в отношении *B. pumilus* KM-21. EC_{50} составила 31.5 мг/л (рис. 1). *B. pumilus* KM-21 оказалась также чувствительной и к хрому: EC_{50} – 55.8 мг/л (рис. 2).

Представляет большой интерес сравнить полученные данные с характеристиками других представителей рода *Bacillus*.

Данные о результатах биотестирования токсичных сред контактными методами крайне малочисленны. Так, например, в публикации О.В. Мосина, посвященной адаптации клеток к тяжелой воде, в частности теста с *B. subtilis*, приведены значения EC_{50} для хрома – 89 мг/л, и указано, что хром в концентрации 150 мг/л вызывает 70% ингибирование дегидрогеназной активности *B. subtilis* (Мосин, 2005). Однако по результатам наших экспериментов уже концентрация хрома 100 мг/л вызывает 72% ингибирование дегидрогеназной активности *B. pumilus* KM-21.

При сравнении EC_{50} для водного раствора меди, полученного в предлагаемом нами тесте, с аналогичными данными литературы, мы обнаружили достаточно высокую чувствительность первого. Чувствительность теста в отношении водного раствора меди на основе ингибирования дегидрогеназной активности *B. pumilus* KM-21 (EC_{50} = 31.5 мг меди/л) оказалась почти в два раза выше по сравнению с тестом, основанным на ингибировании дегидрогеназы *B. amyloliquefaciens* (EC_{50} = 56 мг меди/л) (Мосин, 2005).

Таким образом, анализ данных литературы и полученные нами результаты позволяют сделать заключение о высокой чувствительности разрабатываемого нами контактного метода биотестирования с использованием в качестве тест-объекта *B. pumilus* KM-21, на основании чего мы можем сделать вывод и о том, что применение микроорганизмов для оценки интегральной токсичности отходов и создание на их основе комплексной системы чувствительных, достоверных и экономичных биотестов является перспективной областью исследований.

ЛИТЕРАТУРА

Латыпова В.З. Региональное нормирование антропогенных нагрузок на природные среды / С.Ю. Селивановская, Н.Ю. Степанова, Р. И. Винокурова. Казань: Фэн, 2002.

Терехова В.А. Биотестирование как метод определения класса опасности отходов // Экология и промышленность России, 2003. № 12.

Мосин О.В. Тяжелая вода и адаптация клеток к ней. М.: Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, 2005.

Abbondanzi F. Optimization of a microbial bioassay for contaminated soil monitoring: bacterial inoculum standardisation and comparison with Microtox® assay / F. Abbondanzi, A. Cachada, T. Campisi et al. // Chemosphere, 2003. № 53.

Feisthauer N. Effects of metal-contaminated forest soils from the Canadian shield to terrestrial organisms / N. Feisthauer, G.L. Stephenson, J.I. Princz, R.P. Scroggins // Environmental Toxicology and Chemistry, 2005. № 25.

Malkomes H.P. Mikrobiologisch – oekotoxikologische Bodenuntersuchungen von zwei Unkrautbekämpfung mit hohen Dosierungen eingesetzten Fettsäure-Herbiziden. Umweltchemie und Oekotoxikology, 2006. № 18 (1).

Ronnepagel K. Asking for indicator function of bioassays evaluating soil contamination: are bioassays results reasonable surrogates of effects on soil microflora? / K. Ronnepagel, E. Janssen, W. Ahlf // Chemosphere, 1997/1998. Vol. 36. № 6.

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОБЕГОВ ЛИСТВЕННИЦЫ

Н.В. Паутова

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: pautova@ib.komisc.ru

В кронах представителей хвойных одновременно присутствуют побеги нескольких поколений, находящиеся на разных стадиях онтогенеза. Классифицируются они на основании различных принципов: по типу формируемого зачатка, длине междоузлий, месту возникновения, положению в пространстве. У лиственниц, как и других представителей голосеменных, помимо вегетативных побегов нормального типа, т.е. ежегодно вырастающих из перезимовавших материнских почек, при определенных условиях могут формироваться побеги с совершенно иной сезонной ритмикой. К их числу относятся побеги восстановления (дополнения), пролептические (ивановы) и силлептические побеги. Пролептические побеги развиваются из терминальных и латеральных материнских почек прироста текущего года, трогающихся в рост после очень непродолжительного периода летнего покоя. Такая их дифференцировка связана с разнообразием действия экзо- и эндогенных факторов на меристематические конусы нарастания почек (Цельникер и др., 2000). Изучению изменчивости морфологических признаков надземных ассимилирующих органов лиственниц посвящена обширная литература. Основная часть этих исследований имеет региональный характер, однако, полученные авторами данные позволили внести много нового в познание биологии представителей этого рода. Менее изучены до настоящего времени остаются вопросы по исследованию особенностей побегообразования у лиственниц, произрастающих на территории европейского Северо-Востока.

Цель работы – изучение структурной организации пролептических побегов лиственницы сибирской в подзоне средней тайги. В наши задачи входило изучение их морфолого-анатомических особенностей и динамики линейного и радиального роста, выявление особенностей их развития в кроне. Исследования побеговых структур лиственницы сибирской проводили в 1998-2009 гг. на постоянной лесосеменной плантации Сыктывкарского участкового лесничества, расположенной в подзоне средней тайги (61°54'

с.ш. и 50°37' в.д., абсолютная высота – 119 м над ур. м.), в 28 км к северу от г. Сыктывкар.

Пролептические побеги наиболее часто встречаются у молодых двух-пятилетних сеянцев, а в более старшем возрасте преимущественно у хорошо развитых лиственниц. В подзоне средней тайги начало их развития наблюдается, как правило, в конце II декады июля. В тронувшейся в рост почке внутренние, заложенные ранее покровные чешуйки, за исключением верхних опробковевших к этому времени, развиваются в хвою, а междоузлия их сильно вытягиваются, образуя вторичный ростовой побег. В этот период конус нарастания проявляет усиленную деятельность, последовательно закладывая зачатки листовых примордиев, пазушные почки, а затем и покровные катафиллы терминальной почки новой генерации. Анализ данных ежегодной динамики развития пролептических побегов показал, что их максимальный суточный прирост по длине приходится на вторую-третью, а по массе – на третью-пятую недели роста (рис. 1). Продолжительность линейного роста побегов в среднем составляет от 21 до 35 сут. К его окончанию у приростов уже наблюдается лигнификация оснований. Их радиальный рост завершается в последней пятидневке августа, а в более благоприятные для развития вегетационные периоды – I декаде сентября. Установлено, что значения морфометрических показателей пролептических побегов детерминированы погодными условиями второй половины вегетационного периода. Так, длина побегов в наибольшей степени зависит от среднесуточной температуры воздуха в III декаде июля, а также от количества выпавших осадков в I декаде августа (рис. 2). Высокая сопряженность между их массой и данными климатическими показателями наиболее четко выражена в I-II декадах августа. Немаловажную роль в онтогенезе этих побегов, особенно в период закладки листовых зачатков, играет влажность воздуха.

Максимальные значения коэффициента детерминации по данному фактору приходятся на четвертую-пятую пятидневки июля. Одревесне-

ние побегов по всей длине отмечается в III декаде месяца. К окончанию развития наибольшим числом в кроне были представлены белосоломенные побеги, и лишь 17% побегов имели охренную окраску. Наличие опущения в базальной части вторичных приростов лиственницы было установлено лишь в 2002 г., вегетационный период которого оказался наименее благоприятным для роста и развития растений. Показатели охвоенности летних побегов по вертикальному профилю кроны в годы исследований оказались весьма вариативны и детерминированы возрастом ветвей. Наибольшие значения длины побегов и аксиллярной хвои, а также количества хвоинок на 1 см² длины прироста отмечено в аномально теплых 2003 и 2005 гг. Увеличение этих показателей в кроне происходит в акропетальном направлении, что наиболее четко проявляется у лиственниц более старшего возраста. Ветви нижних ярусов крон испытывают недостаток в освещении, снабжении продуктами фотосинтеза и другими питательными веществами, что, несомненно, сказывается на развитии меньшего объема хвои и морфоструктуре их побегов (Паутова, 2002).

Динамика развития пролептических ауксибластов лиственницы характеризуется изменением их анатомической структуры и соотношения основных тканей, что наиболее четко проявляется в фазе активного линейного роста. В этот период относительный объем покровных тканей, ксилемы и сердцевины увеличивается до 7.6, 9.8 и 8.7% соответственно (см. таблицу). Сердцевинная паренхима по площади сечения изменяется не пропорционально увеличению общей площади сечения активных тканей, что является показателем неравнозначности ее роли при формировании побегов с различной скоростью роста. Паренхимная зона как первичная опорная структура занимает наибольший объем площади сечения стебля, достигая максимальных значений в начальный период развития побегов. Однако доля паренхимы первичной коры и листовых подушек по мере роста стебля снижается, что также наблюдается и в камбиальной зоне. Дифференциация пролептических побегов по анатомическому строению проявляется и по ярусам кроны (рис. 3). Ауксибласты верхних ярусов имеют наибольшие значения относительного объема флоэмы и ксилемы, а покровных тканей, паренхимы первичной коры и листовых подушек – в нижней части кроны. Абсолютная площадь сечения флоэмы в сравнении с ксилемой варьирует в меньшем диапазоне и проявляет признаки пропорциональной зависимости от площади сечения активных тканей. Отношение площадей сечения флоэмы к ксилеме уменьшается по кроне акропетально. По направлению к нижним ярусам кроны относительная площадь сечения камбиальной зоны возрастает, что указывает на действие в побегах механизмов, обеспечивающих поддержание необходимых объемов этой жизненно важной структуры.

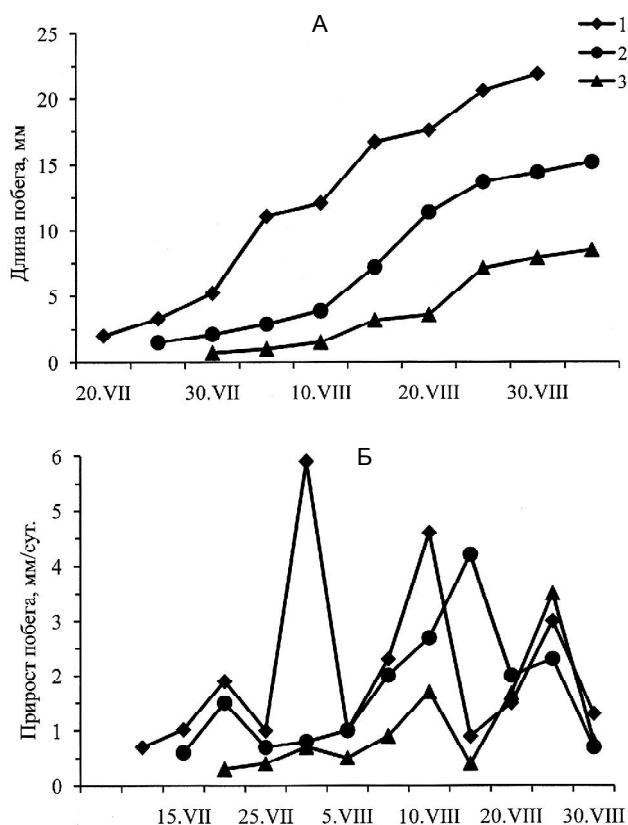


Рис. 1. Динамика линейного роста (А) и прироста (Б) побегов в верхней (1), средней (2) и нижней (3) частях кроны лиственницы.

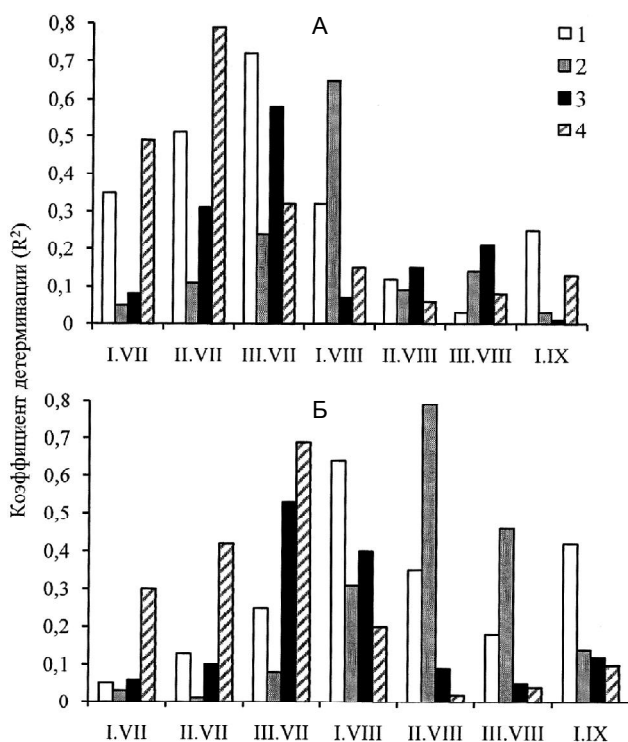


Рис. 2. Зависимость длины (А) и массы (Б) побега от среднесуточной температуры воздуха (1), суммы осадков (2), влажности воздуха (3) и суммы эффективных температур (4) по декадам месяца наблюдений.

Площади тканей на поперечном срезе стебля пролептического побега лиственницы сибирской

Показатели	Начало роста	Активный рост	Окончание линейного роста	Окончание радиального роста
Площадь поперечного среза	5.31 (100)	9.87 (100)	18.43 (100)	21.56 (100)
Покровные ткани	0.27 (5.0)	0.75 (7.6)	1.68 (9.1)	2.22 (10.3)
Паренхима первичной коры	1.78 (33.4)	2.74 (27.8)	4.68 (25.4)	5.24 (24.3)
Паренхима листовых подушек	1.89 (35.1)	3.35 (33.9)	5.93 (32.2)	6.77 (31.4)
Флоэма	0.11 (2.1)	0.32 (3.2)	0.68 (3.7)	0.86 (4.0)
Камбиальная зона	0.21 (4.1)	0.29 (3.0)	0.45 (2.4)	0.49 (2.3)
Ксилема	0.15 (2.8)	0.97 (9.8)	2.65 (14.4)	3.38 (16.7)
Сердцевина	0.37 (7.0)	0.86 (8.7)	1.65 (10.0)	1.89 (8.8)
Смоляные каналы	0.53 (10.0)	0.59 (6.0)	0.70 (2.8)	0.71 (2.3)

Примечание. Даны значения абсолютной площади тканей, мм²; в скобках – относительной площади, %.

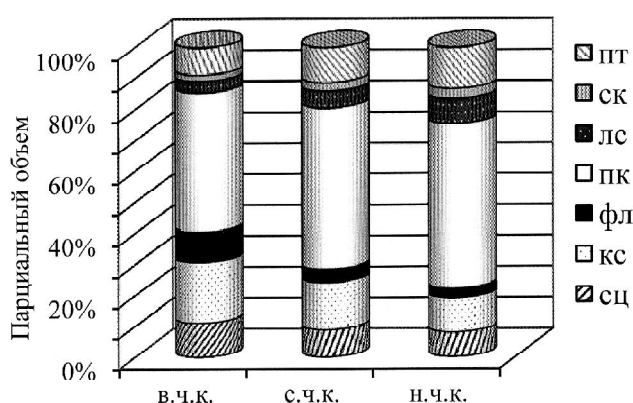


Рис. 3. Парциальный объем тканей на поперечном срезе стеблей пролептических побегов в верхней (в.ч.к.), средней (с.ч.к.) и нижней (н.ч.к.) частях кроны. ПТ – покровные ткани, СК – смоляные каналы, ЛС – лиственный след, ПК – паренхима коры, ФЛ – флоэма, КС – ксилема, СЦ – сердцевина.

В последующую вегетацию пролептические побеги, как правило, имеют аналогичные ростовым побегам сроки и особенности развития. Погодичная динамика роста их стеблевых структур сопровождается изменением объемного соотношения тканей. С увеличением возраста площадь сечения и количество смоляных ходов существенно возрастает, относительный объем сердцевинной и первичной коры заметно сокращается, а ксилемы и флоэмы – увеличивается. Площадь поперечного сечения смоляных каналов, показатели относительных и абсолютных площадей покровных тканей стеблей побегов

увеличиваются из года в год от основания к вершине кронового пространства. Различия в объеме тканей ауксибластов по вертикальному профилю кроны непосредственно связаны с количеством и размерами образующих их клеток. Гистологические показатели основных тканей побегов свидетельствуют об увеличении числа слоев клеток сердцевинной и коровой паренхимы в направлении к верхней части кроны, что в определенной мере может служить показателем интенсивности потоков ассимилятов и воды в них, а также нормального развития структурных элементов осевых органов.

При обзоре имеющихся литературных данных мы пришли к выводу, что мнение о развитии пролептических побегов у хвойных до настоящего времени остается спорным. Одни авторы рассматривают его как закономерное явление, обусловленное внутренними, наследственными свойствами этих растений. По мнению других, развитие пролептических побегов у сосновых зависит от их систематического положения. Имеются сведения, что способность этих пород к вторичному росту реализуется под воздействием внешних факторов, вызывающих нарушение нормальной жизнедеятельности растительного организма. Таким образом, вопрос о причинах образования пролептических побегов у хвойных остается открытым, а авторы вольны придерживаться той или иной точки зрения. В нашей работе мы склонны считать, что необходимым условием для их развития является наличие в почках запаса питательных веществ, что может быть связано либо с благоприятными условиями их накопления, либо с неполным расходом в процессе роста ауксибласта текущей вегетации.

ЛИТЕРАТУРА

- Паутова Н.В. Структура кроны лиственницы сибирской // Лесоведение, 2002. № 4. С. 3-13.
 Цельникер Ю.Л., Корзухин М.Д., Зейде Б.Б. Морфологические и физиологические исследования кроны деревьев (литературный обзор). М.: Мир Урании, 2000. С. 15.

ЭКОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНСОРТИВНЫХ СВЯЗЕЙ СЕРПУХИ ВЕНЦЕНОСНОЙ (*SERRATULA CORONATA* L.)

С.В. Пестов, К.Г. Уфимцев, Д.А. Лобов*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: pestov@ib.komisc.ru, ufimtzev@ib.komisc.ru

* Сыктывкарский государственный университет

E-mail: lobovdaniil@rambler.ru

В природе между растениями и насекомыми-фитофагами возникают избирательные пищевые связи, которые формируют в экосистемах комплексы взаимосвязанных видов – консорции. Значительный вклад в формирование трофических связей вносят вторичные метаболиты растений, являясь аттрактантами или детеррентами насекомых-фитофагов. Некоторые из них могут обладать гормональной активностью. Гормоны линьки насекомых – экдистероиды были открыты немецкими биохимиками Бутенандтом и Карлсоном (Butenandt, Karlson, 1954), а несколько позднее эти соединения были обнаружены в растениях (Nakanishi et al., 1966). Одним из наиболее перспективных продуцентов фитоэкдистероидов является серпуха венценосная (*Serratula coronata* L.) – многолетнее растение из семейства сложноцветных (Asteraceae). Содержание 20-гидроксиэкдизона (20E) в надземной части растений колеблется от 0.7 до 3% (Чадин, 2000; Экдистероиды..., 2001). В настоящее время ведутся работы по интродукции серпухи венценосной в качестве кормовой культуры и источника биологически активных веществ (Интродукция..., 2008). В природе любой организм взаимодействует со своим абиотическим и биотическим окружением. Помимо климатических и эдафических факторов, обычно учитываемых при интродукции, важным является выявление консортивных связей между видами. В практическом плане большой интерес представляет определение роли насекомых двух групп: фитофагов и опылителей. Значение насекомых-фитофагов для растения неоднозначно. С одной стороны, можно говорить об отрицательном воздействии фитофагов на растения, поскольку они отчуждают часть фитомассы. С другой – биоповреждения могут приводить к индукции биосинтеза вторичных метаболитов, что имеет важное практическое значение.

Цель настоящего исследования – изучить структуру консорции и эколого-биохимические особенности формирования консортивных связей серпухи венценосной.

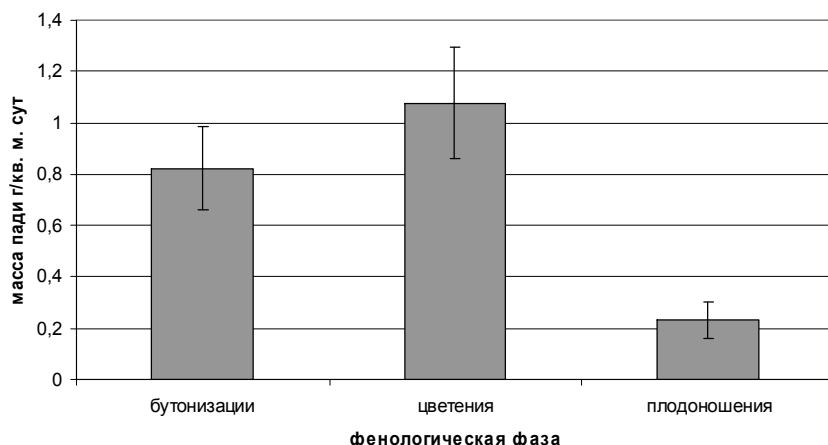
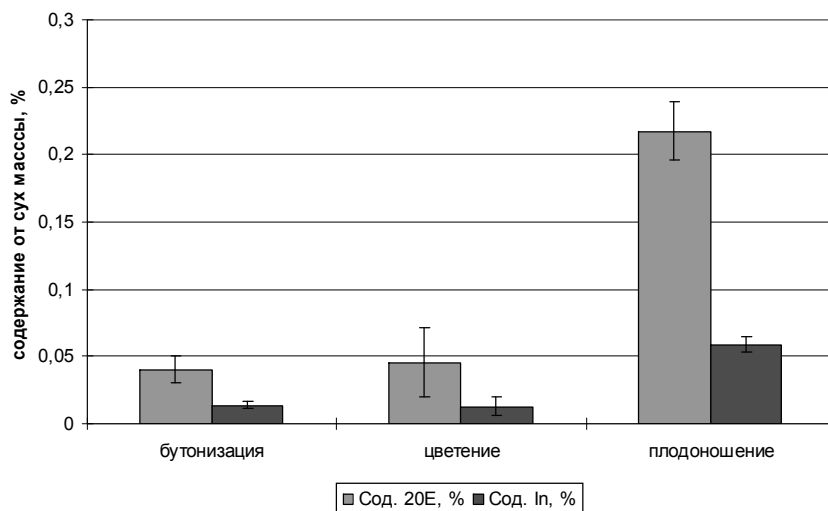
Исследования проводились в июле-августе 2006-2009 гг. на опытных полях серпухи венценосной в окрестностях г. Сыктывкар. Насекомых собирали кошением энтомологическим сачком по растениям, осмотром растений и ручным сбором. Учет опылителей проводился в течение 10-минутного интервала. Наблюдения за поражаемостью растений проводились с 17 июня по 9 сентября 2009 г. Степень поражения рас-

тений выражали в процентах. Осуществлялся подсчет числа тлей на одно растение, и проводился сбор пади. Падь собирали с помощью полимерных дисков диаметром 9 см, укрепленных на генеративных побегах ниже участков, пораженных тлями, с 15 растений ежедневно. Диски с падью взвешивали. Падь с дисков смывали дистиллированной водой, воду отгоняли в вакууме на ротормном испарителе для дальнейшего качественного и количественного анализа пади на содержание экдистероидов и сахаров. Для определения динамики численности тли ежедневно производился их подсчет на каждом из 15 экспериментальных растений.

По ранее опубликованным (Пестов, Володин, 2007) и дополнительным данным видовой состав консортивного комплекса серпухи включает 48 видов насекомых из 19 семейств и семи отрядов. Два семейства – Acroceridae (Diptera)? и Aphidiidae (Hymenoptera) – впервые обнаружены в фауне Республики Коми. Основным фитофагом серпухи является тля *Uroleucon jaceae* L. Другими фитофагами серпухи венценосной являются долгоносики *Chlorophanus viridis* (L.), *Phyllobius* sp., *Cassida vibex* L. и личинки мух-пестрокрылок. Опылители серпухи венценосной в условиях интродукции – три группы насекомых: медоносные пчелы (*Apis mellifera* L.), шесть видов шмелей (*Bombus*) и 17 видов мух-журчалок (Syrphidae). Тлей *Uroleucon jaceae* питаются личинки и имаго божьих коровок *Adalia bipunctata* (L.), *A. septempunctata* L. и *Anisosticta novemdecimpunctata* (L.), личинки и имаго златоглазок *Chrysopa perla* (L.), личинки мух-журчалок родов *Sphaerophoria* и *Syrphus*. По нашим наблюдениям, последние являются хозяевами наездников-ихневмонид (Ichneumonidae) и круглых червей из семейства Mermitidae. Кроме того, в сборах отмечены хищные клопы из семейства Nabidae, мушки-зеленушки Dolichopodidae, которые являются неспециализированными хищниками.

Наибольшая продуктивность пади наблюдалась в период цветения (рис. 1). Рассчитано, что за сезон тли выделяют массу пади ~280 кг/га. Содержание основных экдистероидов 20-гидроксиэкдизона и инокостерона резко увеличивается в пади тли в период плодоношения серпухи (рис. 2).

Определяли содержание экдистероидов в стеблях растения пораженных тлей и пади. Непосредственно определить содержание экдистероидов в пади мы пока не смогли, поэтому их кон-

Рис. 1. Изменение продуктивности пади *Uroleucon jaseae* L. на серпухе.Рис. 2. Изменение содержания 20-гидроксиэктизона (20E) и инокостерона (In) в пади *Uroleucon jaseae* L.

центрация во флоэмном соке была рассчитана со следующими допущениями: синтез эктистероидов происходит в листьях (Greibenok, Adler, 1991), содержание воды в стеблях серпухи – 73%, воды в пади – 18, эктистероиды содержатся в основном во флоэме, различие в содержании воды в разных тканях растений не значимо. По нашим расчетам, содержание 20E в пади уменьшается в 40 раз в фазу цветения и в два-три раза в фазу плодоношения по сравнению с флоэмным соком.

На основании полученных результатов и анализа данных литературы можно предположить, что у *Uroleucon jaseae* L. имеется ряд механизмов, обеспечивающих адаптацию к высокому содержанию эктистероидов: 1) небольшая часть эктистероидов проходит через организм тли транзитом, 2) эктистероиды могут использоваться тлей на собственные нужды как регуляторы жизненных процессов, 3) большая часть эктистероидов либо подвергается разрушению, либо путем конъюгации некоторыми органическими соединениями переходит в неактивное состояние.

ЛИТЕРАТУРА

Интродукция на европейском Северо-Востоке / В.П. Мишуров, В.Г. Зайнуллин, Г.А. Рубан и др. Сыктывкар, 2008. 192 с.

Пестов С.В., Володин В.В. Насекомые консортивного комплекса *Serratula coronata* L. в условиях интродукции (средняя тайга Республики Коми) // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. Киров, 2007. Вып. V. Ч. 2. С. 261-264.

Чадин И.Ф. Эктистероидсодержащие растения европейского Северо-Востока России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2001. 25 с.

Фитоэктистероиды / Под ред. В.В. Володиной. СПб.: Наука, 2003. 293 с.

Butenandt A., Karlson P. Über die Isoilierung eines Metamorphose-Hormone der Insecten in kristallisier Form // Z. Naturforsch., 1954. Bd 9b. № 6. S. 389-391.

Greibenok R., Adler J.H. Ecdysteroid distribution during development of spinach // Phytochemistry, 1991. Vol. 30. № 9. P. 2905-2910.

Nakanishi K., Koreeda M., Sasaki S. et al. The structure of ponasteron A an insect moulting hormone from the leaves of Podocarpus nakaii Hay. // Chem. Commun., 1966. P. 915-917.

САХАРА КАК НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ АНТИОКСИДАНТЫ ПРИ ХОЛОДОВОМ СТРЕССЕ

М.С. Синькевич

Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН

E-mail: sinkevich_m@mail.ru

Как известно, у растений одним из самых ранних последствий стресса, в том числе низкотемпературного, является увеличение скорости образования так называемых активных форм кислорода (АФК). Такое накопление высокоак-

тивных соединений приводит к возникновению каскада свободно-радикальных реакций и называется окислительным стрессом, который считается одной из первопричин повреждения белков и ДНК, а также увеличения проницаемости мембран (Трунова, 2007).

Известно, что система противодействия окислительному стрессу состоит из двух компонентов: антиоксидантных ферментов и низкомолекулярных веществ-антиоксидантов. На основании общепринятых представлений, базирующихся на исследованиях, главным образом, теплолюбивых растений, ведущая роль в защите растений от АФК принадлежит антиоксидантным ферментам (супероксиддисмутазе, каталазе, пероксидазе и др.), а также широкому спектру низкомолекулярных антиоксидантов (аскорбату, глутатиону, каротиноидам и т.д.).

В последнее время особенно актуальны исследования, касающиеся метаболизма и специфических антиоксидантных свойств низкомолекулярных соединений, концентрация которых при стрессе возрастает. Так, способности к перхвату радикальных АФК были выявлены у полиаминов, стероидов, полиспиртов и фенолов. Но при изучении низкотемпературного стресса наибольший интерес представляют данные о непосредственном проявлении антиоксидантных свойств растворимыми углеводами, что было обнаружено в химических модельных экспериментах (Аверьянов, Лапикова, 1989).

Особенности окислительного стресса и антиоксидантной системы при охлаждении холодостойких растений, к которым относится картофель, в отличие от теплолюбивых, изучены недостаточно. При этом роль растворимых сахаров в связи с окислительным стрессом, индуцированным гипотермией, почти не рассматривается. В свете вышеизложенного, растения картофеля с измененным углеводным метаболизмом могут служить перспективной моделью для изучения окислительного стресса у холодостойких растений.

Ранее нами было показано, что у растений картофеля экспрессия введенного гена инвертазы дрожжей (апопластная локализация фермента) приводила к снижению оттока сахаров из клеток листьев и, как следствие, их накоплению в фотосинтезирующих тканях, что способствовало повышению холодостойкости по сравнению с нетрансформированным контролем. Кроме того, трансформанты проявляли и более высокую устойчивость к развивающемуся при гипотермии окислительному стрессу. На основании этого нами было выдвинуто предположение о более эффективной антиоксидантной системе ВЗЗ-*inv* растений и возможной роли сахаров в качестве низкомолекулярных антиоксидантов. В связи с этим представляет интерес изучить возможность участия растворимых углеводов в нейтрализации окислительного стресса в качестве низкомолекулярных перехватчиков АФК.

В представленной работе были использованы растения картофеля (*Solanum tuberosum* L. cv. Desiree), трансформированные вектором, несущим ген дрожжевой инвертазы (*inv*), находящийся под контролем промотора пататина ВЗЗ

класса I и содержащий последовательность лидерного пептида ингибитора протеиназы II для обеспечения апопластной локализации фермента (ВЗЗ-*inv* растения). Контролем служили нетрансформированные растения того же сорта. Растения были получены в результате совместной работы сотрудников Института молекулярной физиологии растений им. Макса Планка (Гольм, Германия) и Лаборатории сигнальных систем контроля онтогенеза им. М.Х. Чайлахяна ИФР РАН. Растения размножали микрооченкованием и выращивали *in vitro* в камере Фитотрона ИФР РАН при температуре 22 °C и 16-часовом фотопериоде (100 моль квантов/м²с) на агаризованной питательной МС-среде, содержащей 2% сахарозы. Для исследований использовали листья без черешков, взятые из средней части пяти растений в возрасте шести недель. Окислительный стресс инициировали, помещая растения в пробирках (без ватно-марлевых пробок) в холодильную камеру с температурой -7 °C на различные промежутки времени (30-60 мин.).

Активность цитозольной фракции СОД определяли по методу (Kumar, Knowles, 1993). За единицу активности принимали 50%-ное ингибирование образования формазана. Активность СОД выражали в единицах активности на грамм сырой массы листьев. Содержание перекиси водорода (H₂O₂) измеряли по цветной реакции с хлоридом титана (TiCl₄), согласно методу, описанному в работе (Kumar, Knowles, 1993). Содержание H₂O₂ рассчитывали по стандартной калибровочной кривой концентрации перекиси водорода в ацетоне (от 0.1 до 1.0 mM). Активности каталазы и пероксидазы определяли согласно методам (Kumar, Knowles, 1993) и выражали в ммоль разложившейся перекиси/г сырой массы в минуту. Скорость образования супероксида (O₂⁻), определяли по методу (Kumar, Knowles, 1993) и выражали в единицах оптической плотности·10⁻³ в минуту. Содержание сахаров определяли согласно методу (Туркина, Соколова, 1971). Данные обработаны с использованием программы «ttest» и графопостроителя «Origin Pro 7.5» со встроенным статистическим анализом (применяли критерий Стьюдента, P = 0.05). На рисунках представлены средние значения для пяти биологических повторностей и их стандартные ошибки.

Как было показано ранее, у охлажденных ВЗЗ-*inv* растений картофеля, обогащенных сахарами в результате трансформации геном дрожжевой инвертазы, повреждения мембран, оцениваемые по накоплению малонового диальдегида и выходу электролитов, были слабее, чем у нетрансформированного контроля (Deryabin et al., 2005). На основании этих данных было выдвинуто предположение, что причиной выявленных различий являлись более низкие скорости образования и накопления АФК. Для проверки этой гипотезы были проанализированы скорость образования O₂⁻ (рис. 1А) и содержание перекиси (рис. 1Б) у обоих генотипов.

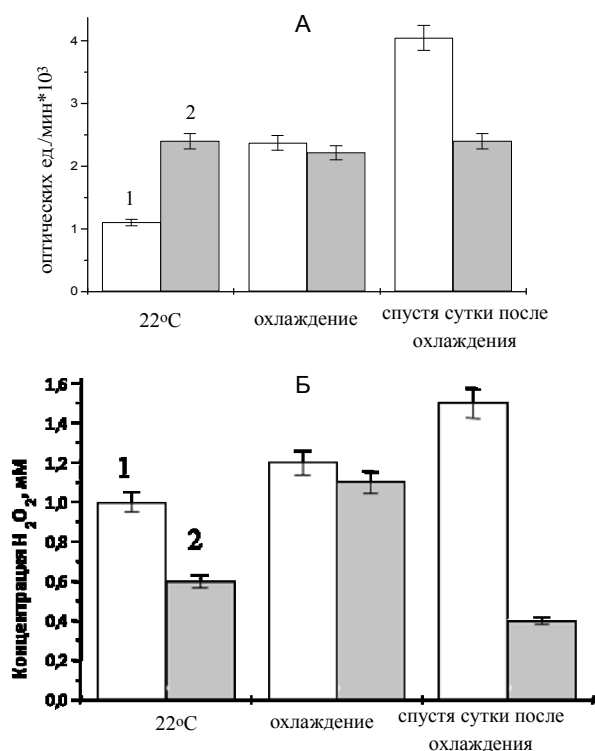


Рис. 1. Скорость генерации O_2^- (А) и концентрация перекиси водорода (Б) у контрольных (1) и B33-*inv* растений (2) после -7°C , 30 мин.

Показано, что в условиях, благоприятных для роста, значения скорости генерации O_2^- в листьях трансформированных растений значительно выше, чем у контроля. При этом уровни активности СОД у обоих генотипов практически одинаковы и составлял около 40 ед. акт./г сырой массы. Следует обратить внимание на различия в содержании перекиси водорода, которая является продуктом дисмутации. Конститутивная (при 22°C) концентрация перекиси водорода в листьях контрольных растений равнялась примерно 1 ммоль, а у B33-*inv* растений была значительно ниже – 0.6 ммоль. Этому сопутствовали более низкие уровни активностей ферментов, расщепляющих перекись: как активности каталазы, так и пероксидазы у трансформированных растений были почти вдвое ниже, чем у контрольных (рис. 2).

В результате действия охлаждения наблюдали возрастание содержания перекиси водорода у обоих генотипов примерно до величины в 1.25 ммоль. После возвращения в оптимальные для роста условия концентрация H_2O_2 у контроля продолжала возрастать и увеличилась до 1.55 ммоль, в то время как у B33-*inv* растений снизилась более чем вдвое. Активности каталазы и пероксидазы при охлаждении менялись сходным образом у обоих исследуемых генотипов: увеличивались сразу после действия холода, а после возвращения в оптимальные условия восстанавливались до исходных значений, т.е. их активности находились в соответствии с внутриклеточной концентрацией H_2O_2 .

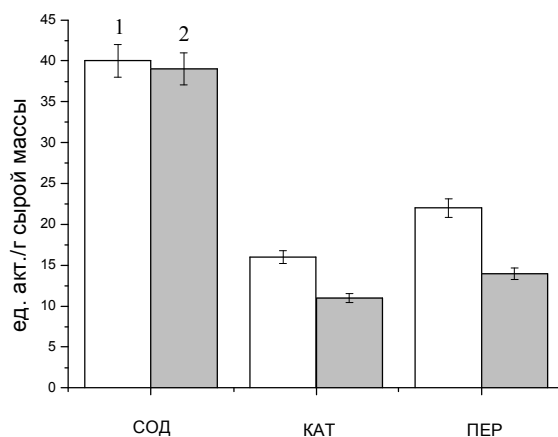


Рис. 2. Активности ключевых антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы (СОД), каталазы (КАТ) и гваякол пероксидазы (ПЕР) в листьях контрольных (1) и B33-*inv* растений (2) при 22°C .

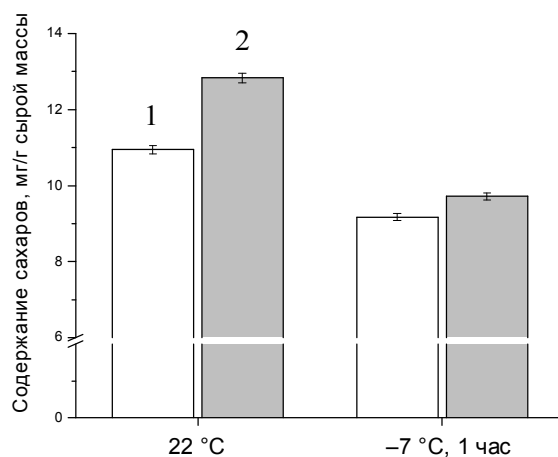


Рис. 3. Содержание сахаров в листьях контрольных (1) и B-*inv*растений (2) при действии жесткого краткосрочного охлаждения -7°C в течение часа.

Данные о приросте скорости генерации O_2^- и содержании перекиси водорода в условиях действия низких температур свидетельствуют о развитии у контрольных растений более сильного окислительного стресса по сравнению с B33-*inv* растениями, что согласуется с выявленным нами ранее повышенным уровнем повреждений их мембран (Deryabin et al., 2005). Визуальные наблюдения через три и шесть дней свидетельствовали, что растения обоих типов выживали и, в конце концов, восстанавливали рост.

Поскольку B33-*inv* растения уже в оптимальных для роста условиях образовывали больше АФК, проявляя при этом повышенную устойчивость к гипотермии, мы предположили наличие у них более эффективной антиоксидантной системы. Однако активности ключевых антиоксидантных ферментов были у них не выше, а даже ниже, чем у контрольных растений. Это свидетельствует о более эффективной низкомолекулярной составляющей антиоксидантной системы у обогащенных сахарами B33-*inv* растений.

Поскольку известно, что сахара способны перехватывать радикальные АФК в условиях *in vitro* (Аверьянов, Лапикова, 1989), а ВЗЗ-*inv* растения отличались от контрольных только повышенным содержанием сахаров, мы предположили, что их неспецифические антиоксидантные свойства проявляются и в условиях *in vivo*.

В результате окисления сахаров при помощи АФК получается более 30 продуктов различной природы, и все они не относятся к классу сахаров, можно детектировать убыль последних в классических реакциях с резеоцином или глюкозооксидазой. И действительно, в результате действия краткосрочного жесткого охлаждения мы наблюдали снижение суммарного содержания сахаров на 20-25% через 1 ч (рис. 3), что не объяснимо их вовлечением в метаболизм и альтернативное дыхание.

Таким образом, можно сделать вывод, что в условиях окислительного стресса, индуцированного гипотермией, у холодостойких растений важную роль играют неспецифические антиок-

сидантные низкомолекулярные соединения, к которым, с определенной долей уверенности, можно отнести и сахара.

ЛИТЕРАТУРА

Аверьянов А.А., Лапикова В.П. Взаимодействие сахаров с гидроксильным радикалом в связи с фунгитоксичностью выделений листьев // Биохимия, 1989. Т. 54. С. 1646-1651.

Трунова Т.И. Растение и низкотемпературный стресс. М.: Наука, 2007. 57 с.

Туркина Н.В., Соколова С.В. Методы определения моносахаридов и олигосахаридов. Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 7-34.

Deryabin A.N., Dubinina I.M., Burakhanova E.A. et al. Influence of Yeast-derived Invertase Gene Expression in Potato Plants on Membrane Lipid Peroxidation at Low Temperature // J. Therm. Biol., 2005. Vol. 30. P. 73-77.

Kumar G.N., Knowles N.R. Changes in Lipid Peroxidation and Lipolytic and Free-Radical Scavenging Enzyme during Aging and Sprouting of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Seed-Tubers // Plant Physiol., 1993. Vol. 102. P. 115-124.

ИЗУЧЕНИЕ ФЕРМЕНТОВ ЛИГНОЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА МИКРОМИЦЕТОВ

Т.С. Тарасова, Е.А. Шевченко, Е.И. Горшунова, Е.А. Бессолицына, И.В. Дармов

Вятский государственный гуманитарный университет

В последние 20 лет в мире активно разрабатываются биотехнологические способы удаления лигнина с помощью дереворазрушающих грибов либо посредством лигнолитических ферментов этих организмов. Ведущую роль в деполимеризации лигнина отводят трем внеклеточным ферментам микроорганизмов-деструкторов – лигнин-пероксидазе, Mn-пероксидазе и лакказы. Лигнин-пероксидаза способна окислять широкий круг диметоксифенольных соединений, восстанавливая H_2O_2 до H_2O . Mn-пероксидаза катализирует окисление нефенольных подструктур лигнина в присутствии Mn^{2+} . Лакказа обладает широкой субстратной специфичностью и катализирует окисление лигнинов, полифенолов, аминафенолов, полиаминов, а также некоторых неорганических ионов, восстанавливая молекулярный кислород до воды. Наибольший практический интерес представляют лакказа и Mn-пероксидаза.

Среди огромного разнообразия грибов, колонизирующих в природе древесные субстраты, ксилотрофы составляют одну из наиболее изученных групп, обладающую значительной ролью в превращении отмирающей древесины в природе.

В последнее время большое число работ посвящено поиску и изучению новых штаммов – продуцентов лигнолитических ферментов и нахождению ферментов с новыми физико-химическими свойствами, что связано с широкими прикладными аспектами их использования. Например, получение биопластика, биотопливных элементов, биodeградации ксенобиотиков, производство антимикробных, синтетических мо-

ющих и косметических средств, использование ферментов в органическом синтезе, аналитических системах (биосенсоры и иммуноанализ), текстильной, пищевой и целлюлозно-бумажной промышленности. Практический интерес к изучению ферментов обусловлен прежде всего их каталитическими характеристиками: активностью и специфичностью действия.

Традиционно в качестве продуцентов лигнолитических ферментов рассматриваются базидиомицеты – возбудители белой гнили древесины. На наш взгляд, интерес представляет также изучение микроорганизмов, так как они могут оказаться столь же эффективными, кроме того, менее требовательными к условиям культивирования и характеризуются более высокой скоростью роста. Микромицеты продуцируют лигнолитические ферменты, сходные с ферментами базидиомицетов, но в литературе информация по этому вопросу крайне скудная.

В связи с этим изучение лигнолитического комплекса микромицетов представляет интерес как для фундаментальной науки, так и для решения прикладных задач.

На первом этапе работы было проведено выделение штаммов микроорганизмов, способных к деструкции древесины из различных источников: гнилой древесины, лесной почвы и др.

С использованием жидких и плотных питательных сред получены накопительные культуры. Из них было выделено 106 штаммов микроорганизмов.

Предварительно способность к деградации лигнина оценивали путем выращивания куль-

тур на агаризованных минеральных средах с добавлением 0.5% танина, 0.1% 1-нафтола и 0.005% гваякола. После трехсуточного культивирования отмечали наличие бурого окрашивания в зоне роста колонии на среде с таннином, фиолетового окрашивания на среде с 1-нафтолом, красного окрашивания на среде с гваяколом. Для дальнейших исследований были выбраны 20 штаммов, дающих положительные реакции при росте на данных средах.

На следующем этапе работы проведено определение наличия генов лакказы, Мп-пероксидаз и лигнинпероксидаз в геномах этих штаммов. Лигнолитические ферменты грибов кодируются сложным семейством генов, причем в одном штамме может содержаться как один, так и несколько генов изоформ фермента. Проведенный анализ большого количества аминокислотных последовательностей лакказ, Мп-пероксидаз и лигнинпероксидаз базидиомицетов, имеющихся в базе данных GenBank, позволил выделить консервативные участки генов искомым ферментов. На основании нуклеотидных последовательностей этих участков были сконструированы и синтезированы праймеры для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) на геномной ДНК исследуемых штаммов. В качестве положительного контроля был использован базидиомицет *Trametes versicolor*. Результаты ПЦР для штаммов, в отношении которых был получен продукт реакции, приведены в таблице.

Для дальнейших исследований выбран штамм № 3, относящийся к роду *Fusarium*. Для подтверждения результатов ПЦР проведено глубинное культивирование данного штамма на различных питательных средах и определение активности исследуемых ферментов в фильтратах культуральной жидкости. Показано, что штамм *Fusarium sp* № 3 секретирует лакказу, Мп-пероксидазу и лигнинпероксидазу в культураль-

Размер амплификата при проведении полимеразной цепной реакции для выявления наличия генов лигнолитических ферментов в геноме микромицетов

Музейный № штамма	Размер продуктов ПЦР при проведении реакции		
	на лакказу, bp	на Мп-пероксидазу, bp	на лигнинпероксидазу, bp
2	470, 800, 1200, более 1500	—	200, 300
3	350, 1000	350, 750, 1000	350
12	—	200, 750, 1000	300
15	—	750	0
17	1500	—	0
32	600	600	0
47	—	Множество	250, 300
50	1500	400, 800	0
52	—	400, 600	0
74	—	400, 1000	0
100	350, 1000	350, 750, 1000	0
102	350, 1000	Множество	400
106	600, 1500	400, 500	170, 300
<i>T. versicolor</i>	500	500, 750	200, 300

ную жидкость, причем при высокой Мп-пероксидазной активности имеет меньшую лакказную и лигнинпероксидазную активность.

Продукция лигнолитических ферментов начиналась при переходе ко вторичному метаболизму на 6-10-е сутки культивирования, что обусловлено дефицитом азота, серы и фосфора. Культивирование исследуемого штамма в среде, имеющей в качестве источника углерода опилки и лигнин, активировало синтез лакказы и Мп-пероксидазы; добавление ионов Mn^{2+} стимулировало синтез Мп-пероксидазы, добавление карбоксиметилцеллюлозы стимулировало синтез лигнинпероксидазы.

Таким образом, исследованы геномы микромицетов на наличие в них генов лигнолитических ферментов. Разработанная ПЦР-методика может быть использована для детекции генов данных ферментов в различных штаммах грибов и позволяет в короткий срок определять их наличие в геноме. Это позволяет применять ее для экспресс поиска грибных продуцентов лигнолитических ферментов.

АКТИВНОСТЬ СОД И ПОЛ КАК ЭЛЕМЕНТЫ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ *TUSSILAGO FARFARA* L. И *TARAXACUM OFFICINALE* WIGG. ИЗ МЕСТООБИТАНИЙ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Э.Р. Фазлиева, И.С. Киселева*

Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия

E-mail: elvira_nt@list.ru

* Уральский государственный университет им. А.М. Горького

E-mail: Irina.Kiselyova@usu.ru

Антропогенное воздействие является чрезвычайно мощным экологическим фактором, влияющим на растительный мир. По силе и разно-

образию оно часто превосходит естественные факторы. К экстремальным антропогенным факторам, способным вызвать повреждения расти-

тельных организмов, следует отнести загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. Известно, что тяжелые металлы вызывают образование активных форм кислорода и окислительный стресс в клетках, денатурацию белков, повреждение нуклеиновых кислот, а также перекисное окисление липидов (ПОЛ). Повышенный уровень липопероксидации наблюдается как при кратковременном, так и при хроническом действии стресс-факторов. В настоящее время существует большое количество данных, показывающих, что увеличение интенсивности ПОЛ при стрессе является не только следствием нарушения перекисного гомеостаза, но представляет собой важный компонент адаптационного процесса (Weber и др., 2004; Ерофеев, Наумова, 2008). Хорошо известны ферменты, предотвращающие развитие окислительного стресса: супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидазы. Ферментом, препятствующим повреждающему действию наиболее агрессивного из АФК – супероксиданион-радикала кислорода – на биологические структуры, является супероксиддисмутаза (СОД).

Цель работы – изучение интенсивности ПОЛ и активности СОД у дикорастущих видов растений из биотопов с разной техногенной нагрузкой при стрессовом воздействии ионов меди.

Объектами исследования стали растения мать-и-мачехи (*Tussilago farfara* L.) и одуванчика (*Taraxacum officinale* Wigg.) из пяти местообитаний г. Нижний Тагил и его окрестностей (с. Покровское, Корабельный мыс, пос. Рудник им. III Интернационала, Алапаевская ветка, Строгановские отвалы). Данные участки отличаются по уровню техногенной нагрузки. Суммарная токсическая нагрузка (тяжелые металлы) была определена ранее в работах Жуйковой с соавторами (2006). На основании этих данных исследуемые участки разделены на: фоновый – с. Покровское, буферные – Корабельный мыс, Руд-

ник им. III Интернационала, Алапаевская ветка, импактный – Строгановские отвалы. Дополнительный сбор растений осуществляли на биологической станции Уральского государственного университета им. А.М. Горького в Сысертском р-не Свердловской обл., которая была определена как зона относительного экологического благополучия.

У растений из этих зон было важно определить интенсивность ПОЛ и активность СОД, поскольку они, как мы предполагаем, обладают различной устойчивостью к поллютантам. В качестве стрессирующего фактора выбраны ионы меди. ПОЛ и СОД определяли после экспозиции листьев растений в воде или 10 мМ CuSO_4 .

Пробы листьев для определения активности ПОЛ и СОД отбирали в период цветения растений из средней части побега. Число биологических повторностей – три. В каждой из биологических повторностей – листья из 10 растений.

Для проведения эксперимента листовые выдержки выдерживали в дистиллированной воде в течение 2 ч. Затем часть из них подвергали воздействию ионов меди в течение 3 ч (опытный вариант). Другую часть растительного материала оставляли на 3 ч в воде и использовали в качестве контроля.

Определение активности супероксиддисмутазы и интенсивность ПОЛ по накоплению ТВК-реагирующих продуктов проводили по общепринятым методикам (Методы оценки..., 2007).

Установлено, что 3-часовое действие ионов меди на листья *Tussilago farfara* L. привело к значительному повышению количества промежуточных продуктов ПОЛ (ТВКРП) у растений со всех исследуемых участков (рис. 1). Это дает возможность предположить, что к моменту завершения опыта растения мать-и-мачехи находились в стадии истощения. Обнаружено, что

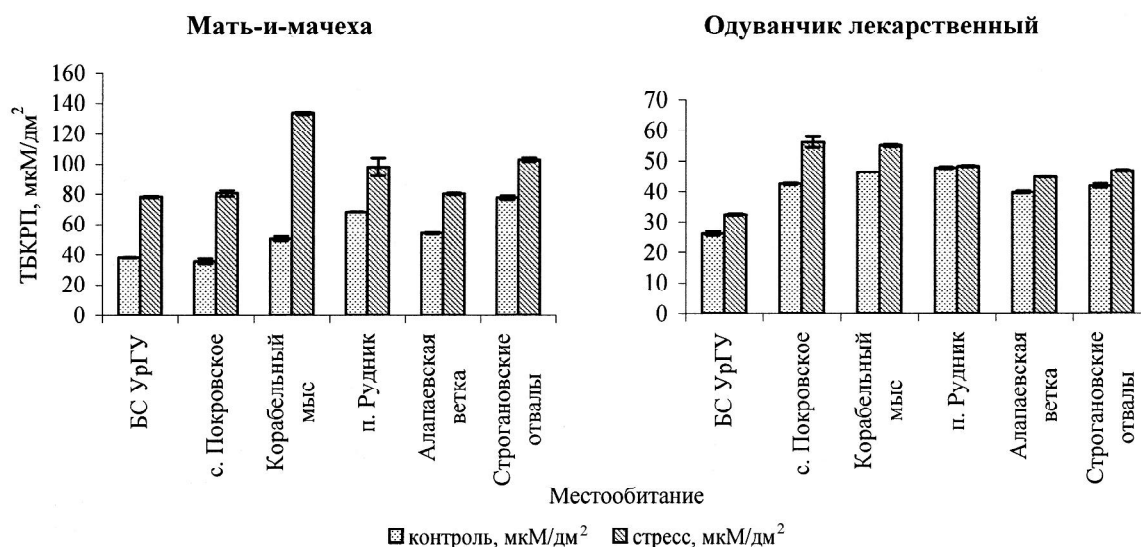


Рис. 1 Активность ПОЛ у растений мать-и-мачехи и одуванчика лекарственного из разных местообитаний при действии сульфата меди (10 мМ). Бары на гистограммах – стандартная ошибка среднего (Sa).

интенсивность ПОЛ в опытном варианте по сравнению с контролем была увеличена: у растений из местообитаний с. Покровское на 127%, биостанция УрГУ – 105, Корабельный мыс – 164, пос. Рудник – 43, Алапаевская ветка – 48, Строгановские отвалы – 32. У растений *Taraxacum officinale* Wigg. прослеживается аналогичная тенденция: с. Покровское – 31%, БС УрГУ – 23, Корабельный мыс – 18, пос. Рудник – 1, Алапаевская ветка – 12, Строгановские отвалы – 11. На основании этих данных можно предположить, что растения из импактной зоны и более загрязненных буферных участков обладают лучшими приспособительными реакциями, предотвращающими повреждение мембран свободными радикалами и появление продуктов ПОЛ, вызванного действием поллютанта, чем растения из относительно благополучных местообитаний.

Определение активности СОД в листьях растений при действии ионов меди (рис. 2) показало, что у *Tussilago farfara* L. из буферных местообитаний (пос. Рудник, Алапаевская ветка) и импактной популяции Строгановского отвала она была выше по сравнению с контролем (H_2O) на 18, 53 и 103 % соответственно. У растений данного вида из «относительно чистых» зон (биологическая станция УрГУ и с. Покровское) активность СОД уменьшалась в опытном варианте в сравнении с контрольным. Это означает, что у растений мать-и-мачехи из импактной и буферных популяций в условиях стресса произошла активация супероксиддисмутазы или индукция ее синтеза, тем самым у них усилены неспецифические приспособительные реакции. В фоновой и чистой зонах данный механизм защиты при воздействии высокой дозы ионов меди (10 мМ) выражен слабее или отсутствовал.

У растений одуванчика из исследованных местообитаний (за исключением Алапаевской

ветки) суммарная активность СОД снижалась, следовательно, можно предположить наличие у этого вида иных адаптивных механизмов при повреждающем действии ионов меди. Низкая активность СОД у растений одуванчика из загрязненных биотопов при одновременно невысоком содержании промежуточных продуктов ПОЛ дает основание предположить участие в защите мембран от АФК не столько супероксиддисмутазы, сколько таких ферментов, как каталаза, пероксидаза, глутатионредуктаза и SH-обогащенных белков, активность и количество которых в данной работе не было исследовано.

Проведенный статистический анализ подтвердил наличие значимых различий по интенсивности ПОЛ и супероксиддисмутазной активности у исследуемых видов растений из разных биотопов.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. У растений *Tussilago farfara* L. и *Taraxacum officinale* Wigg. из всех биотопов при действии стрессора (10 мМ сульфата меди) интенсивность ПОЛ в листьях увеличивалась в сравнении с контрольным вариантом (H_2O). У растений из местообитаний с высокой антропогенной нагрузкой это увеличение ПОЛ было менее выражено, чем у растений из относительно незагрязненных биотопов. Это свидетельствует о большей устойчивости мембран клеток растений, находящихся в условиях сильного продолжительного стресса в сравнении с растениями, не испытывающими или в меньшей степени испытывающими стресс.

2. Растения *Taraxacum officinale* Wigg. из исследуемых местообитаний были более устойчивы к действию высоких концентраций меди, чем *Tussilago farfara* L.: в присутствии поллютанта у них слабее выражено ПОЛ, чем у растений мать-и-мачехи.

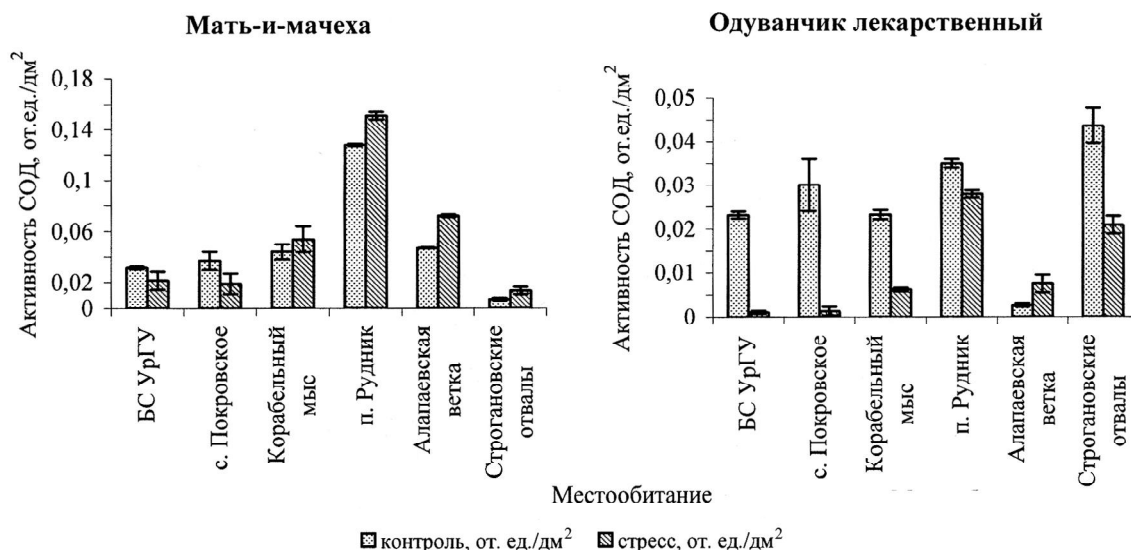


Рис. 2. Активность СОД у растений мать-и-мачехи и одуванчика лекарственного из разных местообитаний при действии сульфата меди (10 мМ). Бары на гистограммах – стандартная ошибка среднего (Sa).

3. У исследованных видов обнаружены различия в изменении активности СОД в листьях при действии стрессора (10 мМ CuSO₄). У *Tussilago farfara* L. из относительно «чистых» зон интенсивность фермента падала, тогда как из загрязненных местообитаний – возрастала. У *Taraxacum officinale* Wigg. активность СОД при действии ионов меди всегда была ниже (за исключением биотопа Алапаевская ветка), чем в контрольном варианте, причем это снижение было больше у растений из относительно «чистых» биотопов, чем загрязненных.

4. Полученные данные позволяют предположить, что у растений *Tussilago farfara* L. из загрязненных участков имеются механизмы адаптации на биохимическом уровне, проявляющиеся в существенной индукции синтеза активности СОД при действии поллютантов.

5. Низкая активность СОД у растений *Taraxacum officinale* Wigg. при одновременно низком содержании промежуточных продуктов ПОЛ дает основание предположить участие в защите растений от окислительного повреждения других компонентов антиоксидантной системы.

Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», ГК № П2364.

ЛИТЕРАТУРА

Ерофеева Е.А., Наумова М.М. Динамика интенсивности перекисного окисления липидов в листовой пластинке березы повислой в биотопах с различным уровнем антропогенной нагрузки // Вестник Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского, 2008. № 3. С. 87-91.

Жуйкова Т.В., Безель В.С., Мордвина Е.С. Фитоценозы техногенно нарушенных территорий и их роль в биогенных циклах химических элементов. Ученые записки НТГСПА / Отв. ред. Т.В. Жуйкова. Нижний Тагил: НТГСПА, 2006. С. 31-72.

Методы оценки устойчивости растений к стрессовым факторам. Руководство для большого специального практикума по физиологии и биохимии растений / Сост. Г.Ф. Некрасова, М.Г. Малева. Екатеринбург: Уральский государственный университет им. А.М. Горького, 2007.

Weber H., Chetelat A., Reymond P., Farmer E. Selective and powerful stress gene expression in Arabidopsis in response to malondialdehyde // The Plant Journal, 2004. Vol. 37. P. 877-888.

ХЕМОТАКСОНОМИЧЕСКИЙ И МОЛЕКУЛЯРНО-ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОДЫ В ИЗУЧЕНИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ САПОНИНОВ И ЭКДИСТЕРОИДОВ В РАСТЕНИЯХ

Д.М. Шадрин, Я.И. Пылина

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

E-mail: Shdima@ib.komisc.ru

Исследование распространения отдельных групп вторичных метаболитов по системе растений имеет важное научное и практическое значение для поиска перспективных продуцентов биологически активных соединений и понимания функций вторичных метаболитов в растениях. Считается, что вторичные метаболиты играют жизненно важную роль в качестве защитных факторов или сигнальных молекул во взаимоотношениях растений с другими организмами. Их наличие (отсутствие) отражает адаптационную стратегию видов в процессе эволюции. В ряде случаев для установления филогенетического родства растений – продуцентов вторичных метаболитов недостаточно существующих систем классификаций. В последнее время в этих целях, наряду с системами, основанными на морфолого-анатомических признаках, применяют молекулярно-генетические методы, основанные на сравнении последовательностей ДНК. Ранее в рамках международного проекта INTAS с участием нашей лаборатории была сделана попытка построения молекулярно-филогенетического древа сем. *Caryophyllaceae* (Zibareba et al., 2003). Более обширные исследования на основе хемотаксономического и молекулярно-филогенетического подходов в изучении распределения алкалоидов и непротеиногенных аминокислот на примере сем. *Fabaceae* были прове-

дены Винком (Wink, 2003).

Настоящая работа направлена на выявление связей между распространением двух биогенетически близких групп вторичных метаболитов, связанных общим мевалонатным путем биосинтеза – сапонинов (на примере сем. *Fabaceae*) и экдистероидов (на примере трибы *Cardueae*, сем. *Asteraceae*) и филогенетической классификацией растений, что позволит оценить их значимость в качестве хемотаксономических маркеров.

Для определения изучаемых нами вторичных метаболитов растений использованы известные экспрессные физико-химические и биологические методы тестирования растений (сапонины): способность к пенообразованию, гемолизу эритроцитов, а также ТСХ- и ВЭЖХ-хроматография. Для установления тонкой структуры соединений использовали методы масс-спектрометрии и ЯМР-спектроскопии.

Для выявления закономерностей распространения сапонинов и экдистероидов реконструирована молекулярная филогения сем. *Fabaceae* и трибы *Cardueae*, сем. *Asteraceae*. При проведении анализа близкородственных таксонов использовали последовательности внутренних транскрибируемых спейсеров ITS1 и ITS2 из базы данных GenBank. Последовательности генов выравнивались вручную и с помощью про-

граммы ClustalW, входящей в пакет программ MEGA 4. Нами использованы два метода: метод максимальной парсимонии и метод объединения ближайших соседей. Генетические расстояния рассчитывались исходя из модели Kimura-2. Данная модель успешно используется для анализа близкородственных таксонов (Nei, Kumar, 2000).

На содержание тритерпеновых (ТГ) и стероидных гликозидов (СГ) исследовано 93 образца 46 видов растений из 14 родов (см. таблицу). Установлено, что подавляющее большинство изучаемых видов содержит тритерпеновые гликозиды. Стероидные гликозиды обнаружены у представителей родов *Trigonella* (триба Trifolieae), *Thermopsis* (триба Termopsidae) и *Coronilla* (триба Loteae). Распределение сапонинов двух классов (стероидных и тритерпеновых) часто является взаимоисключающим, что может указывать на более экономичное использование защитных ресурсов растений. Тем не менее, в литературе имеются сведения о том, что вид *Vicia tenuifolia* L. содержит и тритерпеновые, и стероидные гликозиды (Куваев, Блинова, 1961). Указанный выше факт требует дополнительных исследований, доказывающих возможность одновременного присутствия двух типов сапонинов в растениях.

Наличие стероидных гликозидов в трибе Trifolieae в роде *Trigonella* и у вида *Melilotus tauricus* (Khodakov et al., 1996), в трибе Loteae в роде *Coronilla* и у вида *Anthyllis macrocephala* (Галкин и др., 1980), а в трибе Thermopsidae – только в роде *Thermopsis*, но не у других представителей этой трибы позволило заметить, что в сем.

Fabaceae стероидные гликозиды присущи видам и родам, не связанным монофилитическими отношениями на уровне триб, к которым они принадлежат (рис. 1) и обнаружены только у некоторых филогенетически обособленных таксонов в трибах Loteae, Thermopsidae и Trifolieae. При этом в трибе Trifolieae, как указано выше, стероидные гликозиды обнаружены только в двух родах (*Trigonella* и *Melilotus*), которые на молекулярно-филогенетической кладограмме образуют отдельную кладу, обособленную от других представителей этой трибы, что в свою очередь отражает эволюцию этих таксонов. На данном этапе исследования выявленная нами закономерность не может быть истолкована однозначно. С одной стороны, ее можно объяснить тем, что гены, кодирующие биосинтез ферментов, ответственных за синтез стероидных гликозидов, были приобретены в процессе эволюции в нескольких таксонах, не зависимо друг от друга. С другой – не исключается гипотеза о том, что

Распространение сапонинов в сем. *Fabaceae* Lindl.

Таксон	Литературные данные				Экспериментальные данные		
	Общее кол-во видов	Содержат			Общее кол-во видов	Содержат	
		ТГ	СГ	Сумма		ТГ	СГ
Триба Hedysareae							
Род Hedysarum L.	6	3	–	3	2	2	–
Род Onobrichus Hill.	1	–	–	1	4	4	–
Триба Loteae							
Род Anthyllis L.	2	1	1	–	1	1	–
Род Coronilla	1	–	1	–	1	–	1
Триба Tripholeae							
Род Medicago L.	9	9	–	–	3	3	–
Род Melilotus L.	2	1	1	–	2	2	–
Род Tripholium L.	4	3	–	1	9	9	–
Род Trigonella L.	5	–	4	1	2	–	2
Род Ononis L.	4	–	–	4	–	–	–
Триба Genisteae							
Род Lupinus L.	1	1	–	–	1	1	–
Род Chamaecytisus Link.	1	–	–	1	–	–	–
Триба Phaseoleae							
Род Phaseolus L.	1	1	–	–	1	1	–
Род Glicine Willd	1	1	–	–	–	–	–
Триба Galegeae							
Род Astragalus L.	24	13	–	11	4	4	–
Род Caragana Fabr	4	1	–	3	1	1	–
Род Galega L.	2	–	–	2	–	–	–
Род Glycyrriza L.	4	4	–	–	–	–	–
Род Halimadendron DC.	1	–	–	1	–	–	–
Род Oxitropis DC.	9	9	–	–	2	2	–
Триба Viciaeae							
Род Lathyrus L.	1	1	–	–	4	4	–
Род Vicia L.	8	8	1	–	4	4	–
Род Pisum L.	1	1	–	–	1	1	–
Триба Termopsidae							
Род Thermopsis R.Br.	1	–	–	1	3	–	3
Род Baptisia	1	1	–	–	2	2	–
Сумма	94	58	8	29	47	41	6

эти гены были приобретены на ранних этапах эволюции цветковых растений, однако их экспрессия происходит только в определенных таксонах, что находит свое отражение и на уровне изучаемого семейства. Установленный факт, что тритерпеновые гликозиды являются характерными для подавляющего числа видов наследственных Caesalpinioideae/Mimosoideae и большинства триб Papilionoideae, куда входят исследованные нами виды, указывает на генетическую predisposedность видов сем. *Fabaceae* к биосинтезу сапонинов именно этой группы.

Закономерности распространения тритерпеновых и стероидных гликозидов среди представителей сем. *Fabaceae* использованы нами для составления хемотаксономического прогноза их обнаружения во флоре европейского северо-востока России. Таким образом, большинство видов флоры содержит тритерпеновые гликозиды, стероидные гликозиды можно искать в ограниченных таксонах, указанных выше.

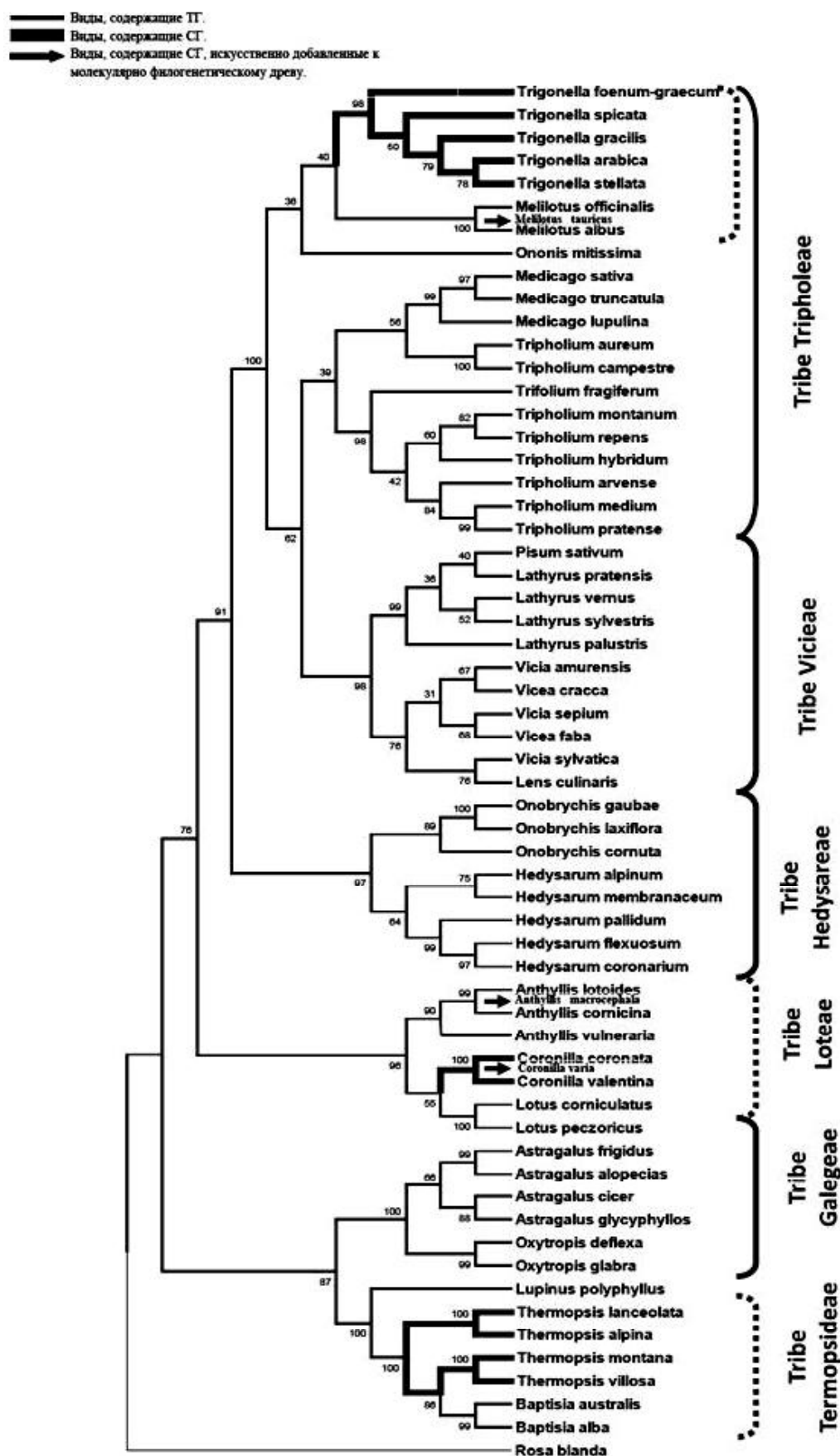


Рис. 1. Филогенетическое дерево растений сем. *Fabaceae* Lindl., построенное методом объединения соседей (NJ) на основании сравнения последовательностей ITS1, ITS2 рДНК.

Ранее считалось, что не существует связи между распространением экдистероидов и филогенетической классификацией растений, поскольку экдистероиды встречаются как в филогенетически близких, так и удаленных семействах. Внутри семейств и даже внутри родов могут встречаться как экдистероидсодержащие, так и лишенные этих соединений виды (Lafont, 1991). Работами сотрудников лаборатории биохимии и биотехнологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН было показано, что биохимический признак наличия экдистероидов на внутрисемейственном уровне закреплен в трибах, хотя эта закономерность и не носит абсолютного характера. Сказанное относится к концентрациям экдистероидов в растениях, обнаруживаемым с помощью биотеста на культуре клеток *Drosophila melanogaster* (т.е. гормонально-активным концентрациям по отношению к насекомым). При этом оказалось, что следовые количества экдистероидов, не активные в биотесте, но обнаруживаемые с помощью радиоиммунного анализа в концентрации менее 4 мкг/г, содержат едва ли не все виды растений. Это свидетельствует о том, что гены, кодирующие ферменты биосинтеза экдистероидов присутствуют у всех растений, но их выраженная экспрессия происходит только в группах близкородственных видов, ограниченных определенными родами и трибами, в которых, по-видимому, экдистероиды выполняют экологическую функцию.

В семействе *Asteraceae*, насчитывающем по разным источникам 20-25 тыс. видов, экдистероиды обнаружены только у представителей трибы *Cardueae*. На основании данных GenBank нами было построено молекулярно-филогенетическое древо трибы *Cardueae* подсемейства *Lactucoideae*. Эта триба включает две подтрибы *Carduinae* (В), виды которой содержат экдистероиды только в следовых количествах, и *Centaureinae* (А), которая, по данным В.В. Володина и И.Ф. Чадина, включает виды с экологически значимой концентрацией, т.е. «положительные» в биотесте (рис. 2). Подтриба *Centaureinae* образует обособленную кладу, включающую две подклады (А1 и А2) с высоким коэффициентом Бутстрепа (рис. 3). Следует отметить, что виды, давшие отрицательную реакцию в биотесте, представлены двумя родами *Carthamus* и *Centaurea* и образуют подкладу А1. На молекулярно-филогенетическом древе подкладу А2 образовали виды, давшие положительную реакцию в биотесте и представленные пятью родами: *Rhaponticum*, *Acroptilon*, *Amberboa*, *Serratula*, *Centaurea*. Причем в роду *Centaurea* из 11 исследованных видов – только у представителя *C. americana*. Другой из исследованных Саркером и Дайном в этом роде вид *Centaurea moschata*, в котором было обнаружено высокое содержание экдистероидов (Sarker et al., 1997), по флоре СССР, считается видом другого рода – *Amberboa moschata*, филогенетически близкого роду *Acroptilon*. Исходя из данного замечания, уже не ка-

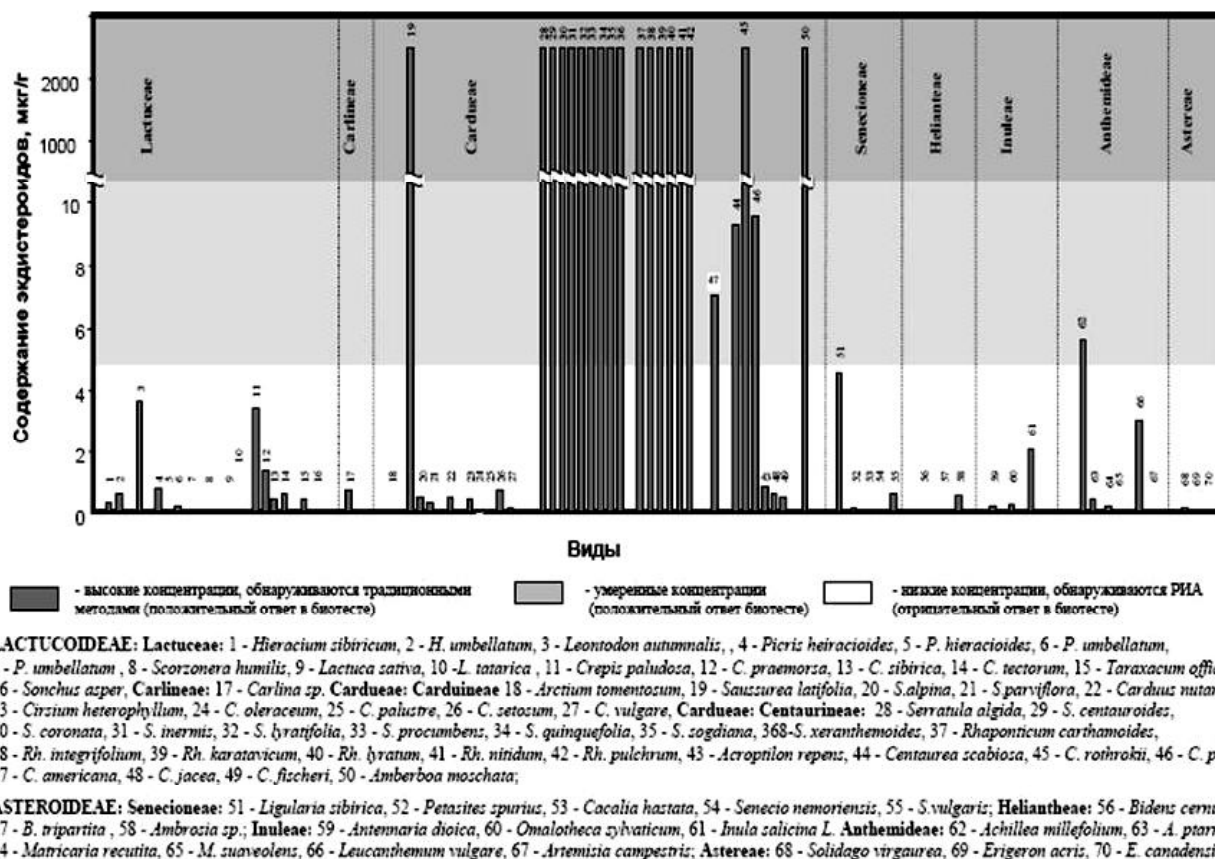


Рис. 2. Распространение экдистероидов в семействе Asteraceae.

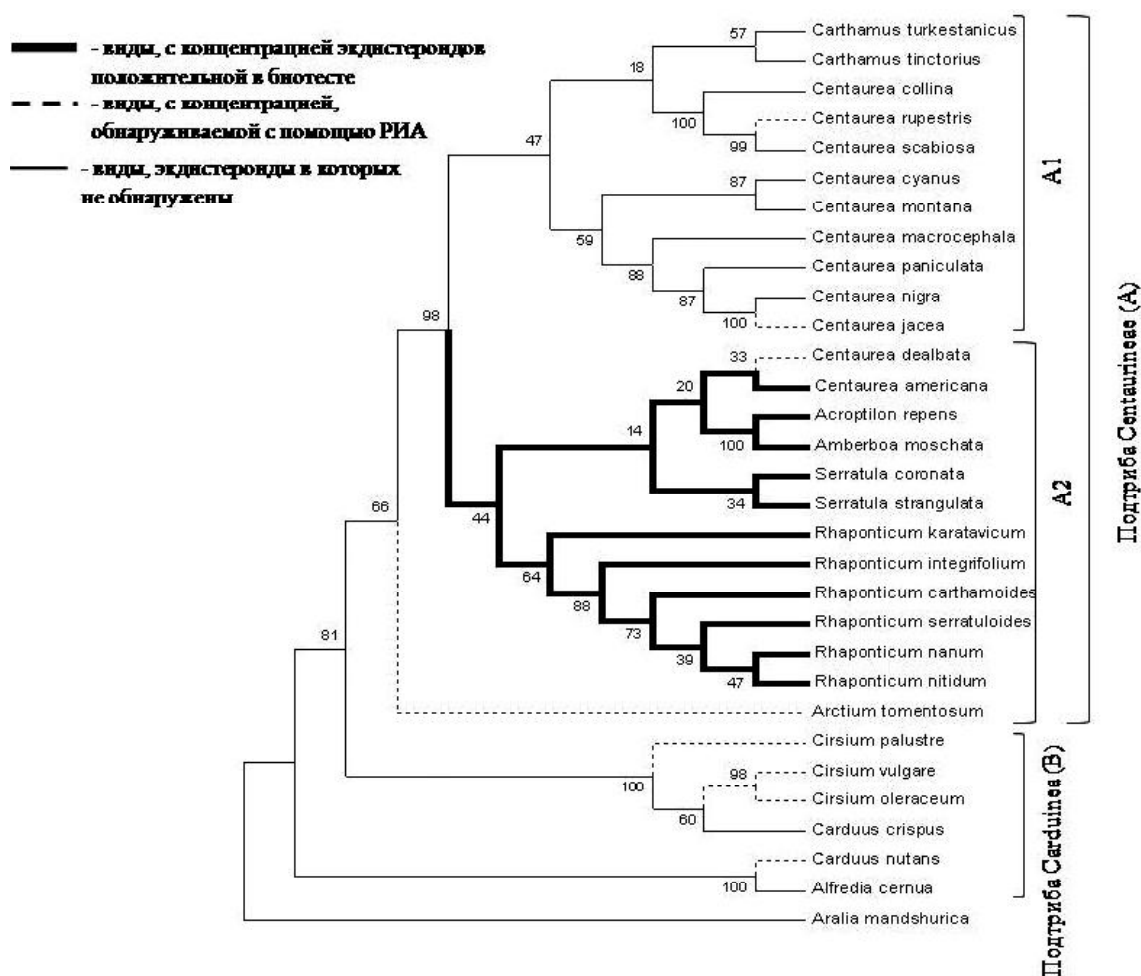


Рис. 3. Молекулярно-филогенетическое древо трибы Cardueae семейства Asteraceae.

жется неожиданным обнаружение высокой концентрации экдистероидов как в образцах растений *Acroptilon repens*, так и в *Amberboa moschata*. Полученные данные соответствуют представлению М. Dittrich (1977) о разделении на основании палинологических, морфологических и анатомических признаков подтрибы Centaurinae на группы родов, согласно которому *Acroptilon* входит в одну группу с родами *Rhaponticum* и *Serratula*, а роды *Carthamus* и *Centaurea* относятся к другой группировке родов. В свою очередь, на построенном нами молекулярно-филогенетическом древе представители родов *Acroptilon* и *Amberboa* имеют общего, предположительно, экдистероидсодержащего предка. Следовательно, данные распространения фитоэкдистероидов в сочетании с методами молекулярной филогении позволяют выявить существующие филогенетические связи между видами, у которых экдистероиды, возможно, выполняют экологическую роль.

Таким образом, использование хемотаксономического и молекулярно-филогенетического подходов позволило изучить закономерности распространения двух классов вторичных метаболитов в растениях и оценить их значимость в качестве хемотаксономических маркеров и

разработать научно обоснованный прогноз поиска растений – продуцентов вторичных метаболитов мевалонатного пути биосинтеза сапонинов и экдистероидов.

ЛИТЕРАТУРА

- Галкин М.А., Казаков А.Л. Дикорастущие полезные растения Северного Кавказа. Ростов-на-Дону, 1980. 128 с.
- Куваев И.Б., Блинова К.Ф. Предварительная химическая оценка лекарственных растений тибетской медицины, произрастающих в Забайкалье // Вопросы фармакогнозии. Л., 1961. Вып. 1. С. 213-262.
- Nei M., Kumar S. Molecular Evolution and Phylogenetics. N.-Y.: Oxford University Press, 2000. 333 p.
- Triterpene and steroid saponins isolated from two *Melilotus* species / Khodakov G.V., Akimov Y.A., Shashkov A.S. et al. // Adv-Exp-Med-Biol., 1996. P. 405211-22.
- Фитоэкдистероиды / Под ред. В.В. Володина. СПб.: Наука, 2003. 293 с.
- Distribution of phytoecdysteroids in the *Caryophyllaceae* / L. Zibareva, V. Volodin et al. // Phytochemistry, 2003. Vol. 64. P. 499-517.
- Wink M. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective // Phytochemistry, 2003. Vol. 64. P. 3-19.
- Occurrence of Ecdysteroids in the Genus *Centaurea* (Compositae): 20-Hydroxyecdysone from *Centaurea moschata* / S.D. Sarker et al. // Biochemical Systematics and Ecology, 1997. Vol. 25. P. 367-368.

РЕЗОЛЮЦИЯ
XVII Всероссийской Молодежной научной конференции
«Актуальные проблемы биологии и экологии»
(Сыктывкар, 5-9 апреля 2010 г.)

XVII Всероссийская молодежная научная конференция проходила 5-9 апреля 2010 г. В работе конференции приняли участие 146 человек, из них 54 – из других городов России (Уфы, Петрозаводска, Вологды, Архангельска, Москвы, Борка, Перми, Казани, Кирова, Новосибирска, Санкт-Петербурга, Сыктывкара, Пущино, Ижевска, Нижнего Тагила, Череповца, Ухты, Екатеринбурга). Среди участников два доктора наук, более 60 кандидатов наук разных специальностей, 42 аспиранта и 33 студента.

Участники представляли научные и природоохранные учреждения, высшие учебные заведения, всего 31 организация: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Институт химии Коми НЦ УрО РАН, Лаборатории сравнительной кардиологии Коми НЦ, Сыктывкарского государственного университета, Коми государственного педагогического института, Сыктывкарского лесного института и ГНУ НИИ «Россельхоз академия», Башкирский государственный университет, Вологодский государственный педагогический университет, Вятский государственный гуманитарный университет, Вятская государственная сельскохозяйственная академия, ГНУ ГНЦ ВНИИР им. Н.И. Вавилова, ГНУ Зональный НИИСХ Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, Поморский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Институт леса Карельского научного центра РАН, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Институт экологии растений и животных УрО РАН, Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Кировский областной филиал ФГУ «Камуралрыбвод», Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский центр «Викинг», Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия, НИЛ устойчивости лесных экосистем Костромского ГУ им. Н.А. Некрасова, Пермский государственный педагогический университет, Удмуртский государственный университет, Институт систематики и экологии животных СО РАН, Центр защиты леса Ленинградской области, Череповецкий государственный университет, Санкт-Петербургский государственный университет.

Научная программа включала рассмотрение следующих проблем: ценотическое, популяционное и видовое разнообразие экосистем Севера; изменение структурно-функциональной организации экосистем при антропогенном воздействии; последствия загрязнения окружающей среды поллютантами различной природы для биологических систем и здоровья человека; физико-химические основы биологических процессов и биотехнологии; информационные технологии в решении биологических проблем.

На конференции прозвучали 128 докладов, в том числе четыре пленарных. Значительная часть представленных докладов отражала результаты исследований молодых ученых по проблемам изучения, охраны и рационального использования животного и растительного 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.

Оргкомитет и жюри конференции отметили достаточно высокий научный уровень абсолютного большинства докладов, практическую направленность работ многих начинающих исследователей, а также повышение уровня исследований тех докладчиков, которые неоднократно представляли свои материалы на конференции. Прошедшая конференция открыла новые возможности для сотрудничества молодых специалистов из разных регионов России.

Подводя итог обсуждению основных рассмотренных проблем конференция рекомендует:

1. Оргкомитету, Совету молодых ученых и администрации Института биологии Коми НЦ УрО РАН продолжить приглашение для чтения пленарных лекций специалистов из других организаций (городов);
2. Институту биологии Коми НЦ УрО РАН издать материалы докладов, представленных на конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии», тиражом 200 экземпляров;
3. Совету молодых ученых разместить электронную версию Материалов докладов XVII Всероссийской молодежной научной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии» на сайте Института биологии;
4. Совету молодых ученых Института биологии Коми НЦ УрО РАН провести XVIII Всероссийскую молодежную научную конференцию «Актуальные проблемы биологии и экологии» в апреле 2011 г.

Участники конференции выразили благодарность оргкомитету, Совету молодых ученых и администрации Института биологии Коми НЦ УрО РАН за высокий уровень ее организации и проведения.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Пленарные доклады	
Дубровский Ю.А. Леса предгорных и горных ландшафтов Печоро-Илычского заповедника (бассейн реки Илыч)	4
Новаковский А.Б. Эколого-ценотические группы сосудистых растений бассейна верхней и средней Печоры	9
Секция 1. Изучение, охрана и рациональное использование растительного мира	
Андреева Л.К., Ашик Е.В., Жарких И.А. Первичная инвентаризация растительных сообществ проектируемого природного парка «Кадрин»	15
Богатырев В.А. Сравнение высоты сосудистых растений альпийских сообществ Тебердинского заповедника	17
Валуйских О.Е. Изменчивость морфометрических признаков <i>Rubus chamaemorus</i> (L.) в разных условиях обитания на территории Республики Коми	19
Дулин М.В. Печеночники лесного заказника «Енганэпэ» и его окрестностей (Полярный Урал, Республика Коми)	22
Дулин М.В., Филиппов Д.А. Печеночники Шиченгского ландшафтного заказника (Сямженский район, Вологодская область)	24
Жук М.А. Разнообразие видов диких родичей культурных растений семейства <i>Poaceae</i> Bernhart во флоре Северо-Востока европейской части России	26
Журавлева И.А., Бобров Ю.А. К вопросу о соцветии <i>Solanum dulcamara</i> L.	29
Зянкина Е.Н. Адвентивная флора Воткинского района Удмуртской Республики	31
Иванова Н.В. Положение мест обитания <i>Lobaria pulmonaria</i> в дифференцированной растительности бассейна реки Понга	33
Канев В.А. Анализ локальной горной флоры Исследовательского хребта (Приполярный Урал, верховья реки Большой Паток)	35
Карпин В.А. Использование субландшафтной основы для выявления разнообразия таежных лесов	37
Кириллов Д.В. Анализ видового состава агарикоидных базидиомицетов таежной зоны Кировской области	40
Конькова Л.И. Особенности развития особей ириса сибирского (<i>Iris sibirica</i> L.) в природных условиях и при интродукции	42
Косолапов Д.А. Разнообразие трутовых грибов Печоро-Илычского заповедника (Республика Коми)	45
Мифтахова С.А. Редкие древесные в коллекции ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН	47
Михович Ж.Э. Продуктивное долголетие свербиги восточной (<i>Bunias orientalis</i> L.) в одновидовых посевах в условиях Севера	49
Мовсегоз Е.А. Биоморфологические особенности наземной формы <i>Batrachium circinatum</i> (Sibth.) Spach	51
Новаковская И.В., Шабалина Ю.Н. Первые сведения о почвенных водорослях Приполярного Урала	53
Паламарчук М.А. Съедобные агарикоидные базидиомицеты Республики Коми	55
Паринова Т.А. Некоторые особенности флоры лугов островной поймы низовой реки Северная Двина	58
Плотникова И.А. Орхидные Красной книги Республики Коми в Печоро-Илычском заповеднике	60
Попов А.В. Интродукция и акклиматизация сортов и сортообразцов картофеля к условиям Республики Коми	62
Рябинина М.Л., Вокуева А.В. Орхидные в коллекции Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН	64
Скроцкая О.В. Биологические особенности видов рода <i>Sorbus</i> L. на начальных этапах онтогенеза при интродукции на Севере	67
Филиппов Д.А. К познанию болот Вологодской области: Кемско-Иткольский болотный район	68
Эчишвили Э.Э. Биологические особенности и продуктивность <i>Hypericum perforatum</i> L. в культуре на Севере	70
Секция 2. Изучение, охрана и рациональное использование животного мира	
Батурина М.А. Характеристика зообентоса реки Сысола и ее притоков	73
Бобырь И.Г., Матвеева Г.К. Ржанкообразные города Пермь	75
Бородин Д.П. Распространение желтогорлой мыши в Кировской области	77
Вальков А.А. Морфологические особенности популяции ряпушки Белого озера	79

Грушина О.А., Степина Е.С. Состояние популяции горностая (<i>Mustela erminea</i>) и ласки (<i>M. nivalis</i>) Череповецкого района Вологодской области	82
Данилова Е.В. Весенняя миграция птиц в среднем течении бассейна реки Вычегда (Республика Коми)	84
Зубрий Н.А. Фауна жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) островов Соловецкого архипелага	86
Ивичева К.Н., Филоненко И.В. Макрозообентос крупных озер Вологодской области	88
Колесникова А.А. Пойменные леса как ключевые местообитания редких групп и видов почвенных беспозвоночных на Севере	91
Комарова А.С., Улютичева А.Е. Морфофизиологические особенности рыб реки Вага Вологодской области	92
Конакова Т.Н. Формирование и распределение мезофауны по градиенту влажности в среднетаежных лесах Республики Коми	94
Кононова О.Н. О зоопланктоне реки Сысола	96
Кудрин А.А. Почвенные нематоды хвойно-мелколиственного леса бассейна реки Печора	98
Кулакова О.И. Многолетние изменения фауны и новые находки высших чешуекрылых на территории европейского Северо-Востока России	101
Любая Т.Е. Возраст перехода на самостоятельное питание детенышей водяной полевки (<i>Arvicola terrestris</i>)	103
Ляпунова О.Н., Ляпунов А.Н. К питанию птиц отряда Сорообразных (Strigiformes) в Кировской области	105
Нурутдинов И.И., Матвеева Г.К., Кириллова П.В. Орнитофауна техногенных водоемов города Пермь	105
Панюкова Е.В., Мади Е.Г. Информационная система «Биоразнообразие двукрылых насекомых комплекса «гнус» европейского Северо-Востока России»	107
Пестов С.В. К фауне слепней (Diptera, Tabanidae) Вуктыльского района Республики Коми	110
Порошин Е.А., Королев А.Н. Анализ филогенетической близости кунных по форме нижней челюсти	112
Потапов Г.С. Роль антропогенной трансформации ландшафтов в формировании видового состава шмелей (Hymenoptera, Apidae: Bombus) в низовьях реки Северная Двина	113
Селиванова Н.П. Распределение и численность птиц в верховьях реки Кожим (Приполярный Урал)	115
Ситар А.А. Характеристика опухолей гольяна из реки Шайтановка (правый приток верхнего течения реки Печора)	117
Соколова С.Е. Население моллюсков реки Кены	118
Таскаева А.А., Накул Г.Л. Население коллембол в местах колониального гнездования чайковых птиц Колокольной губы	120
Улютичева А.Е., Комарова А.С. Использование метода морфофизиологической индикации для оценки состояния популяций ельца некоторых рек Вологодской области	122
Усачева О.В. Поселения моллюсков в водотоках урочища Пым-Ва-Шор (Большеземельская тундра)	124
Филиппов Н.И. К фауне шмелей (Hymenoptera, Apidae, Bombus) крайнесеверной тайги Республики Коми	126
Хохлов А.В. К особенностям гельминтофауны дрозда-рябинника некоторых местообитаний Кировской области	128
Цепелева М.Л., Кочурова Т.И. Зообентос в оценке экологического состояния реки Погиблица	129
Шайков М.П. Разработка реляционной базы данных для формирования фаунистических ареалов на примере дождевых червей (Lumbricidae, Oligochaeta)	131
Шемякина Ю.А. Выдра (<i>Lutra lutra</i>) и норки (<i>Mustela lutreola</i> и <i>M. vison</i>) Дарвинского биосферного заповедника и юго-восточной части Вологодской области	134

Секция 3. Структурно-функциональная организация и антропогенная трансформация экосистем

Аверкиева И.Ю. Оценка состояния лесных экосистем Подмоскovie в связи с повышенным уровнем техногенной эмиссии оксидов азота	136
Алферова М.В. Газохроматографическое определение хлорзамещенных анилинов в объектах окружающей среды	138
Анчугова Е.М. Особенности распределения углеводов в почвенных субстратах	140
Верещак Ю.В., Тимергалин М.Д. К расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для построения санитарно-защитной зоны предприятия газовой промышленности (Уфа, Республика Башкортостан)	143
Виноградова Ю.А. Биологическая активность аллювиальных гидроморфных лесных почв таежной зоны	144
Добрынина Ю.Е. Экологическая оценка состояния реки Печора в Печорском районе	146
Дымов А.А., Жангуров Е.В. Характеристика почв и почвенного покрова кряжа Енганэпэ (Полярный Урал)	148
Каверин Д.А., Пастухов А.В., Шахтарова О.В., Мажитова Г.Г. ГИС методы в картировании почвенного покрова лесотундры европейского Северо-Востока	150
Каримуллина Э.М. Качество семенного потомства дремы белой из зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа	152
Ковалева В.А. Микрофлора ризосферы травянистых растений в слабокультуренной почве среднетаежной подзоны	154

Кряжева Е.Ю., Белых Е.С. Оценка радиоактивного загрязнения и токсичности почв испытательных площадок Семипалатинского полигона	156
Кузнецов М.А. Суточная динамика выделения углекислого газа с поверхности почвы ельника чернично-сфагнового	158
Кутявин И.Н. Ход роста старовозрастных сосновых древостоев бассейна верхней Печоры	159
Лиханова И.А., Панюков А.Н. Опыт создания защитных лесных полос на крайнем севере Республики Коми	162
Лодыгин Е.Д., Козут М.Ю., Александрова Н.Б., Кубик О.С. Липиды тундровых почв	164
Мальцева С.А. Методологический подход к экотоксикологической оценке состояния водных экосистем	167
Марущак И.О., Елсаков В.В. Временные изменения сомкнутости лесных фитоценозов по материалам спутникового мониторинга	168
Мигловец М.Н., Михайлов О.А. Эмиссия метана с поверхности болота Мэдла-Пэв-Нюр (Сыктывдинский район)	170
Мосеев Д.С. Антропогенное воздействие геологоразведочных работ на древостои таежной зоны Мезенской синеклизы	172
Низовцев А.Н., Лодыгин Е.Д. Содержание ртути в фоновых почвах таежной зоны Республики Коми	174
Осипов А.Ф. Динамика содержания углерода фитомассы среднетаежного сосняка чернично-сфагнового	176
Пастухов А.В., Носкова Л.М. Проблемы картографирования техногенных почв	178
Патова А.Д. Биомасса и отражательные спектры растительного покрова – показатели трансформации сообществ тундровых торфяников в условиях влияния нефтедобычи	180
Перминова Е.М., Дымов А.А. Сообщества микроартропод на разновозрастных вырубках средней тайги Республики Коми	184
Романис Т.В. Исследование почвенного покрова термальных экстразональных экосистем на европейском Севере России в зимний период (на примере термального урочища Пым-Ва-Шор)	186
Рочева А.М. Учет принципов устойчивого развития при территориальном планировании в криолитозоне (на примере низовий реки Адзья)	187
Скютте Н.Г. Результаты гидротермических исследований термального урочища Пым-Ва-Шор (Большеземельская тундра)	190
Сурина Е.А., Сеньков А.О. Разработка стратегии лесовосстановления на площадях массового усыхания лесов на северо-западе России	191
Торлопова Н.В. Локальный мониторинг сосновых древостоев в зоне загрязнения Сыктывкарского лесопромышленного комплекса	193
Тюкавина А.Ю. Картографирование динамики термокарстовых озер на участке Яно-Индибирской низменности по разновременным дистанционным данным	195
Яковлева Е.В., Габов Д.Н. Накопление полиаренов кустарничками <i>Vaccinium myrtillus</i> и <i>Vaccinium vitis-idaea</i> в условиях аэротехногенного загрязнения	198

Секция 4. Морфолого-физиологические и молекулярно-генетические аспекты влияния экологических факторов на организмы

Бажукова Н.В., Гурьев Д.В. Применение цитогенетических методов в радиоэкологических исследованиях	201
Малышева О.А., Москалев А.А. Роль генов транскрипционного фактора теплового шока и белков теплового шока в изменении продолжительности жизни <i>Drosophila melanogaster</i> при различных режимах освещения	202
Мезенцева В.Н., Вележанинов И.О., Москалев А.А. Радиоадаптивный ответ нейробластов личинок лабораторных линий <i>Drosophila melanogaster</i> , развивавшихся в условиях воздействия хронического низкоинтенсивного гамма-излучения	204
Плюснина Е.Н., Москалев А.А. Роль генов стресс-ответа (p53, mei-41, tefu) в радиоадаптивном ответе <i>Drosophila melanogaster</i>	206
Раскоша О.В. Сочетанное действие малых доз гамма-излучения и субстанции Серпистен на структурно-функциональное состояние эндокринных желез	209
Старобор Н.Н. Частота микроядер в тироцитах мышей линии СВА в условиях хронического низкоинтенсивного гамма-излучения	210
Широв А.С., Руцкина И.М. Частота сердечных сокращений у обыкновенного ужа (<i>Natrix natrix</i> L., 1758), обыкновенной (<i>Vipera berus</i> L., 1758) и степной (<i>V. renardi</i> Christoph, 1861) гадюк в условиях термопреферендума	212
Юшкова Е.А., Каса О.А. Особенности воздействия гамма-излучения в малых дозах на выживаемость дрозофилы	215

Секция 5. Физиология, биохимия и биотехнология растений и микроорганизмов

Бабак Т.В., Далькэ И.В. Особенности морфологической структуры и фотосинтетической активности <i>Comarum palustre</i> L. на Приполярном Урале	217
Вотинова Ю.М. Результаты сравнительного изучения способов стерилизации семян для выделения эндофитных бактерий	220
Герлинг Н.В. Структурные особенности хвои видов рода <i>Juniperus</i> на европейском Северо-Востоке России	221

Далькэ И.В., Захожий И.Г. CO ₂ -газообмен растений <i>Aconitum septentrionale</i> Koelle в естественных условиях на Приполярном Урале	224
Докшина О.В., Зейслер Н.А. Изменение морфо-физиологических показателей проростков видов рода <i>Avena</i> в условиях засухи	226
Козырева Ю.В., Плюснина С.Н., Маслова С.П. Сезонные изменения анатомической структуры корневищ травянистых многолетних растений	229
Колупаев А.В. Рудковская О.Н., Сунцова Н.В. Биодеструкция пестицидов ассоциациями почвенных микроорганизмов	231
Кузьмин Д.В., Броварова О.В. Основные структурные компоненты травянистых растений как сорбенты тяжелых металлов	233
Малышев Р.В. Энергетический баланс побегов на этапе ранневесеннего отрастания	235
Маркова О.В., Ахмадеева Э.М. Оценка эффективности взаимодействия растений фасоли с бактериальными ассоциациями эндофитов клубеньков в различных почвенно-экологических условиях	237
Матистов Н.В. Аккумулирующие свойства лука <i>A. angulosum</i> по отношению к некоторым микроэлементам	240
Нарайкина Н.В., Демин И.Н. Участие Δ12-ацил-липидной десатуразы в формировании устойчивости картофеля к гипотермии	241
Огородникова С.Ю. Динамика изменений биохимических показателей растений под влиянием метилфосфоновой кислоты	244
Одежчук Г.В., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю. Тестирование опасности отходов с использованием микроорганизмов	246
Паутова Н.В. Морфолого-анатомический анализ пролептических побегов лиственницы	248
Пестов С.В., Уфимцев К.Г., Лобов Д.А. Эколого-биохимические особенности формирования консортивных связей серпухи венценосной (<i>Serratula coronata</i> L.)	251
Синькевич М.С. Сахара как низкомолекулярные антиоксиданты при холодовом стрессе	252
Тарасова Т.С., Шевченко Е.А., Горшунцова Е.И., Бессолицына Е.А., Дармов И.В. Изучение ферментов лигнолитического комплекса микромицетов	255
Фазлиева Э.Р., Киселева И.С. Активность СОД и ПОЛ как элементы устойчивости растений <i>Tussilago farfara</i> L. и <i>Taraxacum officinale</i> Wigg. из местообитаний с разным уровнем техногенной нагрузки	256
Шадрин Д.М., Пылина Я.И. Хемотаксономический и молекулярно-филогенетический подходы в изучении распространения сапонинов и экдистероидов в растениях	259

Научное издание

XVII Всероссийская молодежная научная конференция
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ»

*Рекомендовано к изданию ученым советом
Института биологии Коми НЦ УрО РАН*

Редактор О.А. Гросу
Оригинал-макет Е.А. Волкова
Художник О.П. Велегжанинов

Лицензия № 0047 от 10.01.99.

Компьютерный набор. Подписано в печать 12.11.2010. Формат 60×84¹/₈. Печать офсетная.
Бум. офсетная. Усл. печ. л. 33.5. Уч.-изд. л. 33.0. Тираж 200. Заказ № 42.

Информационно-издательский отдел Коми научного центра УрО РАН.
167982, ГСП, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 48.