



В номере

СТАТЬИ

- Портнягина Н.** Рост, развитие и продуктивность *Hyssopus officinalis* L.
в среднетаежной подзоне Республики Коми 2
- Фефилова Е.** К биологии и экологии *Canthocamptus staphylinus*
(Harpacticoida, Copepoda) 5
- Евсеева Т., Майстренко Т., Белых Е.** Механизмы действия ^{232}Th и Ce (III)
на *Chlorella vulgaris* Beijer. Оценка вклада радиационного воздействия ^{232}Th
в индуцируемый эффект 8
- Загорская Н.** Действие факторов различной природы
на состав фосфолипидов печени мышевидных грызунов 14
- Панюков А.** Из опыта сельскохозяйственного освоения тундровых земель 16

СООБЩЕНИЯ

- Ткаченко К.** Старейшие ботанические сады Англии 20
- Табаленкова Г., Маслова С.** Влияние ценотического фактора
на рост и вегетативное размножение *Phalaroides arundinacea* 24
- Быкова Е., Пунегов В., Мишуоров В.** Содержание и компонентный состав
эфирного масла *Achillea millefolium* L. в условиях культуры 26

ЗАПОВЕДАНО СОХРАНИТЬ

- Денева С., Тетерюк Л.** Почвенный и растительный покровы
комплексного заказника «Белая Кедва» 28
- Косолапов Д.** Афиллофороидные макромицеты заказника «Уньинский» 35
- Паламарчук М.** Агарикоидные базидиомицеты сосновых лесов
Печоро-Ильчского заповедника (Республика Коми) 38
- Плотникова И.** Состояние ценопопуляций видов рода *Listera* (Orchidaceae)
в Печоро-Ильчском заповеднике 40

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

- Тимушева О.** О зимостойкости сортов смородины черной
в подзоне средней тайги Республики Коми 43

ЭКСПЕДИЦИИ

- Елсаков В., Тетерюк Б.** Спутниковые методы исследований
в мониторинге пастбищных угодий северного оленя 46

Издается
с 1996 г.

Главный редактор: к.б.н. А.И. Таскаев
Зам. главного редактора: д.б.н. С.В. Дегтева
Ответственный секретарь: И.В. Рапова
Редакционная коллегия: д.б.н. В.В. Володин, д.э.н., д.т.н. А.Н. Киселенко,
к.х.н. Б.М. Кондратенко, к.б.н. Е.Г. Кузнецова, к.б.н. Е.Н. Мелехина,
д.б.н. А.А. Москалев, к.б.н. А.Н. Петров, к.б.н. Н.В. Портнягина,
д.б.н. Г.Н. Табаленкова, к.с.-х.н. А.Л. Федорков, к.б.н. И.Ф. Чадин,
к.б.н. Т.П. Шубина



РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ *HYSSOPUS OFFICINALIS* L. В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

к.с.-х.н. Н. Портнягина
с.н.с. отдела Ботанический сад
E-mail: mishurov@ib.komisc.ru, тел. (8212) 24 56 59

Научные интересы: *интродукция кормовых и лекарственных растений*

Иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) – многолетний полукустарничек из семейства яснотковых с мощной мочковатой корневой системой и прямостоячими стеблями. Встречается в лесной и степной зонах Восточной Европы, на Кавказе, в Крыму, Казахстане и предгорьях Алтая. Культура иссопа известна с глубокой древности. В настоящее время он возделывается на небольших площадях в Крыму, Белоруссии и Молдавии в качестве эфиромасличного и лекарственного растения [1]. В качестве сырья используется надземная масса иссопа, она включена в фармакопею шести стран, Россия в их число не входит.

В верхушках надземных побегов иссопа в начале цветения содержится от 0.2 до 2 % эфирного масла, которое и определяет основное использование этого растения [4]. В народной медицине используется как отхаркивающее, противовоспалительное средство при бронхите, бронхиальной астме, катаре верхних дыхательных путей. Настой иссопа оказывает небольшое возбуждающее действие на секрецию пищеварительных желез, повышает аппетит, уменьшает процесс брожения в кишечнике. Наружно отвар и настой иссопа применяются для полоскания рта и горла при стоматите, ангине, охриплости голоса, плохом запахе изо рта, при лечении труднозаживающих ран. Болгарская медицина рекомендует применять настой при повышенной потливости. Трава иссопа считается слабодобитой. Применять ее внутрь следует с осторожностью, противопоказана беременным [5]. Иссоп – ценное медоносное растение, дающее пчелам много ароматного нектара и пыльцы. Иссоповый мед высоко ценится знатоками. Растение декоративно, вследствие чего разводится цветоводами. Цель исследований – изучение биологических и морфологических особенностей роста и развития иссопа лекарственного, определение продуктивности лекарственного сырья при выращивании в культуре в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми.

Исследования проведены в 1993-2003 гг. в ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар, подзона средней тайги). Объектами исследования служили образцы иссопа лекарственного разного географического происхождения, полученные по обменным спискам семян (делектусам) из ботанических садов СНГ. Происхождение исходного семенного материала следующее: 1) Московский образец получен в 1993 и 1996 гг. из Всероссийского института лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР); 2) Сибирский образец получен в 1993 г. из ВИЛАР, семена собраны в кол-

лекционном питомнике Сибирской зональной опытной станции ВИЛАР (г. Новосибирск); 3) Саратовский образец получен в 1994, 1996, 1998 гг. из Саратовского госуниверситета; 4) Сыктывкарский образец выращен в 1996 г. из семян местной репродукции, исходный материал из Саратова; 5) Дагестанский образец получен в 1996 г. из Дагестанского НЦ РАН (г. Махачкала).

Рост и развитие. При посеве семян различных образцов в теплице, в конце апреля, всходы появились на пятый-восьмой день, семена прорастали дружно. Всхожесть семян инорайонного происхождения была достаточно высокой (40-75 %) и зависела от срока хранения семян. На 10-15-й день жизни отмечены семядоли округлой формы диаметром 0.3-0.5 см, гипокотиль и укороченный главный побег, несущий две-три пары настоящих листьев ланцетной формы длиной 0.3-0.4 см. Корневая система – стержневая, слабовеетвящаяся, проникает в почву на глубину 5-7 см. К высадке рассады в открытый грунт в июне 40-50-дневные растения иссопа имели один неветвящийся главный побег высотой 10-12 см с 4-5 парами настоящих листьев ланцетной формы и довольно развитую корневую систему. Стержневой корень проникает в почву на глубину 11-13 см, боковые корни располагаются в радиусе 5-7 см от главного побега. Такие растения при пересадке отличаются высокой приживаемостью (до 90-95 %). К концу вегетации 30-50 % растений и. лекарственного, выращенных рассадным способом, прошли все фазы прегенеративного периода и находились в имматурном или виргинильном возрастных состояниях, 50-70 % растений перешли в генеративный период в зависимости от метеоусловий сезона, биопотенциала образцов и индивидуального развития особей.

Имматурные особи имели главный побег высотой 18-22 см с 12-14 парами стеблевых листьев. Для них характерно появление боковых побегов второго порядка в пазухах 3-4 пар стеблевых листьев. Листья ланцетные длиной 2.5-3.0 см, шириной 0.5-0.6 см. Стержневой корень начинает отмирать, боковые корни сильно разрастаются и ветвятся до третьего-четвертого порядков. Диаметр шнуровидных боковых корней 0.1-0.2 см, радиус их размаха 12-14 см. Корни проникают в почву на глубину 14-15 см.

У виргинильных растений главный побег достигал 25-30 см высоты и нес 16-18 пар листьев. Количество боковых побегов второго порядка увеличивалось до 6-8 пар, на них формировались боковые побеги третьего порядка. Для особей данного возрастного состояния характерны наличие хорошо

развитой мочковатой корневой системы и отсутствие стержневого корня. Однолетние особи вступали в генеративный период в конце августа–сентябре. Среди них 50 % растений только бутонизировали, остальные зацветали, но не образовывали полноценных семян. В этот период они формировали один-два разветвленных генеративных побега высотой 26-43 см и 1-4 (10) слаборазвитых вегетативных побегов высотой 1-5 см, отличались хорошо развитой мочковатой корневой системой, проникающей в почву на глубину до 20-25 см. Растения, выращенные из семян, высеянных непосредственно в открытый грунт в июне, формировали к концу вегетации один неветвящийся вегетативный побег 14-21 см высотой с зачатками боковых побегов второго порядка.

Зимостойкость растений первого года жизни зависела от метеоусловий в осенне-зимне-весенний период и возрастного состояния особей к концу вегетации. Например, однолетние растения четырех образцов и. лекарственного, привлеченных к изучению в 1998 г., вступившие в фазу массового цветения в сентябре и продолжавшие цвести в необычно теплом октябре, перенесли перезимовку плохо: 70-97 % растений погибли. Зимостойкость разных образцов первого года в 1994-1997 гг. составляла 50-76 %, на второй-четвертый год жизни – 68-95 %.

Начиная со второго года жизни все особи регулярно цвели и плодоносили. Многолетние особи начали отрастать в мае–начале июня при наступлении устойчивых положительных температур выше 5 °С. Сроки наступления фенологических фаз в большей степени зависели от метеоусловий сезона, а не от возраста растений, и составляли по годам: отрастание – 25.05-09.06, бутонизация – 04.07-30.07, цветение – 12.07-12.08, плодоношение – 20.08-25.09. Первые 20-25 дней вегетации и. лекарственный рос медленно (0.3-0.7 см в сутки), в течение следующих 30-35 дней темпы роста генеративных побегов увеличились до 1.5-2.3 см в сутки. Максимальной высоты (42-71 см) и полного развития особи достигали в фазе массового цветения. Морфологические показатели генеративных побегов второго-четвертого годов жизни близки по значениям. Диаметр развитого побега у основания 0.2-0.4 см. Главный побег

нес 6-15 пар стеблевых листьев длиной 2.5-3.6 см, шириной 0.5-0.8 см. В пазухах третьего-четвертого стеблевых листьев развивались 4-12 пар боковых побегов второго порядка длиной 12-25 см. Боковые побеги третьего порядка слаборазвитые длиной 2-3 см, от 8 до 12 пар на особь. И. лекарственный формировал одно центральное соцветие, состоявшее из 11-13 мутовок и 3-5 (10) пар удлиненных боковых соцветий длиной 7-16 (21) см, диаметром 1.2-2.2 см, в мутовке 7-9 цветков. Сначала распускались цветки на центральном побеге, затем последовательно – цветки соцветий на боковых побегах. Фаза цветения длилась более месяца. Массовое цветение отмечалось обычно в конце июля–августе. Цветок обоеполюй, длиной 0.5-0.7 см, чашечка трубчатая, пятизубчатая, опушенная, окраска венчика розовая, белая, но чаще фиолетовая, опыляется насекомыми. Корневая система растений мочковатая, хорошо развитая, проникает в почву на глубину до 30 см, основная масса корней располагается в пахотном слое 14-18 см. Нижняя часть побегов у двулетних растений одревесневает. Начиная со второго года жизни и. лекарственный ежегодно дает полноценные семена. В зависимости от метеоусловий сезона в августе-сентябре формируются зрелые семена, не уступающие по посевным качествам семенам инорайонного происхождения (табл. 1). В 1997-1999 гг. на хорошо подготовленных, чистых от сорняков и защищенных кулисами делянках у разных образцов иссопа лекарственного второго-четвертого годов жизни отмечался небольшой самосев. Созревшие семена легко осыпались при встряхивании сухих генеративных побегов и, попав в благоприятные почвенные условия, вскоре прорастали. Поздно созревшие семена прорастали следующей весной. Большая часть проростков обычно погибала из-за угнетения взрослыми особями или недостатка тепла и влаги. Растения, появившиеся в результате самосева, на следующий год к концу вегетации формировали один-пять побегов высотой 15-35 см, большинство из них находилось в фазе вегетации, часть растений зацветала.

Продуктивность надземной массы. В качестве лекарственного сырья у и. лекарственного используются цветущие облиственные верхушки растений.

Таблица 1

Морфобиологическая характеристика семян *Hyssopus officinalis* L.

Происхождение образца	Возраст, лет	Дата сбора	Масса 1000 семян, г	Размер семян, мм		Энергия прорастания, % / дни	Лабораторная всхожесть, % / дни
				длина	ширина		
Семена инорайонной репродукции							
Саратовский	–	1991 г.	0.81 ± 0.06	2.16 ± 0.02	1.0 1 ± 0.02	32/4	44/7
Московский	–	1996 г.	0.98 ± 0.05	2.40 ± 0.04	1.10 ± 0.01	70/4	82/6
Семена местной репродукции							
Саратовский	2	11.09.94	0.82 ± 0.02	2.40 ± 0.03	1.08 ± 0.02	48/4	63/7
Саратовский	3	29.09.95	0.80 ± 0.02	2.30 ± 0.04	1.00 ± 0.03	72/4	74/6
Саратовский	2	01.10.96	0.90 ± 0.04	3.50 ± 0.06	1.60 ± 0.04	74/4	78/6
Саратовский	4	25.09.97	1.00 ± 0.04	2.2 0 ± 0.03	1.10 ± 0.08	76/3	87/5
Московский	2	15.09.97	1.10 ± 0.05	2.30 ± 0.06	1.00 ± 0.03	88/4	92/7
Сыктывкарский	2	19.09.97	1.00 ± 0.03	2.20 ± 0.04	1.00 ± 0.04	68/3	96/5

Примечание: прочерк – возраст не установлен.

Опыты по отчуждению надземной массы у разных образцов второго-четвертого годов жизни проводили ежегодно с 1994 г. Установлено, что при отчуждении надземной массы зимостойкость растений снижается на 20-40 % и чем ниже высота среза от поверхности почвы (5-15 см), тем хуже особи зимуют. Кроме того, на следующий год отмечены неравномерное отрастание побегов в кусте, задержка фаз развития, ослабление роста однолетних побегов по сравнению с контрольными растениями, увеличение засоренности делянок, внедрение других видов (борщевика Сосновского, валерианы лекарственной, одуванчика лекарственного) прямо в середину куста многолетних особей из-за ослабления конкурентной способности вида.

В результате ежегодного отчуждения надземной массы в фазе цветения растения и. лекарственного на пятый год жизни поздно отросли, оказались под пологом быстрорастущих сорняков и в течение сезона постепенно выпали из травостоя. Для того, чтобы уменьшить отрицательное влияние отчуждения надземной массы на последующие рост и развитие растений и увеличить сроки использования травостоя на лекарственное сырье, необходимо отводить под посадки и. лекарственного светлые, солнечные участки с плодородной почвой, защищенные от ветра невысокими кулисами. Кроме того, следует скашивать надземную массу на сырье со второго года жизни растений, срезать цветущие верхушки побегов на высоте не менее 20-22 см от поверхности почвы один раз за сезон. Влияние органических и минеральных удобрений на рост и развитие растений не изучено.

Сравнительный анализ продуктивности надземной массы разных образцов и. лекарственного проведен на растениях второго-четвертого годов жизни в 1998-1999 гг. Проанализировано 80 нормально развитых растений, которые не проявляли признаков задержки роста и развития в результате отчуждения надземной массы в предыдущем году. Установлено, что продуктивность надземной массы и. ле-

карственного зависит как от количества побегов на растении, так и от мощности развития генеративных побегов, т.е. от высоты и диаметра главного побега, количества и размеров боковых побегов, листьев, соцветий. Количество побегов зависит от возраста растений. Так, на втором году жизни 84 % растений формировали от 20 до 62 побегов в кусте (в среднем 37 ± 2), 16 % – 8-13 (10 ± 2). На третий-четвертый годы жизни их количество у разных образцов возросло в 2.1-3.4 раза по сравнению с двухлетними особями (табл. 2). Мощность развития растений, которую определяли через такой показатель, как масса одного срезанного побега, зависела в большей степени от биопотенциала образцов, количества побегов на куст, фазы развития растений и в меньшей степени – от их возраста. У инорайонных образцов (Московский и Саратовский) второго-четвертого годов жизни масса одного побега, срезанного на высоте 17-23 см от поверхности почвы в фазе массового цветения, варьировала от 2.14 до 9.50 г, ее средние показатели достигали 5.22 и 7.96 г соответственно, в то время как у образца местной репродукции (исходный материал из Саратова) масса побега была ниже – в 1.4 раза, чем у московского, и в 2.0 раза, чем у исходного (табл. 2). Следует отметить, что максимального развития генеративные побеги достигали в фазе массового цветения, их масса в этот период увеличивалась в 2.4 раза по сравнению с фазой массовой бутонизации, что наблюдалось на растениях четвертого года жизни местного образца. Наибольшая продуктивность надземной массы иссопа лекарственного отмечена у растений третьего-четвертого годов жизни в фазе массового цветения. По сравнению с показателями продуктивности двухлетних растений она увеличилась в 1.8-4.1 раза. Продуктивность надземной массы последнего была в 2.3 раза ниже по сравнению с саратовским образцом. Растения, выращенные из семян местной репродукции, формировали в 1.5 раза больше побегов, чем особи исходного образца, но уступали по мощности развития побегов: масса одного срезанного побега была в 2.0 раза ниже у местного.

Сравнительный анализ эфирного масла пяти образцов и. лекарственного разного географического происхождения, произрастающих в нашей коллекции, проведенный Е.А. Тумановой и В.В. Пунеговым [2, 3], показал, что содержание эфирного масла в надземной массе и. лекарственного достигает максимума в фазу массового цветения (1.02-1.62 %), в тот же период повышается и доля изопинокамфона – основного компонента эфирного масла (55.7-56.8 %).

Таким образом, первичное интродукционное изучение разных образцов и. лекарственного в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми показало, что растение с успехом можно выращивать в культуре в качестве лекарственного. Начиная со второго года жизни и. лекарственный регулярно проходит все фазы развития и за 100-110 дней вегетации формирует зрелые семена с высокими посевными качествами, не уступающие по морфобиологи-

Таблица 2

Продуктивность надземной массы разных образцов *Hyssopus officinalis* L., M ± m (lim)

Происхождение образца, год жизни	Продуктивность, г/растение	Количество побегов, шт./растение
Московский		
второй	– (–)	47 ± 9 (27-62)
третий	376 ± 47 (265-455)	80 ± 20 (42-123)
четвертый	324 ± 58 (155-735)	31 ± 4 (23-35; у 33 %) 74 ± 6 (56-99; у 67 %)
Саратовский		
второй	146 ± 29 (75-277)	10 ± 2 (8-13; у 16 %) 37 ± 2 (20-62; у 84 %)
третий	607 ± 48 (390-820)	83 ± 9 (43-147)
Сыктывкарский		
третий	– (–)	124 ± 10 (105-148)
четвертый	82 ± 16 (50-195; бутонизация) 268 ± 29 (165-455; цветение)	27 ± 4 (16-39; у 33 %) 92 ± 9 (54-163; у 67 %)

Примечание: прочерк – учет не проводили.

ческим показателям семенам инорайонного происхождения. В благоприятных почвенных условиях он дает небольшой, но стабильный самосев. На сроки прохождения фаз развития большое влияние оказывают метеословия сезона.

Зимостойкость и. лекарственного в первый год жизни невысокая (50-76 %) и зависит от метеословий года и возрастного состояния растений к концу вегетации. Однолетние особи, находящиеся в прегенеративном периоде, лучше переносят перезимовку, чем растения, вступившие в генеративный период. Зимостойкость растений второго-четвертого годов жизни – 68-95 %. Количество побегов на растении зависит от возраста и биопотенциала образцов: на второй год жизни – в среднем 37 шт., на третий-четвертый их количество увеличивается в 2.1-3.4 раза и составляет в среднем 74-124 шт. Отчуждение надземной массы на сырье снижает зимостойкость растений на 20-40 %. Кроме того, оно оказывает отрицательное влияние на рост и развитие растений в последующие годы: отмечаются неравномерное отрастание однолетних побегов, задержка фаз развития, ослабление конкурентоспособности вида.

Продуктивность лекарственного сырья зависит от биопотенциала образцов, возраста и фазы развития растений. Наибольшая продуктивность надземной массы отмечается у иссопа лекарственного третьего-четвертого годов жизни в фазе массового цветения, когда побеги достигают полного развития. Их показатели в 1.8-4.1 раза выше, чем у двулет-

них растений, и варьируют от 268 до 607 г сырой массы на особь. Содержание сухого вещества на особь колеблется в образцах от 27.0 до 34.3 %. Для увеличения сроков использования травостоя необходимо выращивать и. лекарственный на высоком агрофоне, на солнечных, защищенных от ветра участках. Следует начинать заготовку сырья со второго года жизни растений, срезать цветущие верхушки побегов на высоте не менее 20-22 см от поверхности почвы один раз за сезон, а также проводить регулярные прополки и рыхление почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бодруг М.В. Интродукция новых эфиромасличных растений в Молдове. Кишинев, 1993. 260 с.
2. Туманова Е.А., Пунегов В.В. Исследование компонентного состава эфирных масел душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) и иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) в условиях подзоны средней тайги // Введение в культуру и сохранение на севере коллекций полезных растений. Екатеринбург, 2001. С. 177-183.
3. Туманова Е.А., Пунегов В.В. Особенности биосинтеза моно- и сесквитерпеноидов эфирного масла *Hyssopus officinalis* L. различного географического происхождения при культивировании в условиях Севера // Создание и сохранение коллекций полезных растений и выявление путей их адаптации к условиям Севера. Сыктывкар, 2006. С. 155-158. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 179).
4. Флора СССР. М.-Л.: Наука, 1954. Т. 21. 451 с.
5. Энциклопедия народной медицины. М., 1998. Т. 6. 384 с. ❖



К БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ *CANTHOCAMPTUS STAPHYLINUS* (НАРАСТИСОИДА, СОРЕПОДА)

к.б.н. **Е. Фефилова**
 н.с. лаборатории ихтиологии и гидробиологии
 E-mail: fefilova@ib.komisc.ru, тел. (8212) 43 63 84

Научные интересы: экология водных сообществ, зоопланктон, биология и экология ракообразных

Известно, что гарпактицида *Canthocamptus staphylinus staphylinus* (Jurine, 1820) (см. рисунок) – один из наиболее широко распространенных представителей своего подотряда в пресных водах Палеарктики. Он был найден в Северной Африке, Японии, Новой Зеландии. Вид широко распространен на северо-востоке европейской России в Республике Коми и сопредельных районах: Большеземельской тундре, на архипелаге Новая Земля [1, 3, 9, 10].

Обилие сведений о географической приуроченности вида согласуется с относительно хорошей изученностью его биологии и экологии. Этому способствовали особенности рачка: его крупные для гарпактицид размеры (0.8-1.0 мм) и высокая экологическая пластичность. *C. s. staphylinus* обитает в водоемах самого различного типа: от весенних луж до крупных озер и рек.

Он относится к пресноводным формам, но иногда встречается в солоноватых устьях рек, заливах, лиманах [3, 4, 8], населяет горные водоемы на высоте до 3 тыс. м н.у.м. [11, 12], он способен существовать в водах с реакцией от кислой до щелочной (рН 4.1-



Самка *Canthocamptus staphylinus staphylinus* (фрагмент) с яйцевым мешком.

8.4) [1]. По отношению к качеству воды вид также проявляет высокую толерантность, некоторыми авторами характеризуясь как β-мезо- и полисапроб для профундали озер и олигосапроб для литорали [17]. Согласно одним утверждениям [16], в озерах Финляндии и Ладожском озере обилие рачка положительно коррелирует с концентрацией фосфора и отрицательно – с концентрацией кислорода. По другим данным [5], загрязнение не влияет на распределение *C. s. staphylinus* в литоральных биотопах Ладожского озера, в противоположность другим обитающим здесь видам гарпактицид. Нами популяция *C. s. staphylinus* была обнаружена в том числе в водоемах, загрязненных нефтью, в β-мезосапробных условиях. Концентрация нефтепродуктов здесь колебалась с мая по сентябрь в воде от 0.4 до 2.9 мг/л

(0.8-59.2 ПДК для рыбохозяйственных целей), а в донных отложениях – от 33.3 до 315.0 мг/кг [7].

Кроме того, на северо-востоке европейской России *C. s. staphylinus* встречается в планктоне и бентосе водотоков и пресных стоячих вод: озер, рек и временных водоемов (лесных луж). В крупных водоемах рачок населяет небольшие глубины (до 2.5 м), различные минеральные и растительные субстраты, заиленные и без заиления. Его численность в этих водоемах в летнее время невысока. В Вашуткиных озерах (Большеземельская тундра), по данным Е.В. Боруцкого [2], в июле-августе обилие вида в бентосе составляло только <1 экз./м², встречаемость – 4 %. Нами наибольшие значения численности и биомассы рачка зарегистрированы в безымянных мелких озерах западной части Большеземельской тундры. Они составили 220 экз./м² и 3.4 мг/м² соответственно. Во временных лужах *C. s. staphylinus* в массе встречается поздней весной. Это один из немногих гарпактицид, обитающих во временных водоемах. Адаптация вида к условиям мелких водоемов позволяет культивировать его в лабораторных условиях в небольших по объему сосудах, что только добавляет популярности *C. s. staphylinus* у экологов и биологов. Как результат, этот вид является среди пресноводных гарпактицид одним из наиболее хорошо изученным во всех отношениях.

О биологии *C. s. staphylinus* известно, что он размножается как половым путем, так и партеногенетически, что является редким явлением для гарпактицид (известно еще только два вида этих ракообразных, для которых установлен партеногенез). Для *C. s. staphylinus* бесполой тип размножения тоже не част. Так, партеногенетическая популяция вида (самцов 0.28 % численности вида) наблюдалась в оз. Пааярви в Финляндии, остальные же изученные популяции рачка в этой стране оказались бисексуальными [17]. Продолжительность жизни *C. s. staphylinus* составляет 12-15 месяцев [20].

В водоемах Западной Европы активные стадии *C. s. staphylinus* присутствуют в течение года, исключая период декабрь-февраль, причем в одних регионах копулирующие особи и самки с яйцевыми мешками наблюдаются с сентября по ноябрь, а неполовозрелые рачки – в весенние и летние месяцы. В других – размножение *C. s. staphylinus* происходит в конце июля-

августе или октябре-декабре, либо апреле-мае в зависимости от климато-метеорологических условий. Во всех случаях в течение года имеются периоды, когда вид в водоемах, где известно, что он обитает, обнаружен не был. Эти сезоны *C. s. staphylinus* проводит в стадии покоя в виде цист, в которых заключено взрослое животное [13]. Образование цист не только помогает гарпактицидам переносить неблагоприятные условия среды, такие как пересыхание водоема, но и является обязательным в их жизни явлением, так как происходит и в крупных водоемах, где резких изменений экологических условий не наблюдается [2]. Цисты *C. s. staphylinus* диаметром 0.6 мм, обычно покрыты детритом. В водоеме они лежат на поверхности субстрата, не зарываясь. В условиях лабораторных экспериментов в сосудах цисты могут быть прозрачны [17]. Активные стадии *C. s. staphylinus* наибольшей численности достигают в холодные сезоны. Температура и продолжительность светлого времени суток являются основными (но не единственными) факторами, инициирующими инцистирование рачка [5, 6, 17]. Дополнительно к ним имеют место также эндогенные механизмы, так как было показано, что в профундальной зоне глубоководного озера, на глубине до 140 м, где температура не превышает 6.2 °С, цисты все же формируются [10]. Размножение *C. s. staphylinus* происходит один или два раза в год. В некоторых источниках [2] вид называется моноциклическим, тогда как для описанной в оз. Пааярви партеногенетической популяции и популяции Ладожского озера было характерно наступление периодов размножения дважды в год: весной и осенью [5, 6, 17]. Приуроченность размножения и пиков численности *C. s. staphylinus* к этим сезонам, возможно, помогает виду избежать конкуренции с другими формами гарпактицид, которые лучше приспособлены к интерстициальным условиям и максимально активны летом [5]. Е.В. Боруцкий называет *C. s. staphylinus* стенотермным холодолюбивым видом [2]. Исследования биологии рачка не всегда это подтверждают. По одним данным [18], действительно, смертность эмбрионов *C. s. staphylinus* в партеногенетической популяции увеличивается при повышении температуры, а скорость постэмбрионального развития вида оказывается наибольшей при температуре ниже 10 °С. Другие исследования показали [14], что эмбриональное разви-

тие *C. s. staphylinus* протекает в течение четырех дней при температуре воды 20 °С и девять дней при 10 °С. Постэмбриональное развитие занимает 30 дней при 12 °С (или даже до 44 дней по [17]) и лишь 19 дней при 20 °С (при данной температуре воды полный онтогенез занимает 27.1 дней). Все эти противоречивые сведения объясняются внутривидовыми особенностями в биологии партеногенетической популяции из крупного олиготрофного озера и бисексуальных популяций из мелких прудов и луж [17].

На северо-востоке европейской России мы наблюдали только двуполое популяции *C. s. staphylinus*. Рачки встречались весной и летом: с апреля по август. Самки с яйцевыми мешками этого вида были обнаружены 9 июля в оз. Амбарты (Большеземельская тундра) при температуре воды 11.5-12.5 °С, 12 июля в Нювчимском водохранилище (бассейн р. Вычегда) при температуре 27.0 °С. В прудах в районе г. Сыктывкар самцы и самки, в том числе яйценосные, этих гарпактицид попадают в планктонных пробах начиная с 26 апреля, когда температуре воды около 3.0 °С. В конце мая-начале июня при температуре свыше 20 °С яйценосные самки еще присутствуют в популяциях, но большую часть их составляют неполовозрелые рачки. В третьей декаде июня в прудах встречаются лишь созревшие *C. s. staphylinus* без яйцевых мешков. В последующие месяцы лета, осени и зимы рачки в планктоне прудов отсутствуют.

Во временных водоемах (лесные лужи) в черте Сыктывкара *C. s. staphylinus* появляется подо льдом в конце апреля, едва водоемы оттаивают. С этого же времени начинается период размножения рачка: 27 апреля 2000 г. в луже были найдены копулирующие самцы и самки этого вида, но, что важно, ни одной самки с яйцевым мешком. После перенесения рачков в лабораторию при комнатной температуре они образовывали яйцевые мешки на следующий день, через несколько часов.

Другой опыт культивирования *C. s. staphylinus* из того же водоема получен в 1999 г. Он начался с одновременного наблюдения популяций в лаборатории в чашках Петри и в природных условиях. Начало наблюдений пришлось на 3 июня, когда температура воздуха составляла 17 °С, глубина водоема – 1.2 м. В это время в луже *C. s. staphylinus* размножался: были обнаружены в массе половозрелые

самцы, самки с яйцевыми мешками и науплиусы. Доля самок с яйцевыми мешками составляла 16.0 % количества всех самок. Наблюдение развития *C. s. staphylinus* в лаборатории началось с науплиальных стадий¹. В водоеме рост *C. s. staphylinus* от науплиуса до взрослой стадии продолжался около 22 дней при температуре воды 11.1-19.1 °С. При более теплом температурном режиме и менее значительных суточных перепадах температуры в условиях эксперимента вид достигал половозрелости быстрее, за 19 дней (см. таблицу). Постепенное повышение температуры воды в экспериментальных сосудах до 25.6 °С привело к гибели части уже половозрелых особей. Резкое понижение температуры воды также неблагоприятно сказывалось на гарпактицидах. При добавлении в сосуды (где вода была комнатной температуры) со взрослыми особями охлажденной воды (4 °С) тоже наблюдали гибель рачков. Состояние гарпактицидов в водоеме со времени достижения ими половозрелости до высыхания водоема оставалось без изменений. В период пересыхания водоема, с 6 июля по 17 сентября, взрослые рачки были обнаружены во влажном верхнем слое донного субстрата. Они были малоподвижны после перенесения в воду. Уменьшение активности *C. s. staphylinus* наблюдалось в эти же сроки и в условиях лаборатории при постоянном уровне воды в сосудах. Как показал эксперимент, данный вид способен переносить без видимых изменений кратковременное (несколько часов) полное высыхание водоема, также как *Susjuroidea*, населяющие ту же лужу. Второго сентября в экспериментальных сосудах *C. s. staphylinus* копулировали, но самки не образовывали яйцевые мешки. С этого времени до окончания эксперимента состояние гарпактицидов в чашках Петри не изменялось. Эксперимент был завершен после гибели всех рачков, видимо, от недостатка питания 2 декабря этого же года. После наполнения водоема 27 сентября в природных условиях встречались взрослые особи *C. s. staphylinus*. В 1999 г. покрытие лужи льдом произош-

Постэмбриональное развитие *Canthocamptus staphylinus staphylinus* во временном водоеме в окрестностях Сыктывкара (верхняя строка) и в лабораторных условиях (нижняя строка), 3-24 июня 1999 г.

Дата	Температура воды, °С	Копеподитная стадия	Длина копеподита, мм
3 июня	—	0	—
	—	0	—
8 июня	—	0	—
	—	III-IV	0.50
15 июня	11.1	I-III	До 0.45
	17.2	V	0.65
21 июня	14.9	IV	0.40-0.90
	24.0	VI	0.80
24 июня	19.1	VI	0.75-0.80
	22.3	VI	0.80

Примечание: прочерк – сведения отсутствуют.

ло 20 октября, когда глубина водоема составляла 0.2 м. В этих условиях гарпактициды обнаружены не были. Изучение *C. s. staphylinus* на северо-востоке европейской России показало некоторые особенности его экологии и биологии. Отмечена его высокая экологическая пластичность по отношению к различным факторам среды: антропогенному загрязнению, минерализации воды, температуре, гидрологическим факторам. Отношение *C. s. staphylinus* к загрязнению не позволяет использовать его в качестве биоиндикатора, по крайней мере, в вышеназванном регионе. Температура воды, безусловно, контролирует наступление у вида активных периодов и диапаузы, а также периодов размножения. Возможно, температура ингибирует репродуктивную способность рачков на стадии вылупления науплиусов, так как яйценосных самок наблюдали в природе при достаточно высокой температуре воды (27 °С), которая в условиях эксперимента оказалась даже выше критической для взрослых активных животных. Очевидно, что в исследованных мелких постоянных и временных водоемах региона вид является моноциклическим холодолюбивым с весенним пиком обилия и периодом размножения. Оптимальными для размножения рачка признаны температуры воды до 12.5 °С. Факторами, инициирующими начало репродуктивного периода, являются фотопериод (19 ч) и эндогенные процессы, так как гарпактициды становятся активны и копулируют еще подо льдом при температуре воды близкой к 0 °С. Температура инициирует образование яиц. Повышение

температуры ускоряет постэмбриональное развитие рачков из временных водоемов, как это было показано ранее [15]. Способность *C. s. staphylinus* существовать в водоемах различного типа касается только стоячих водоемов с нормальной и слабо щелочной реакцией среды. Цисты *C. s. staphylinus* в мелких водоемах региона исследований пока не обнаружены.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Боруцкий Е.В.* Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) Вашуткиных озер (бассейна р. Усы) // Гидробиологическое изучение и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М., 1966. С. 51-52.
2. *Боруцкий Е.В.* Harpacticoida пресных вод. М.-Л., 1952. 425 с. – (Фауна СССР. Ракообразные. Т. III, вып. 4).
3. *Вехов Н.В.* Ракообразные водоемов приморских участков восточного побережья архипелага Новая Земля // Биол. внутренних вод, 1998. № 1. С. 14-20.
4. *Дяхтер М.Н.* Видовой состав и распределение низших ракообразных мезобентоса в заливах дельты Килийского рукава Дуная // Гидробиол. журн., 1968. Т. IV, № 6. С. 13-19.
5. *Курашов Е.А.* Мейобентос как компонент озерной экосистемы. СПб., 1994. 224 с.
6. *(Курашов Е.А.)* Kurashov E.A. Distribution and summer diapause of *Canthocamptus staphylinus* (Jurine) (Copepoda: Harpacticoida) in lake Ladoga // Hydrobiol., 1996. Vol. 320. Diapause in the Crustacea / Eds. V.R. Alekseev, G. Fryer. P. 191-196.
7. Мониторинг окружающей среды в зоне аварии / *Г.М. Баренбойм, Г.Н. Ерцев, А.И. Таскаев* и др. // Опыт ликвидации аварийных разливов нефти в Усинском районе Республики Коми (Материалы реализации проекта). Сыктывкар, 2000. С. 83-146.
8. *Монченко В.И., Полищук В.В.* О гарпактицидах (Crustacea, Harpacticoida) советского участка низовьев Дуная и его дельты // Вестн. зоол., 1969. № 6. С. 58-64.
9. *Фефилова Е.Б.* Распространение и биотопическое распределение гарпактицидов (Harpacticoida, Copepoda) на северо-востоке европейской России // Биол. внутренних вод, 2006. № 4. С. 9-16.
10. *(Фефилова Е.)* Fefilova E. Seasonal development of harpacticoida

¹ В постэмбриональном развитии гарпактицидов имеется несколько науплиальных стадий, у *C. s. staphylinus* их шесть [19]. К сожалению, не было установлено, с какой именно науплиальной стадии начались наблюдения гарпактицидов в лаборатории.

copepods in the North-East of European Russia // *Fundamental and Applied Limnology* (Archiv für Hydrobiologie), 2007. Vol. 170/1. P. 65-75.

11. *Damian-Georgescu A.* Fauna Republicii Socialiste Romania. Crustacea. Vol. IV. F. 11. Copepoda. Harpacticoida. Bucharest (Romania), 1970. 249 p.

12. *Dumont H., Laureys P., Pensaert J.* Anostraca, Conchostraca, Cladocera and Copepoda from Tunisia // *Hydrobiol.*, 1979. Vol. 66, № 3. S. 259-274.

13. *Krüger P.* Beiträge zur Kenntnis der Oogenese bei Harpacticiden nebst biologischen Beobachtungen // *Arch. Zellforsch.*, 1911. Bd 6. 165 S.

14. *Robertson A.L.* Lotic meiofaunal community dynamics: colonisation, resi-

lience and persistence in a spatially and temporally heterogeneous environment // *Freshwater Biol.*, 2000. Vol. 44. P. 135-147.

15. *Rouch R.* Le developpement et la croissance des Copepodes harpacticides cavernicoles (Crustaces) // *Comptes Rendus de l'Academie Des Sciences* (Paris), 1961. № 4 (252). P. 4062-4064.

16. *Särkkä J.* Meiofauna ratios as environmental indicators in the profundal depths of large lakes // *Environmental monitoring and assessment*, 1996. Vol. 42, № 3. P. 229-240.

17. *Sarvala J.* A parthenogenetic life cycle in a population of *Canthocamptus staphylinus* (Copepoda: Harpacticoida)

// *Hydrobiol.*, 1979. Vol. 62, № 2. P. 113-129.

18. *Sarvala J.* Effect of temperature on the duration of egg, nauplius and copepodite development of some freshwater benthic Copepoda // *Freshwater Biol.*, 1979. Vol. 9. P. 515-534.

19. *Sarvala J.* The naupliar development of six species of freshwater harpacticoid Copepoda // *Ann. Zool. Fennici.*, 1977. Vol. 14. P. 135-161.

20. The biology and ecology of lotic microcrustaceans / *M.-J. Dole-Olivier, D.M.P. Galassi, P. Marmonier et al.* // *Freshwater Biol.*, 2000. Vol. 44. P. 63-91. ❖

МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ ²³²Th И Ce (III) НА *CHLORELLA VULGARIS* BEIJER. ОЦЕНКА ВКЛАДА РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ²³²Th В ИНДУЦИРУЕМЫЙ ЭФФЕКТ¹

Зарождение радиобиологии как науки было связано с исследованием биологического действия тяжелых естественных радионуклидов (ТЕРН) [9]. Однако до настоящего времени существует ряд принципиально важных нерешенных вопросов в этой области. Предпринятые в последнее время исследования по оценке последствий воздействия повышенных уровней естественной радиоактивности на биоту показали, что сложности, возникающие при решении этой задачи, связаны в значительной мере с недостатком информации о механизмах действия ТЕРН и трудностью оценки их радиобиологического и токсического эффекта [17, 19, 20].

В предыдущей нашей публикации [5], целью которой являлось изучение закономерностей реакции хлореллы на воздействие ²³²Th, было установлено, что в снижении токсического эффекта радионуклида процессы восстановления поврежденных ДНК играют более важную роль, чем глутатионзависимый путь. Но по результатам этого исследования невозможно оценить, насколько связан наблюдаемый биологический эффект с химической токсичностью ²³²Th и влиянием его излучения. Выяснение такого вопроса, важного с точки зрения экологического нормирования, проблематично по причине отсутствия нерадиоактивных изотопов ТЕРН. Одним из возможных путей решения проблемы является сопоставление дозовых (концентрационных) зависимостей и механизмов действия ТЕРН с эффектами сходных по химическим свойствам нерадиоактивных элементов. Цель настоящего исследования – оценить вклад радиационного воздействия ²³²Th в индуцированный у *Chlorella vulgaris* Beijer токсический эффект на основе сопоставления кон-



д.б.н. Т. Евсеева
в.н.с. отдела радиозоологии



к.х.н. Т. Майстренко
н.с. этого же отдела



к.б.н. Е. Белых
н.с. этого же отдела

тел. (8212) 43 04 78

Научные интересы: радиозоология, экотоксикология, радиобиология, цитогенетика

центрационных зависимостей и механизмов действия радионуклида и его химического аналога Ce (III).

Материалы и методика

Для оценки токсичности нитратов ²³²Th (IV) и Ce (III) применяли аттестованную «Методику определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer)» с модификациями, подробно описанными ранее [5]. Культуру водоросли выращивали на 50 %-ной среде Тамийя, из которой был исключен комплексообразователь ЭДТА. Для поддержания экспоненциальной стадии роста водоросль ежедневно пересеивали на свежую питательную среду и наращивали в течение суток в культиваторе. Затем суспензию разбавляли 50 %-ной средой Тамийя до оптической плотности 0.140 ± 0.005 . Измерение оптической плотности культуры проводили в стандартной кювете (толщина 10 мм) на фотометре КФЖ-3 при длине волны 670 нм. Для оценки токсического эффекта по 10 мл полученной описанным выше способом суспензии водоросли засеивали в 240 мл дистилли-

¹ Работа в полном объеме опубликована в журнале «Радиационная биология. Радиозоология», 2008 (Т. 48, № 3. С. 370-377) и частично поддержана проектами МНТЦ 3003 и К-1328.

рованной воды (интактный контроль), растворов кофеина (0.02 ммоль/л) или бутионинсульфоксими-на (BSO) (0.02 ммоль/л). Все пробы, разлитые в стек-лянные химические стаканы, выдерживали 4 ч при температуре 24 °С и освещенности 3.9-4.0 тыс. люкс от ламп Phillips TLD-36W/840.

Эти пробы использовали для приготовления кон-трольного и экспериментальных образцов. Изучали раздельное действие ²³²Th либо Се, а также их влия-ние на прирост биомассы хлореллы в присутствии кофеина либо бутионинсульфоксими-на (BSO). Для приготовления проб, содержащих определенные кон-центрации ²³²Th либо Се, в суспензию хлореллы вводили автоматическим микродозатором аликво-ту из матричных растворов нитратов ²³²Th и Се с концентрацией по катиону 0.77 и 0.71 ммоль/л со-ответственно. Затем из приготовленных описанным способом контрольной и каждой эксперименталь-ной пробы (рН 6.5-7) автоматическим дозатором брали аликвоты по 6 мл и переносили в стандарт-ные кюветы. В каждой кювете исходно содержа-лось 154000 ± 26000 клеток водоросли/мл. Оценку плотности культуры водоросли проводили с исполь-зованием камеры Горяева по методике [3].

Кюветы для наращивания хлореллы помещали на 24 ч в культиваторы с автоматически враща-ющимся кюветодержателем. Температура (36 ± 0.5 °С), освещенность (1400 люкс) и содержание СО₂ (0.03 %) поддерживали постоянными в течение всего эксперимента. В каждом культиваторе находилось по шесть кювет с суспензией водоросли в дистил-лированной воде (интактный контроль) и 12 кювет с определенным экспериментальным образцом.

При завершении опыта измеряли оптическую плотность суспензии водоросли. По соотношению средних величин конечной оптической плотности опытных вариантов и контрольных оценивали ток-сичность проб (%):

$$T = D_{\text{оп.}} / D_{\text{конт.}} \times 100, \quad (1)$$

где $D_{\text{оп.}}$ и $D_{\text{конт.}}$ – среднее значение конечной (через 24 ч) оптической плотности соответственно опытного и кон-трольного образцов.

Для оценки по формуле (1) прироста биомассы хлореллы (T) при действии определенного ингибито-ра совместно с ²³²Th либо Се использовали в качест-ве контрольного ($D_{\text{конт.}}$) среднее значение оптичес-кой плотности суспензии водоросли после 24 ч раз-множения в растворе с одним только кофеином либо BSO.

Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами [4, 8]. Достоверность различий между значениями оптической плотности контрольных и опытных образцов оценивали по кри-терию Стьюдента. Для идентификации формы до-зовых зависимостей применяли регрессионный ана-лиз.

Реактивы: ²³²Th(NO₃)₄·4H₂O – ч. (фирма В/О «Изо-топ»), Се(NO₃)₃·6H₂O – ч. (фирма «Реактив»), кофе-ин (С₈Н₁₀Н₄О₂) – 99 % и DL-бутионин-(S,R)-суль-фоксимин (С₈Н₁₈Н₂О₃S) – 98 % («Sigma»). Для при-готовления среды Тамияя использованы реактивы квалификации х.ч. (фирма ЗАО «Вектон»).

Результаты

Изучение зависимостей «концентрация–эффект» при действии ²³²Th и Се на *Chlorella vulgaris* Beijer

В предыдущем исследовании [5] было установ-лено, что в диапазоне концентраций ²³²Th 0.001-1.551 мкмоль/л прирост биомассы водоросли не отличается достоверно от регистрируемого в конт-роле. Дополнительно проведенные исследования (рис. 1) показали, что статистически значимое (р = 0.03) снижение оптической плотности суспензии клеток хлореллы (на 9.45 % по отношению к конт-ролю) наблюдается, начиная с концентрации ²³²Th 1.595 мкмоль/л. На основе эмпирических данных ранее был сделан [5] вывод о нелинейной зависимо-сти токсического эффекта от содержания ²³²Th в суспензии хлореллы. Действительно, оценка аппрок-симации экспериментальных данных регрессионны-ми моделями разной сложности показала (табл. 1), что качество аппроксимации достоверно увеличи-вается при переходе от линейной модели к нели-нейной. Наилучшие результаты при аппроксима-ции эмпирической зависимости прироста биомассы хлореллы от концентрации ²³²Th дает линейно-квад-ратичная модель.

Химическими аналогами ²³²Th являются Се, Zr и Hf [12, 13]. Тем не менее, Zr (4d₂ 5s₂) и Hf (5d₂ 6s₂) относятся к d-элементам, а их ионные радиусы

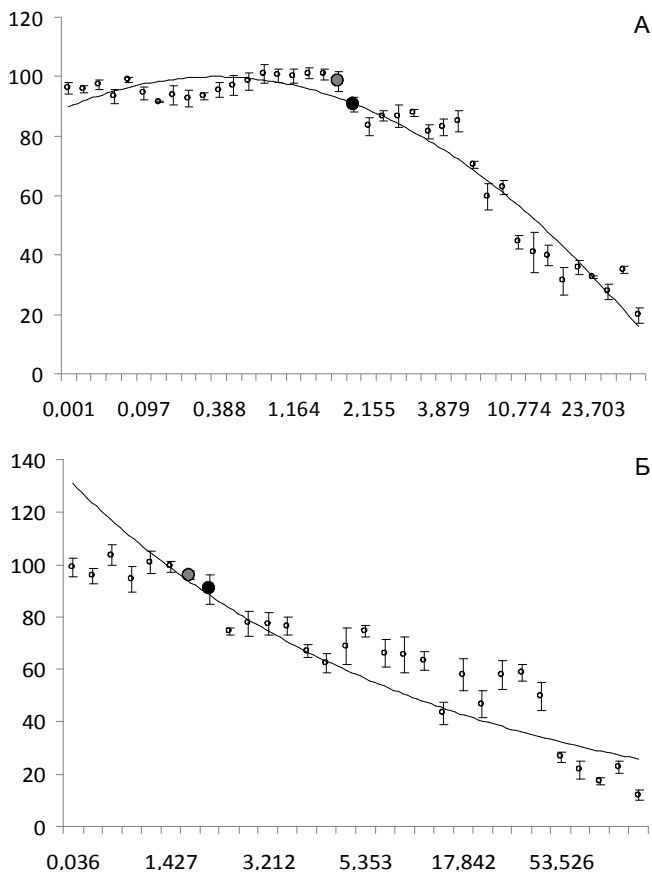


Рис. 1. Влияние концентрации (мкмоль/л; по оси абсцисс) ²³²Th (А) и Се (Б) на прирост биомассы *Chlorella vulgaris* Beijer (%; по оси ординат). Здесь и далее: серый маркер – максимальная концентрация, при которой не наблюдается достоверный эффект; черный маркер – минимальная концентрация, при которой наблюдается достоверный эффект.

Таблица 1

Результаты сопоставления качества аппроксимации разными регрессионными моделями данных о зависимости прироста биомассы хлореллы от концентрации ²³²Th (1) либо Се (2)

Модель	R ²	S _R ²	F	p _F	H ₁ /k ₁ (H ₂ /k ₂)
1 Линейная	0.92	7.66	400.50	<0.001	–
Экспоненциальная	0.95	0.10	699.00	То же	4.71 ^{***} /37
Линейно-квадратичная	0.96	5.03	488.47	» »	6.00 ^{***} /36 (3.00 ^{***} /36)
2 Линейная	0.79	12.09	103.82	» »	–
Экспоненциальная	0.89	0.19	216.14	» »	4.95 ^{***} /27 (4.16 ^{***} /27)
Линейно-квадратичная	0.82	11.52	59.07	» »	2.08 [†] /26

Примечание. Здесь и далее: различия между значениями коэффициентов детерминации сравниваемых моделей достоверны при p < 0.05 (*), p < 0.001 (**), p < 0.001 (****) для соответствующего числа степеней свободы. R² – коэффициент детерминации; S_R² – стандартная ошибка коэффициента детерминации; F – значение критерия Фишера; p_F – достоверность критерия Фишера; H₁ – значение критерия Хайека, вычисленного при сравнении коэффициентов детерминации линейной модели и соответствующей нелинейной с числом степеней свободы k₁; H₂ – значение критерия Хайека для наилучшей регрессионной модели с числом степеней свободы k₂.

(0.71 Å для Hf⁴⁺ и 0.72 Å – Zr⁴⁺) существенно меньше, чем у ²³²Th (0.99 Å). Конфигурации внешних электронных орбиталей у ²³²Th и Се сходны: 5f₂ 7s₂ и 4f₂ 6s₂ соответственно. Близки и размеры их ионных радиусов, которые равны 0.99, 1.034 и 0.92 Å соответственно для Th⁴⁺, Се³⁺ и Се⁴⁺ [10, 13]. В степени окисления III Се более устойчив и находится в природных условиях именно в этом состоянии [10]. В виду того, что Се⁴⁺ является сильным окислителем (E₀ = + 1.77), он быстро восстанавливается до Се³⁺. Поэтому в наших экспериментах в качестве нерадиоактивного химического аналога ²³²Th был использован Се³⁺ в виде Се(NO₃)₃.

Из полученных результатов (рис. 2) следует, что при действии на хлореллу Се, как и ²³²Th, выделяется диапазон концентраций (0.036-1.642 мкмоль/л), в пределах которого регистрируемый по оптической плотности прирост биомассы водоросли достоверно не отличается от контрольного. При содержании Се 1.784 мкмоль/л наблюдается статистически значимое снижение оптической плотности суспензии клеток хлореллы на 9.26 % по отношению к контролю. Дальнейшее увеличение концентрации Се приводит к постепенному повышению уровня токсического эффекта. Наилучшие результаты при аппроксимации эмпирической зависимости прироста биомассы хлореллы от концентрации Се дает экспоненциальная модель (табл. 1).

При выборе математической модели важно, чтобы ее структура отвечала биологической сущности анализируемого явления. Как отмечено выше, в пре-

делах определенного диапазона концентраций Се и ²³²Th регистрируемый по оптической плотности прирост биомассы водоросли достоверно не отличается от контрольного. Диапазон концентраций, которые не вызывают достоверный токсический эффект, выявлен в случае раздельного и совместного действия на разные биологические объекты как неорганических соединений металлов, так и органических поллютантов [23, 26]. Поэтому логично полученные эмпирические зависимости разделить на два диапазона концентраций, в пределах которых ответная реакция хлореллы на воздействие ²³²Th либо Се принципиально различается. В первом диапазоне концентраций ионов изучаемых элементов на-

блюдаемый прирост биомассы водоросли достоверно не отличается от контрольного, во втором – регистрируется достоверный токсический эффект. Используя те же, что и ранее, статистические критерии, можно убедиться, что и при таком подходе в диапазоне токсичных концентраций зависимость прироста биомассы хлореллы от содержания ²³²Th в суспензии описывается линейно-квадратичной моделью, а в случае действия Се – экспоненциальной (табл. 2).

Совместное действие ²³²Th либо Се с бутионинсульфоксимином на *Chlorella vulgaris* Beijer

Для оценки роли глутатионзависимого пути снижения токсического эффекта ²³²Th и Се было изучено их влияние на прирост биомассы хлореллы в присутствии бутионинсульфоксимином (BSO). Бутионинсульфоксимином является ингибитором γ-глутамилцистеинсинтетазы [21] – ключевого фермента синтеза глутатиона. Экспериментально выбрана такая концентрация (0.02 ммоль/л) BSO, которая не подавляет размножение хлореллы в условиях нашего эксперимента, но может ингибировать [18, 21] сверхэкспрессию γ-глутамилцистеинсинтетазы, необходимую для дополнительного синтеза глутатиона.

Исследования показали, что форма зависимости «концентрация–эффект» при действии на хлореллу как ²³²Th [5], так и Се (рис. 3) в присутствии BSO принципиально не изменилась и характеризуется наличием двух диапазонов. В пределах первого не наблюдается достоверного токсического эффекта, во втором – зависимость прироста биомассы хлореллы от содержания ²³²Th в суспензии описывается линейно-квадратичной моделью, в случае действия Се – экспоненциальной (табл. 3). Однако статистически значимый токсический эффект выявлен при таких концентрациях радионуклида и металла (1.293 и 1.071 мкмоль/л соответственно), которые в условиях раздельного действия не влияли на раз-

Таблица 2

Результаты сопоставления качества аппроксимации разными регрессионными моделями данных о зависимости прироста биомассы хлореллы от концентрации ²³²Th (1) либо Се (2) в диапазоне токсичных концентраций

Модель	R ²	S _R ²	F	p _F	H ₁ /k ₁ (H ₂ /k ₂)
1 Линейная	0.90	8.07	158.43	< 0.001	–
Логарифмическая	0.96	5.37	379.37	То же	5.20 ^{***} /18
Линейно-квадратичная	0.97	4.39	289.27	» »	6.30 ^{***} /17 (2.38 [†] /17)
2 Линейная	0.86	8.35	132.85	» »	–
Экспоненциальная	0.89	0.18	178.24	» »	2.39 [†] /21
Линейно-квадратичная	0.87	8.39	66.29	» »	1.24/20

Таблица 3

Результаты сопоставления качества аппроксимации разными регрессионными моделями данных о зависимости прироста биомассы хлореллы от концентрации ²³²Th (1) либо Се (2) в диапазоне токсичных концентраций в присутствии бутионинсульфоксимиона

Модель	R ²	S _R ²	F	p _F	H ₁ /k ₁ (H ₂ /k ₂)
1 Линейная	0.89	4.50	88.01	<0.001	–
Экспоненциальная	0.90	0.06	95.86	То же	1.05/11
Линейно-квадратичная	0.94	3.38	82.94	» »	2.87/10
2 Линейная	0.67	10.14	28.38	» »	–
Экспоненциальная	0.77	0.18	47.10	» »	2.47/14
Линейно-квадратичная	0.67	10.51	13.20	» »	0/13

множение водоросли. При этих концентрациях ²³²Th и Се прирост биомассы хлореллы в присутствии BSO снижается соответственно на 17.4 и 21.55 %, т.е. в 1.8 (p = 3.15·10⁻⁶) и 2.3 (p = 0.00011) раза существеннее, чем без ингибитора синтеза глутатиона.

Совместное действие ²³²Th либо Се с кофеином на *Chlorella vulgaris* Beijer

Для выявления роли процессов восстановления повреждений ДНК в снижении токсического действия ²³²Th и Се оценивали прирост биомассы водоросли в присутствии кофеина. На клетках растений и животных показано, что в микромолярных концентрациях кофеин не приводит [22, 24, 25] к образованию супероксидных анионов и не вызывает деградации ДНК. Модифицирующее действие кофеина на процессы восстановления индуцированных ионизирующими излучениями повреждений ДНК, в том числе *Chlorella vulgaris* [15], связывают с его способностью ингибировать репарационный и репликативный синтез ДНК.

Основываясь на приведенных выше данных, в ходе предварительных экспериментов выбрали концентрацию (0.02 ммоль/л) кофеина, которая не замедляет размножение хлореллы за 24 ч по сравнению с интактным контролем, но может повлиять на процессы восстановления повреждений ДНК, индуцированных ²³²Th и Се прямо или опосредовано.

Достоверный токсический эффект в присутствии кофеина выявлен при концентрации ²³²Th 0.345 мкмоль/л [5], а Се – 1.071 мкмоль/л (рис. 4). В области токсичных концентраций как ²³²Th, так и Се прирост биомассы водоросли снижается экспоненциально (табл. 4). Следует обратить особое внимание на то, что достоверный токсический эффект в случае действия Се в присутствии и кофеина, и BSO выявлен при одной и той же концентрации – 1.071 мкмоль/л. Концентрация ²³²Th, при которой наблюдали значимое снижение прироста биомассы хлореллы в присутствии кофеина, меньше в четыре раза, чем в варианте с BSO, и в пять раз, чем при раздельном действии радионуклида.

Обсуждение

²³²Th характеризуется низкой миграционной способностью в наземных экосистемах, однако коэффициенты накопления элемента для разных видов водных растений превышают единицу и варьируют в широких пределах: от тысяч на сухую массу высших водных растений до сотен тысяч – планктонных водорослей [1]. Основное количество тория сорбируется на клеточной оболочке растений. Равновесные уровни накопления радионуклида достигаются у планктонных водорослей на первые-вторые сутки, у бентосных водорослей и высших растений – на четвертые, что свидетельствует о быстрой кинетике аккумуляции тория водными растениями. Поэтому исследование зависимости «концентрация (доза)–эффект» и механизмов биологического действия ²³²Th приобретает важное значение в случае оценки состояния водных экосистем.

Полученные в нашем исследовании результаты свидетельствуют о более высокой токсичности для хлореллы ионов ²³²Th по сравнению с Се при поступлении из водных растворов. Статистически значимое снижение оптической плотности суспензии клеток хлореллы по отношению к контролю зарегистрировано при концентрации ²³²Th 1.595 мкмоль/л, а в случае действия Се при более высоком содержании – 1.784 мкмоль/л.

В реакции хлореллы на воздействие ²³²Th и Се наблюдаются как общие закономерности, так и отличия. Уровень токсического эффекта при действии ²³²Th и Се на популяцию клеток водоросли нелинейно зависит от концентрации ионов этих элементов в растворе. В пределах определенного диапазона концентраций Се (0.036-1.642 мкмоль/л) и ²³²Th (0.001-1.551 мкмоль/л) регистрируемый по опти-

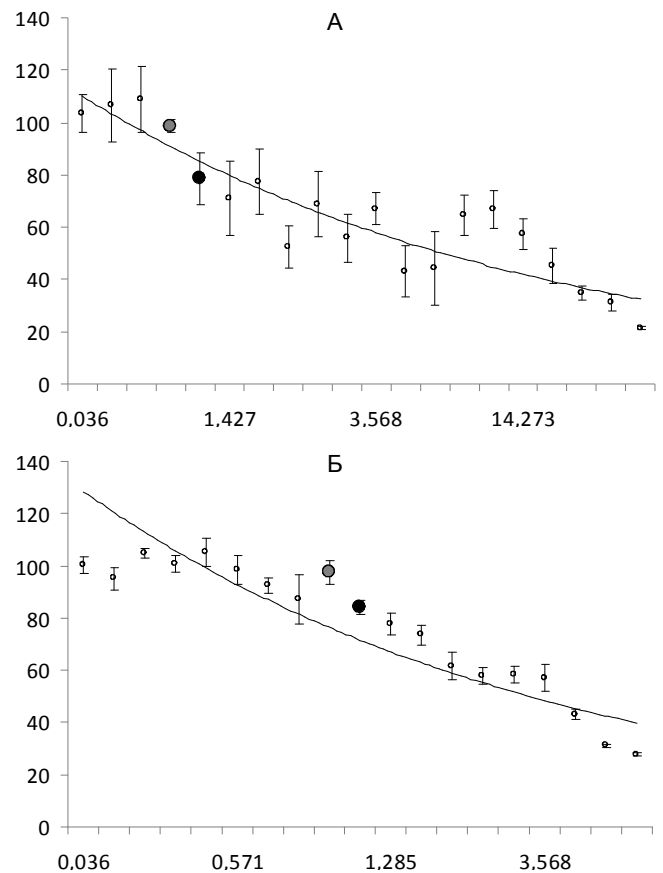


Рис. 2. Влияние концентрации (мкмоль/л; по оси абсцисс) Се в присутствии 0.02 ммоль/л бутионинсульфоксимиона (А) и 0.02 ммоль/л кофеина (Б) на прирост биомассы *Chlorella vulgaris* Beijer (%; по оси ординат).

Таблица 4

Результаты сопоставления качества аппроксимации разными регрессионными моделями данных в зависимости прироста биомассы хлореллы от концентрации ^{232}Th (1) либо Ce (2) в диапазоне токсичных концентраций в присутствии кофеина

Модель	R^2	S_R^2	F	P_F	$H_1/k_1 (H_2/k_2)$
1 Линейная	0.85	8.23	62.68	<0.001	–
Экспоненциальная	0.90	0.19	102.92	То же	2.35 ⁷ /11
Линейно-квадратичная	0.88	7.67	37.44	» »	1.58/10
2 Линейная	0.91	6.05	79.05	» »	–
Экспоненциальная	0.95	0.09	159.63	» »	2.53 ⁷ /8
Линейно-квадратичная	0.94	5.40	51.19	» »	1.87/7

ческой плотности прирост биомассы водоросли достоверно не отличается от контрольного. Наличие диапазона концентраций, которые не вызывают значимых эффектов, характерно для химически токсичных веществ. В то же время во втором диапазоне токсичных концентраций зависимость прироста биомассы хлореллы от содержания Ce в суспензии описывается экспоненциальной моделью, как для многих химически токсичных соединений, а в случае действия ^{232}Th – линейно-квадратичной, характеризующей вероятность возникновения двух субповреждений от треков ионизирующих частиц [11, 16].

Допустим, что эти отличия характера зависимости «концентрация–эффект» случайны, и наблюдаемые различия в биологической эффективности ^{232}Th и Ce не связаны с влиянием излучения радионуклида, а объясняются определенными особенностями химических свойств элементов, их неодинаковым накоплением в компартментах клеток. Как было отмечено выше, Ce является химическим аналогом ^{232}Th . Химическая токсичность этих элементов связана с их способностью легко образовывать растворимые комплексные соединения с органическими и аминокислотами [10, 13]. Карбонаты, фосфаты, оксалаты ^{232}Th и Ce нерастворимы. При взаимодействии с изолированной ДНК металлы присоединяются к фосфатным группам, при этом образуются нуклеинаты ^{232}Th и Ce [13].

Динамика накопления изучаемых элементов хлореллой, их распределение по компартментам клеток сходны. На примере ^{234}Th и ^{144}Ce показано, что они аккумулируются на поверхности клеточной оболочки за счет адсорбции [1, 14]. Коэффициенты накопления ^{234}Th и ^{144}Ce в клетках хлореллы составляют соответственно 54000 и 230000 [14]. Коэффициенты накопления ^{234}Th и ^{144}Ce на клеточной стенке, в протоплазме и вакуолярном соке определены для бентосной водоросли *Nitellopsis obtusa* L. и равны соответственно 6000, 5, 3 для ^{234}Th [10] и 4990, 21, 2.5 – для ^{144}Ce [6]. Поскольку тип и энергия излучения не влияют на механизм и скорость проникновения нуклида в клетку, то приведенные данные можно экстраполировать на случай поступления ^{232}Th и Ce . Из приведенных данных следует, что существенных различий в химической токсичности, закономерностях накопления и распределения этих элементов в клетках хлореллы не выявлено. Поэтому, вполне возможно, что установленные в нашем эксперименте различия в биологической эффективности ^{232}Th и Ce для хлореллы обусловле-

ны радиационной составляющей радионуклида. Более корректно оценить вклад этой составляющей могут позволить исследования механизмов действия ^{232}Th и Ce .

Проведенные нами исследования показали, что ингибирование как дополнительного синтеза глутатиона бутионинсульфоксимином, так и процессов восстановления поврежденных ДНК кофеином приводит к повышению уровня токсического эффекта, индуцируемого Ce в концентрации 1.071 мкмоль/л. Попарное

сопоставление значений оптической плотности суспензии хлореллы, регистрируемых при совместном действии более высоких токсичных концентраций Ce с бутионинсульфоксимином либо кофеином, также не выявило достоверных различий. Отсюда следует, что Ce при концентрациях 1.071 мкмоль/л и более вызывает в клетках повреждения, в устранении которых в равной мере принимают участие и процессы восстановления повреждений ДНК, и глутатионзависимые механизмы защиты клетки. Глутатион не только снижает развитие свободнорадикальных процессов, участвует в антиокислительных реакциях, взаимодействуя с пероксидом водорода и гидропероксидами, но и способен обезвреживать эпоксиды, альдегиды и другие продукты цепных процессов липопероксидации, индуцируемых металлами. Свободные радикалы и окислительный стресс являются причиной появления повреждений ДНК. Поэтому можно предположить, что индуцированные при действии Ce в токсичных концентрациях повреждения ДНК связаны с развитием свободно-радикальных процессов и изменением окислительно-восстановительных реакций в клетке.

Иные результаты получены при изучении влияния кофеина либо бутионинсульфоксимины на уровень токсического эффекта, вызываемого ^{232}Th у хлореллы. Радионуклид уже при низком содержании в суспензии (0.345 мкмоль/л) индуцирует потенциальные повреждения ДНК. Нормальное функционирование процессов восстановления поврежденных ДНК (без дополнительного воздействия кофеина) поддерживает жизнеспособность клеток хлореллы на не отличающемся от контроля уровне при увеличении содержания ^{232}Th в суспензии до 1.293 мкмоль/л. При этом конститутивно присутствующих в клетках глутатион полностью не устраняет токсический эффект ^{232}Th , а дополнительный синтез, очевидно, не осуществляется. Действительно, в диапазоне 0.345-1.293 мкмоль/л концентраций ^{232}Th ингибирование дополнительного синтеза глутатиона бутионинсульфоксимином не приводит к увеличению уровня токсического эффекта радионуклида при нормальном функционировании процессов восстановления повреждений ДНК [5]. Логично предположить, что большая часть возникающих потенциальных повреждений ДНК при действии ^{232}Th в этом диапазоне концентраций связана не с развитием свободно-радикальных процессов и окислительного стресса, а является следствием ионизации молекул вдоль трека ионизирующих частиц радионуклида. Поскольку, поступая из раствора,

радионуклид сорбируется на поверхности клеточной оболочки хлореллы, вероятность взаимодействия ионов ^{232}Th с внутриклеточными структурами невелика. Однако сорбированный на поверхности клеточной оболочки ^{232}Th можно рассматривать, как точечный источник излучения, причем с высоким значением ЛПЭ (129 кэВ/мкм). При этом рассчитанная на основе уравнения Брегга-Климена [7] длина пробега α -частиц ^{232}Th со средней энергией 4.00 МэВ составляет 31 мкм, тогда как диаметр клетки хлореллы варьирует от 1.7 до 10 мкм в зависимости от стадии жизненного цикла [2]. Поэтому, даже допуская, что в условиях нашего эксперимента ^{232}Th не проникает внутрь клетки, он может влиять на клеточные структуры, в том числе ДНК, за счет ионизации молекул. Учитывая, что на один акт ионизации затрачивается в среднем 34 эВ [7], можно рассчитать количество пар ионов, образуемое при полном торможении частицы. Оно составит не менее 120000 для каждой α -частицы ^{232}Th . Вероятно, с этими событиями в основном и связано возникновение дополнительных к спонтанным потенциальных повреждений ДНК при действии ^{232}Th в диапазоне концентраций 0.345-1.293 мкмоль/л.

При превышении концентрации ^{232}Th в растворе 1.293 мкмоль/л клеточная оболочка хлореллы, возможно, уже не может служить надежным барьером на пути проникновения ионов радионуклида внутрь клетки. Взаимодействуя с внутриклеточными структурами, ^{232}Th усиливает развитие свободнорадикальных процессов, инициируемых излучением. Поэтому для снижения токсического эффекта ^{232}Th в концентрациях выше 1.293 мкмоль/л требуется не только нормальное функционирование процессов восстановления повреждений ДНК, но и дополнительный синтез глутатиона.

Выводы

1. Токсичность нитрата ^{232}Th (IV) для хлореллы при поступлении из водных растворов выше, чем нитрата Се (III). Вклад радиационной составляющей ^{232}Th при действии на хлореллу проявляется в его способности индуцировать дополнительные к спонтанным потенциальные повреждения ДНК при концентрации в три раза меньшей (0.345 мкмоль/л), чем при действии его нерадиоактивного химического аналога Се (1.071 мкмоль/л).

2. При концентрациях 1.071 мкмоль/л и более Се вызывает в клетках повреждения, в устранении которых в равной мере принимают участие и процессы восстановления повреждений ДНК, и глутатионзависимые механизмы защиты клетки. Радионуклид уже при низком содержании в суспензии (0.345 мкмоль/л) индуцирует потенциальные повреждения ДНК, в устранении которых не участвует глутатионзависимый путь. Для снижения токсического эффекта ^{232}Th в концентрациях выше 1.293 мкмоль/л требуется не только нормальное функционирование процессов восстановления повреждений ДНК, но и дополнительный синтез глутатиона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аккумуляция тория гидрофитами / Д.П. Марчуленене, Р.Р. Земкане, В.Б. Нянишкене и др. // Радиобиология, 1986. Т. 26, № 3. С. 356-359.

2. Андреева В.М. Род *Chlorella*. Морфология, принципы классификации. М., 1975. 100 с.

3. Владимиров М.Г., Семененко В.Е. Интенсивная культура одноклеточных водорослей. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 60 с.

4. Гофман Д. Рак, вызываемый облучением в малых дозах: независимый анализ проблемы. М., 1994. Т. 2. 354 с.

5. Закономерности реакции *Chlorella vulgaris* Beijer на воздействие ^{232}Th и модификация его токсического эффекта кофеином и бутионинсульfoxимином / Т.И. Евсеева, Т.А. Майстренко, А.С. Гераськин и др. // Радиационная биология. Радиоэкология, 2006. Т. 46, № 6. С. 741-748.

6. Избирательное поглощение некоторых радионуклидов клеточными компартментами харавых водорослей / Э.Б. Мотеюнене, Д.П. Марчуленене, Н.А. Гудавичене и др. // Бот. журн., 1978. Т. 63, вып. 9. С. 1345-1352.

7. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная безопасность и защита. М.: Медицина, 1996. 336 с.

8. Кендалл М., Стюарт А. Статистические выводы и связи. М.: Наука, 1973. 899 с.

9. Корогодин В.И. 90 лет радиобиологии // Радиобиология, 1991. Т. 31, вып. 4. С. 538-554.

10. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. Ч. 3. Химия переходных элементов. М.: Мир, 1969. 592 с.

11. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). М., 2004. 448 с.

12. Нефедов В.Д., Текстер Е.Н., Торопова М.А. Радиохимия. М.: Высшая школа, 1987. 272 с.

13. Рябчиков Д.И., Гольбрайх Е.К. Аналитическая химия тория. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 259 с.

14. Швобене Р.Я., Марчуленене Д.П. Мутационный процесс в популяциях хлореллы при действии радионуклидов // Генетика, 1989. Т. 25, № 11. С. 1946-1950.

15. Шевченко В.А. Радиационная генетика одноклеточных водорослей. М.: Наука, 1979. 256 с.

16. Шевченко В.А., Померанцева М.Д. Генетические последствия действия ионизирующих излучений. М.: Наука, 1985. 279 с.

17. (Эффекты...) Effects on non-human species inhabiting areas with enhanced level of natural radioactivity in the north of Russia: a review / S.A. Geras'kin, T.I. Evseeva, E.S. Belykh et al. // J. Environm. Radioactivity, 2007. Vol. 94. P. 151-182.

18. Cobbett C.S. Phytochelatin biosynthesis and function in heavy metal detoxification // Current opinion in plant biology, 2000. Vol. 3. P. 211-216.

19. Derivation of ecotoxicity thresholds for uranium / S. Sheppard, M. Sheppard, M.-O. Gallerand et al. // J. Environm. Radioactivity, 2005. Vol. 79. P. 55-83.

20. Generic performance assessment for a deep repository for low and intermediate level waste in the UK – a case study in assessing radiological impacts on the natural environment / S.R. Jones, D. Patton, D. Copplestone et al. // J. Environm. Radioactivity, 2003. Vol. 66. P. 89-119.

21. Griffith O.W., Meister A. Potent and specific inhibition of glutathione synthesis by buthionine sulfoximine (S-n-butyl homocysteine sulfoximine) // J. Biol. Chem., 1979. Vol. 254, № 16. P. 7558-7560.

22. Jafari M., Rabbani A. Dose and time dependent effects of caffeine on superoxide release, cell survival and DNA fragmentation of alveolar macrophages from rat lung // Toxicol, 2000. Vol. 149. № 2-3. P. 101-108.

23. Mixture toxicity of priority pollutants at No Observed effect concentrations (NOECs) / H. Walter, F. Consolaro, P. Gramatica et al. // *Ecotoxicol.*, 2002. Vol. 11. P. 299-310.

24. Pelayo H.R., Lastres P., De la Torre C. Replication and G₂ checkpoints: their response to caffeine // *Planta*, 2001. Vol. 212. P. 444-453.

25. Sato S., Tabata S., Hotta Y. Changes in intracellular cAMP level and activities of adenylcyclase

and phosphodiesterase during meiosis of lily microsporocytes // *Cell structure and function*, 1992. Vol. 17, № 6. P. 335-339.

26. Toxicity of metal mixtures to a tropical freshwater alga (*Chlorella* sp.): the effect of interactions between copper, cadmium, and zinc on metal cell binding and uptake / N. Franklin, J. Stauber, R. Lim et al. // *Environm. Toxicol. Chem.*, 2002. Vol. 21, № 11. P. 2412-2422. ❖



ДЕЙСТВИЕ ФАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА СОСТАВ ФОСФОЛИПИДОВ ПЕЧЕНИ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ

Н. Загорская

н.с. лаборатории радиозологии животных
E-mail: zagorskaya@ib.komisc.ru, тел. (8212) 43 04 78

Научные интересы: радиозология, биохимия липидов

В наше время особую актуальность приобретает проблема биологического действия малых доз радиации в совокупности с другими физическими и химическими факторами среды, что связано с непрерывным усилением антропогенной нагрузки на окружающую среду, сопровождающимся как локальными повышениями радиационного фона, так и выбросами в биосферу огромного разнообразия всевозможных ксенобиотиков. Более глубокое понимание закономерностей сочетанного воздействия этих факторов позволит оценить значение их для жизнеспособности организмов, степень риска, возможные пути приспособления живых организмов к повышенному уровню загрязнения окружающей среды. В связи с этим неоспорима необходимость проведения экспериментальных исследований в этой области. Работа посвящена изучению влияния сочетанного действия хронического облучения в малых дозах и нитратов на состав фосфолипидов печени лабораторных мышей. Широко известна роль печени в поддержании постоянства внутренней среды организма. Она выполняет крайне важную экскреторную функцию, теснейшим образом связанную с ее детоксикационной функцией. Общеизвестно и то, что она является одним из активных мест биосинтеза, деградации и взаимопревращения фосфолипидов. Все это обусловило выбор липидов печени в качестве объекта исследования.

Эксперимент проводили на половозрелых одновозрастных самцах лабораторных мышей линии СВА. Животных подвергали совместному воздействию хронического гамма-облучения и нитратов свинца и натрия в дозе 0.1 г/кг массы тела зверьков. Экспо-

нировали мышей в течение одного месяца от двух закрытых источников ²²⁶Ra (мощность экспозиционной дозы 2.0-2.2 мР/ч). Общая поглощенная доза за 30 сут. составила 1.44-1.60 сГр. Было исследовано 36 зверьков. Анализировали шесть групп животных: I – контроль; II – облучение; III – нитрат натрия; IV – нитрат натрия + облучение; V – нитрат свинца; VI – нитрат свинца + облучение. Первая и вторая группы получали чистую питьевую воду, остальным зверькам весь период облучения вместо питьевой воды давали раствор нитратов натрия или свинца в концентрации, обеспечивающей поступление в организм иона металла в дозе 0.1 г/кг массы тела животных. Декапитацию животных проводили через 30 сут. после прекращения воздействия того или иного фактора. До начала анализа печень подвергали глубокой заморозке. Липиды из ткани выделяли по методу Блая и Дайера в модификации Кейтса [6]. Исследовали состав фосфолипидов. Разделение фосфолипидов на отдельные фракции осуществляли методом тонкослойной хроматографии [2, 10]. Проводили анализ количественного соотношения отдельных фракций фосфолипидов. Оценивали обобщенные показатели состава липидов: содержание фосфолипидов (ФЛ) в составе общих липидов (% ФЛ); соотношение фосфатидилхолин/фосфатидилэтаноламин (ФХ/ФЭ), отражающее структурное состояние мембранной системы органа, и соотношение сумм более легкоокисляемых к более трудноокисляемым ФЛ (ΣЛОФЛ/ΣТОФЛ), характеризующее способность липидов к окислению. Последнее соотношение вычисляли по формуле: ΣЛОФЛ/ΣТОФЛ = (ФИ+ФС+ФЭ+КЛ+ФК)/(ЛФХ+СМ+ФХ), где ФИ – фосфа-

тидилинозит, ФС – фосфатидилсерин, ФЭ – фосфатидилэтаноламин, КЛ – кардиолипин, ФК – фосфатидная кислота, ЛФХ – лизофосфатидилхолин, СМ – сфингомиелин, ФХ – фосфатидилхолин. Достоверность различий определяли общепринятыми статистическими методами [7, 8].

Анализ состава ФЛ липидов печени зверьков, подвергавшихся воздействию облучения (вариант II), показал, что низкоинтенсивное хроническое γ-облучение способствовало достоверному увеличению лизоформ ФЛ ($p \leq 0.001$). Относительное содержание ЛФХ увеличивалось в 1.9 раза по сравнению со значением данного показателя в контроле (рис. 1а). Увеличение данной фракции в липидах печени происходит за счет активации фосфолипазы A₂ [4], причем образующиеся лизоформы токсичны для клетки. Рост относительного содержания ЛФХ под действием низкоинтенсивного облучения отмечен и другими авторами как в экспериментах на лабораторных животных [5], так и у грызунов природных популяций, обитающих на территориях с радиоактивным загрязнением [3, 11]. Изменяется соотношение и основных фракций фосфолипидов (рис. 1б). Снижается доля ФХ и наблюдается рост относительного содержания ФЭ ($p \leq 0.01$), что приводит к изменению соотношения ФХ/ФЭ – показателя, отвечающего за структурное состояние клеточных мембран (рис. 2). В печени животных этой группы происходит достоверное ($p \leq 0.05$) обеднение липидов фосфолипидами (42.17 против 47.08 % в контроле) (рис. 3). Наблюдается полное искажение взаимосвязи между структурным состоянием мембраны и ее окисляемостью, на что указывают величины коэффициентов корреляции между соотношениями ФХ/ФЭ и ΣЛОФЛ/ΣТОФЛ, обратная зависимость между этими показателями, существующая в норме ($r = -0.737$), меняется на прямую ($r = 0.131$).

Состав ФЛ липидов печени животных, получавших нитрат натрия (вари-

ант III) и нитрат свинца (вариант V) в дозе 0.1 г/кг, также претерпевает изменения, причем в группе зверьков варианта III они наиболее выражены. Глубина этих нарушений по многим показателям даже больше, чем в варианте с облучением. Так, у животных, получавших нитрат натрия, увеличение относительного содержания лизоформ происходит в три раза ($p \leq 0.01$) по сравнению с контролем (рис. 1а) за счет падения ФХ, его относительное содержание становится равным – 41.64 против 47.70 % в контроле ($p \leq 0.001$). Одновременно происходит снижение и доли другой основной фракции ФЛ – ФЭ (23.47 против 28.75 % в контроле). Среди минорных фракций наблюдается как снижение их относительного содержания (ФИ+ФС) ($p \leq 0.001$), так и повышение (СМ – 11.34 % против 3.77 в контроле). Рост содержания СМ в печени крыс отмечали и другие исследователи [1] при подавлении функции щитовидной железы, введение тироксина гипотиреоидным животным приводило к нормализации уровня сфингомиелина. Понижение функциональной активности щитовидной железы у мышей линии СВА при действии нитрата натрия в дозах 0.03, 0.1 и 0.3 г/кг показано О.В. Раскоша [9]. Уменьшение содержания основных фракций, несмотря на повышение относительного содержания некоторых минорных, у животных, подвергавшихся воздействию нитрата натрия, способствует снижению % ФЛ в составе общих липидов, их доля становится близкой к таковой в варианте II – облучение (рис. 3). Мембранные структуры печени животных этой группы становятся более жесткими за счет преобладания в них фосфолипидов, содержащих в своем составе преимущественно насыщенные жирные кислоты. Несмотря на это, увеличивается масштаб взаимосвязи между структурой мембраны и ее окисляемостью, коэффициент корреляции между соотношениями ФХ/ФЭ и Σ ЛОФЛ/ Σ ТОФЛ выше, чем в контроле ($r = -1$ против $r = -0.737$ в контроле).

Анализ результатов состава ФЛ липидов печени мышей, подвергавшихся воздействию нитрата свинца (вариант V), по сравнению с нитратом натрия (вариант III) показал менее выраженные изменения. Относительное содержание большинства минорных фракций, а также значения суммарных показателей липидного обмена были приближены к контрольному уровню (рис. 1, 3). Увеличилась доля основных фракций ФЛ. Так величина

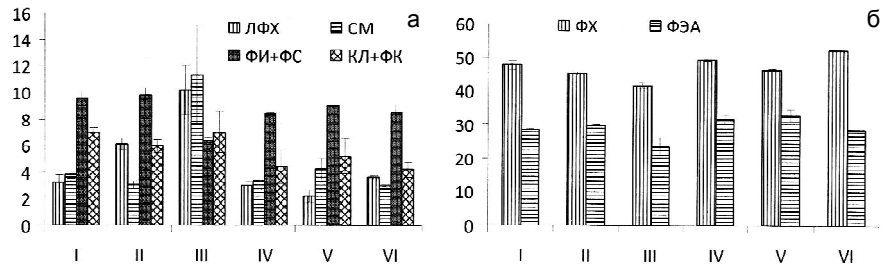


Рис. 1. Относительное содержание (%) минорных (а) и основных (б) фракций фосфолипидов в печени мышей линии СВА в различных вариантах эксперимента

ФЭ возросла на 4 % ($p \leq 0.05$) по сравнению с контролем. Наблюдали и увеличение ФЛ, их доля в составе общих липидов печени животных варианта V составила 47.96 % по сравнению с 47.08 в контроле. В мембранных структурах печени зверьков этой группы стали преобладать более легкоокисляемые фосфолипиды, содержащие в своем составе преимущественно ненасыщенные жирные кислоты, что способствовало лучшему их окислению. Так, соотношение Σ ЛОФЛ/ Σ ТОФЛ у животных, получавших нитрат свинца, составляло 0.897 против 0.831 отн. ед. в контроле (рис. 2). На уровне контрольных значений продолжает оставаться и взаимосвязь между структурой мембраны и ее окисляемостью, о чем свидетельствуют коэффициенты корреляции между этими показателями (в варианте V $r = -0.713$, в контроле $r = -0.737$).

Сочетанное действие хронического низкоинтенсивного облучения и нитрата натрия (вариант IV), на первый взгляд, способствует некоторому ослаблению эффектов, полученных при раздельном действии каждого из факторов. Относительное содержание ЛФХ в составе фосфолипидов печени приближается к контрольному уровню (2.99 против 3.31 % в контроле). Происходит снижение относительного содержания минорных фракций: СМ ($p \leq 0.001$), ФИ+ФС ($p \leq 0.05$) и КЛ+ФК (рис. 1а). При этом доля основных фракций, определяющих структуру мембраны, не только достигает контрольных значений, но и превышает их. Так, относительное содержание ФХ составляет 49.16 против 47.70 % в контроле, а ФЭ – 31.66 против 28.75 % в контроле ($p \leq 0.05$). Несмотря на это у зверьков этой группы происходит еще большее обеднение липидов ФЛ (рис. 3), их доля в составе общих липидов печени снижается (31.43 против 47.08 % в контроле) ($p \leq 0.001$). Взаимосвязь между структурой и окисляемостью мембраны, нарушенная при облучении, сохраняется.

Анализ изучения состава ФЛ липидов печени животных, подвергавшихся сочетанному действию нитрата свинца и хронического облучения (вариант VI), показал, что применение нитрата свинца в данной дозе на фоне облучения ослабляет эффекты, наблюдаемые в варианте II – облучение. Снижается относительное содержание минорных фракций: СМ ($p \leq 0.01$), ФИ+ФС, КЛ+ФК ($p \leq 0.001$), при этом

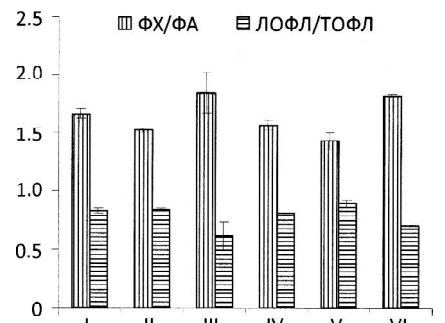


Рис. 2. Обобщенные показатели (относительные единицы) липидного обмена в печени мышей линии СВА в различных вариантах эксперимента.

количество ЛФХ приближается к контрольному уровню (рис. 1а). Наблюдается увеличение содержания ФХ ($p \leq 0.001$), рост доли ФЛ в составе общих липидов (50.63 против 47.08 % в контроле). Нарушенная при облучении взаимосвязь между обобщенными показателями состава ФЛ при совместном действии физического и химического факторов восстанавливается (величина коэффициента корреляции между соотношениями ФХ/ФЭ и Σ ЛОФЛ/

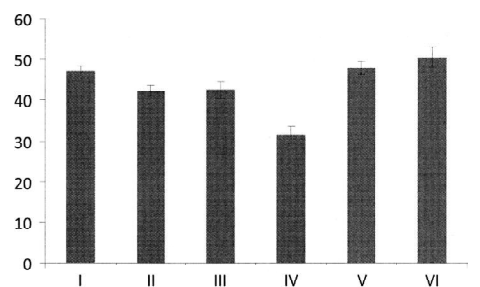


Рис. 3. Содержание фосфолипидов (%) в липидах печени мышей линии СВА в различных вариантах эксперимента.

ΣТОФЛ становится равной $r = -1.0$, коэффициент линейной регрессии увеличивается в 2.9 раза по сравнению с контролем). При этом сочетанное действие нитрата свинца и хронического низкоинтенсивного γ -облучения приводит к увеличению доли более трудноокисляемых ФЛ, содержащих в своем составе преимущественно насыщенные жирные кислоты, что способствует увеличению жесткости мембранных структур печени зверьков этой группы.

Таким образом, анализ состава ФЛ липидов печени мышей линии СВА показал высокую чувствительность исследуемых параметров липидного обмена к действию используемых низкоинтенсивного физического и химических факторов в данной дозе. Показано, что наиболее значимые изменения в составе ФЛ печени по сравнению с контролем были отмечены при действии облучения (вариант II) и нитрата натрия (вариант III). В обоих случаях наблюдали более высокое содержание ЛФХ, снижение доли основных фракций ФЛ, а также доли ФЛ в составе общих липидов печени. При этом у животных, испытывающих воздействие низкоинтенсивного хронического облучения, нарушалась взаимосвязь между структурой и окисляемостью мембраны, а в мембранах печени животных, подвергавшихся воздействию нитрата натрия, преобладали ФЛ, содержащие в своем составе пре-

имущественно насыщенные жирные кислоты, что способствовало увеличению их жесткости. Действие химических токсикантов на фоне низкоинтенсивного хронического γ -облучения (варианты IV и VI) приводило, на первый взгляд, к некоторой нормализации в относительном содержании отдельных фракций ФЛ липидов печени. Однако анализ обобщенных показателей состава ФЛ указывает на сохранение нарушений. Так, в мембранах печени обоих вариантов сочетанного действия преобладают фосфолипиды, содержащие в своем составе преимущественно насыщенные жирные кислоты, при этом мембраны печени зверьков, подвергавшихся сочетанному воздействию нитрата свинца и облучения, более жесткие. У животных варианта IV (сочетанное действие нитрата натрия и облучения) нарушенная при облучении взаимосвязь между структурой мембраны и ее окисляемостью сохраняется, а доля ФЛ в составе общих липидов мембранных структур печени зверьков этой группы минимальна по сравнению со всеми исследуемыми вариантами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабенко Н.А., Натарова Ю.А.* Роль тиреоидных гормонов в регуляции обмена сфинголипидов в печени // *Биохимия*, 1999. Т. 64, вып. 8. С. 1085-1089.

2. Биологические мембраны. Методы / Под ред. Дж.Б. Финдлея, У.Г. Эванза. М.: Мир, 1990. 424 с.

3. Биохимические механизмы радиационного поражения природных популяций мышевидных грызунов / *А.Г. Кудяшева, Л.Н. Шишкина, Н.Г. Загорская* и др. СПб.: Наука, 1997. 156 с.

4. *Брокерхоф Х., Дженсен Р.* Липолитические ферменты. М.: Мир, 1978. 280 с.

5. Влияние биологически активного вещества на структуру и функциональную активность ядер печени облученных крыс / *Д.Х. Хамидов, А.К. Мирахмедов, П. Мирахмедова* и др. // *Радиацион. биол. Радиоэкол.*, 1992. Т. 32, вып. 5. С. 696-700.

6. *Кейтс М.* Техника липидологии. М.: Мир, 1975. 322 с.

7. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 293 с.

8. *Парчевская Д.С.* Статистика для радиоэкологов. Киев: Наукова думка, 1969. 113 с.

9. *Раскоша О.В.* Структурно-функциональное состояние щитовидной железы мышевидных грызунов после раздельного и сочетанного действия факторов радиационной и химической природы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 22 с.

10. *Хиггинс Дж.А.* Биологические мембраны. Методы. М., 1990. 339 с.

11. *Шевченко О.Г.* Состояние процессов перекисного окисления липидов в тканях мышевидных грызунов из районов с повышенной естественной радиоактивностью: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2001. 24 с. ❖



ИЗ ОПЫТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ТУНДРОВЫХ ЗЕМЕЛЬ

к.б.н. **А. Панюков**
 н.с. отдела почвоведения
 E-mail: panjukov@ib.komisc.ru, тел. (8212) 24 51 15

Научные интересы: *природовосстановление, тундровые экосистемы*

В настоящем сообщении сделана попытка кратко обобщить сведения об истории работ по сельскохозяйственному освоению тундровых территорий. Материалы о травосеянии в тундре довольно обширны, но к сожалению разрозненны, известны считанные публикации, обобщающие опыт сельскохозяйственных работ в суровых условиях Крайнего Севера.

Пионером сельскохозяйственного освоения криолитозоны можно считать Аляску. Уже в конце XVIII в. в связи с интенсивным освоением золотых месторождений стало очевидной необходимостью создания на этой территории собственной продовольственной базы на основе животноводства, опирающегося на местное кормопроизводство. Опытами с многолетними травами стали заниматься опытные сельскохозяйственные станции Аляски: в г. Ситка (1898-1932), на о-ве Кадьяк (1898-1931), п-ове Ке-

най (1898-1908), р. Матануска (с 1915 г. до настоящего времени) и т.д. К 1945 г. было выделено 14 видов местных и инорайонных видов, пригодных для производственного использования, при этом сколь-нибудь существенное значение в возделывании имели пять из них – кострец безостый, тимофеевка луговая, мятлик луговой, лисохвост луговой и овсяница красная. Кроме того, были проведены успешные работы по выведению новых сортов и межвидовых гибридов, хорошо адаптированных к мерзлоте и суровым условиям Севера [2]. При этом Г.В. Денисов указывает, что за истекшие 100 лет в США не вышло ни одной крупной (монографической) работы, освещающей накопленный на Аляске опыт научного или практического травосеяния на мерзлотных почвах.

Сведения о северных пределах земледелия в России приводятся в сводке Ю.Д. Цинзерлинга [10], в которой автор использовал обширный материал не

только о СССР, но и о зарубежных странах. В его работе придается особое значение учету в северных пределах земледелия локальных климатических и почвенных факторов, условий экспозиции освоенных участков, защищенности их от северных ветров и т.д. В заключительной части сводки рекомендуется обратить особое внимание на улучшение почвенных условий, подбор расового состава возделываемых растений и применение минеральных удобрений.

Содержание работы по продвижению сельского хозяйства на Север в первое десятилетие после революции было сформулировано Н.И. Вавиловым как «подход заново к Северу» и как «осевнение земледелия» [1]. Ставилась задача «коренного изменения географии земледелия, продвижения его в более северные, достаточно увлажненные зоны». На основании географических опытов, организованных Всесоюзным институтом растениеводства (ВИР) в ряде районов и областей Севера, Н.И. Вавилов выдвинул несколько заключений, среди которых был тезис о возможности развития травосеяния до Ледовитого океана.

В системе сельскохозяйственного районирования северо-востока европейской части СССР ВИР была выделена приморско-тундровая и лесотундровая зоны с южной границей, проходящей через устье Мезени и далее к Уралу примерно по широте Полярного круга. Они рассматривались как зоны рыболовства и оленеводства. В их пределах допускалась возможность островного травосеяния с использованием смеси из злаков (тимофеевка, мятлик луговой, полевица белая, овсяница красная и лисохвост). В качестве однолетних кормовых смесей рекомендовались овсяно-гороховые и овсяно-ячменные.

Важным этапом в «осевнении земледелия» явились работы И.Г. Эйхфельда, начатые им в 1922 г. за Полярным кругом на Кольском п-ове. Материалы многолетних опытов [11], полученные им и его сотрудниками, существенно расширили представления об агротехнике возделывания культурных растений в условиях Заполярья и способствовали частичному разрешению многих вопросов земледелия на Крайнем Севере. Представляет интерес сделанная Эйхфельдом в 1931 г. первая попытка рассмотрения возможностей развития сельского хозяйства в зональном разрезе. Три «зоны» Эйхфельда совпадают в общих чертах с ландшафтно-географическими и растительными зонами. Первая охватывает северную оконечность Евразии по побережью Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского морей, а

также примыкающие к ней острова. Она соответствует арктическим тундрам в системе геоботанического районирования. Здесь возможна лишь культура закрытого грунта. Вторая соответствует подзонам лишайниково-моховой и кустарниковой тундры. Здесь основная отрасль – овощеводство закрытого грунта; в открытом грунте возможна культура редиса, салата, лука, репы, брюквы и скороспелых сортов картофеля. Эта зона рассматривается также как район возделывания однолетних кормовых культур и возможного использования естественных кормовых угодий. Третья зона, соответствующая лесотундре, включает часть Кольского п-ова, в том числе и район расположения Хибинской сельскохозяйственной опытной станции. Зона обладает значительными возможностями для развития растениеводства: возделывания скороспелых сортов овса, ячменя, картофеля, огородных культур открытого грунта – капусты, редьки, репы, редиса и т.д.

В 30-е годы XX в. опытные работы распространились на весь Крайний Север, в особенности после организации в Норильске в 1937 г. Научно-исследовательского института полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства с его сетью опытных станций и пунктов в различных регионах (позднее Институт был переименован в НИИ сельского хозяйства Крайнего Севера). Так, на Полярной опытной станции (бывший Хибинский опорный пункт Всесоюзного научно-исследовательского института растениеводства) И.Г. Эйхфельдом и В.И. Душечкиным для Мурманского севера было подобрано около 20 видов многолетних трав, среди них клевер красный, тимофеевка, овсяница луговая и красная, лисохвост луговой, волоснец сибирский, бекмания, полевица белая и обыкновенная, мятлик луговой и др. [11].

Проводивший в Карелии в 1925-35 гг. опытную работу Лоухский опорный пункт под руководством Э.Г. Толчинского установил, что в районе можно с успехом возделывать такие травы, как клевер красный, клевер розовый, тимофеевку, овсяницу луговую, лисохвост. Хорошая кормовая база для животноводства имеется и на Печорском севере. Нарьян-Марская опытная станция занималась работами по улучшению пойменных лугов Печоры и Мезени и их притоков путем расчистки от кустарников, мелиорации, а также применением других агротехнических приемов. Рекомендовалось также использовать для посева трав участки надпойменной террасы (после соответствующей обработки), причем как в пойме, так и на материке оставлять древесно-кустарниковые полосы, которые защища-

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Ольге Евгеньевне Валуйских с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (03.00.05 – ботаника) «Популяционная биология *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. (Orchidaceae) на северной границе ареала» (диссертационный совет Д 004.007.01 при Институте биологии Коми НЦ УрО РАН)!

Желаем дальнейших творческих успехов!



ют травостой от иссушающих ветров и создают благоприятный микроклимат. При этом указываются крайние сроки использования сеяных лугов: сенокосных – два-три года, лугопастбищных – четыре-шесть лет [3].

На территории современной Республики Коми и в Сибири скотоводство (лошади, коровы, овцы) всегда намного опережало земледелие в своем продвижении на север. Качество луговых трав в поймах рек обеспечивало достаточную упитанность и продуктивность животных. По рекам Уса (поселки Никита и Елец) и Адзвы (пос. Фомаю-Вом), в мелких поселениях, насчитывавших всего по несколько дворов, скотоводство продвинулось до северной границы лесотундры. В тундровой зоне А.В. Журавским было отмечено содержание коров в местечке Хорей-Вор в верховьях р. Колва. Однако дальнейшее развитие молочного животноводства сдерживалось недостатком естественных лугов. По р. Адзвы в некоторых селениях в летнее время занимались также огородничеством [7]. Одним из горячих сторонников сельскохозяйственного освоения Севера вообще и тундры в частности в дореволюционное время был А.В. Журавский – основатель Печорской сельскохозяйственной опытной станции близ с. Усть-Цильма (таежная зона). Здесь он впервые на Севере смог испытать богатый набор полевых и огородных культур.

В 40-х годах прошлого века в районе промышленной Воркуты, в то время оторванной от обжитой части страны, особенно остро ощущалась потребность в свежих овощах. В связи с этим было положено начало развитию теплично-парникового хозяйства и выращиванию овощей в открытом грунте. Этими мерами, вкупе с прокладкой в конце 1941 г. железной дороги до Воркуты, улучшили обеспечение населения завозными продуктами, в том числе и свежими овощами. Оставалась нерешенной задача снабжения населения свежим молоком на базе развитого животноводства. Необходимо было резко увеличить поголовье скота и обеспечить его сеном и силосом на стойловый период, продолжающийся более десяти месяцев.

Долина р. Воркута с ее небольшими отрезками поймы не могла удовлетворить потребность в расширении площадей кормовых угодий. Единственной возможностью оставался выход на водоразделы, т.е. на широкие просторы материковой тундры с более суровыми погодными условиями и худшими почвами. В этих условиях в качестве основной культуры хозяйства избрали овес, дававший при внесении значительных доз органических удобрений

на пойменных землях (в благоприятные по погодным условиям годы) неплохие урожаи зеленой массы на подкормку и силос [4, 7]. Однако с выходом овса на материк начались неудачи с его культивированием, принявшие хронический характер. Хозяйства пытались развить и травосеяние, но, не сумев обеспечить правильный выбор трав для этой цели, занялись завозом случайных семян из разных частей страны и даже из-за рубежа. Естественно, что добиться положительного результата они не смогли [7-9].

Еще в начале 1940-х годов Воркутинская сельскохозяйственная опытная станция начала интересные работы по испытанию различных видов трав в культуре, которые проводились в основном в долине р. Воркута. Эти опыты позволили прийти к правильному выводу о возможности возделывания в районе Воркуты местного лисохвоста лугового и мятлика лугового на сено и семена. В то же время была установлена непригодность для этих целей даже в благоприятных микроклиматических и почвенных условиях речной долины тимофеевки луговой, клевера лугового и ковра безостого. В 1941 г. на опытной станции впервые проводились опыты с посевом лисохвоста на небольшой площадке на водоразделе с обработкой почвы вручную. Посевы лисохвоста в тех же условиях были произведены в 1944-1945 гг. В 1947 г. был заложен опыт с посевом мятликово-лисохвостной смеси на площади 200 м². Урожай сена по первому году использования составил 8 ц/га. В дальнейшем опыты были прекращены в связи с закрытием станции. К сожалению, работа не была подхвачена практиками. Опыт посева в тундре мятликово-лисохвостной смеси на небольших делянках с применением при этом ручной обработки почв и внесением удобрений, заложенный опытной станцией, является первой попыткой освоения материковой тундры.

Первое указание о залужении тундры, основанное на многолетних опытах и наблюдениях на севере Коми АССР, приводится в статье А.В. Прянишникова «Залужение тундры» [5]. Рекомендуемые им приемы освоения ерниковой тундры, набор трав, сроки посева и приемы ухода за травостоями совпадают с данными Воркутинской опытной станции. На Обском севере в 1938-1961 гг. вопросами освоения и залужения тундровых и лесотундровых земель в районе Салехарда занималась Ямальская опытная станция НИИ Северного Зауралья. Пионером в этой работе являлся М.К. Барышников, который выделил наиболее перспективные виды трав, разработал приемы освоения тундры и указал спо-



НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Ирине Николаевне Стерляговой с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (03.00.05 – ботаника) «Разнообразие водорослей и структура их сообществ в водоемах Приполярного Урала (на примере бассейнов рек Кожым и Щугор» (диссертационный совет 004.007.01 при Институте биологии Коми НЦ УрО РАН)!

Желаем дальнейших успехов и побед!

собы задержания железнодорожных откосов и аэродромов в условиях вечной мерзлоты. На Енисейском севере существует несколько пунктов, где находятся животноводческие хозяйства, для которых необходима кормовая база. Так, в Хатангском районе ее улучшением и расширением занимался опять же А.В. Прянишников. Для этого он предлагал провести массовое осушение озер, обильно разбросанных по всей местности. По его мнению, таким путем можно создать тысячи гектаров лугов. На днищах осушенных озер (лайдах) образуются растительные группировки из крестовника, сменяемого затем арктофилой рыжеватой, дающие приличный урожай. Однако необходимо отметить, что прямых опытов по осушению здесь не проводилось. В южных районах Якутии опыты по интродукции и селекции многолетних трав велись с 1930 г. Якутской государственной селекционной станцией, Якутской комплексной сельскохозяйственной станцией, Верхоянским опорным пунктом ВИР, Якутским институтом биологии (ныне Институт биологических проблем криолитозоны) ЯФ СО АН СССР и другими организациями. Было выведено значительное количество сортов многолетних трав гарантированной зимостойкости. Имея собственные сорта трав и рекомендации по их возделыванию, Якутия заняла первое место по площади высокопродуктивных сеяных лугов (около 100 тыс. га). Однако на Якутском и Магаданском севере для посева трав использовались, главным образом, аласные [6] пойменные и лесные территории – с переменным успехом, а наиболее интересные работы Чукотской опытной станции в зоне типичной тундры имели лишь разведочный характер и не были продолжены в условиях высокой агротехники.

В итоге мы видим, что из многочисленных опытов по созданию искусственных лугов в тундре одни заканчивались неудачей, большинство ограничивались экспериментальной работой и выработкой общих рекомендаций; значительная часть экспериментаторов предпочла условия более мягкие, чем на типичной равнинной тундре, причем даже в этих относительно благоприятных условиях ими рекомендуется периодически обновлять луг путем посева трав, вспашки и других агротехнических приемов для предотвращения вырождения травостоя после 5-7-10-летнего использования.

С 1958 г. Коми филиал АН СССР проводил опытно-разработку приемов создания в тундре луговых травостоев длительного пользования на производственных площадях (1.5 га). Работами руководил И.С. Хантимер, который показал, что для сель-

скохозяйственного освоения пригодны 70-80 % площади Воркутинской тундры – это в первую очередь пространства преобладающей на водоразделах ерниковой тундры [7, 8]. Длительные наблюдения за посевами местных многолетних трав показали, что на 8-10-й год формируется луговое сообщество с характерными чертами луговой почвы, не требующее применения сложных приемов агротехники – достаточно скашивания и умеренной подкормки. Результаты исследований первого десятилетия позволили разработать метод залужения как специфический для Крайнего Севера способ эффективно использования малопродуктивных почв тундры. На основе метода залужения разработана зональная система сельскохозяйственного производства, включая животноводство, растениеводство и земледелие. В течение более чем 30 лет изучение продолжали сотрудники Института биологии Коми НЦ УрО РАН Н.С. Котелина, И.Б. Арчегова, Л.П. Турбанова и др. Результаты их работы изложены в нескольких монографиях¹.

В настоящее время на водоразделах в окрестностях г. Воркута с использованием накопленного опыта было создано более 2000 га искусственных лугов. Продолжающиеся наблюдения на первом залуженном участке, достигшем к настоящему времени 50-летнего возраста, показали, что сеяный луг может существовать в условиях хозяйственного использования при соблюдении режима ухода неопределенно долгое время, сохраняя высокую производительность. Таких длительных и масштабных опытов как у нас в стране, так и за рубежом очень мало, и переоценить их значение очень трудно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов Н.И. Проблема северного земледелия: Матер. ленинградской чрезвычайной сессии АН СССР. Л., 1931. С. 25-30.
2. Денисов Г.В., Миронова Н.А. Особенности селекции и семеноводства многолетних трав на Аляске // Сельское хозяйство за рубежом, 1982. № 9. С. 50-57.
3. Ивановский А.И. Сенокосы и пастбища Крайнего Севера. М., 1976. 240 с.
4. Опыт введения правильных севооборотов в совхозах северо-востока Коми АССР // Сельское хозяйство Коми АССР: Тр. конф. М.: Изд-во АН СССР, 1951. С. 95-98.

¹ Биоценологические исследования на сеяных лугах в восточно-европейской тундре (1979). Экологические основы управления продуктивностью агрофитоценозов восточно-европейской тундры (1991). Особенности природопользования и перспективы природовосстановления на Крайнем Севере России (1998).

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Татьяне Александровне Творожниковой с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (03.00.05 – ботаника) «Структурно-функциональная организация микоризных корневых окончаний *Picea obovata* Ledeb.» (диссертационный совет Д 004.007.01 при Институте биологии Коми НЦ УрО РАН)!

Желаем дальнейших творческих успехов!



5. *Прянишников А.В.* Залужение тундры // Бот. журн., 1954. Т. 39, № 1. С. 48-57.

6. *Томирдиаро С.В.* Вечная мерзлота и освоение горных стран и низменностей (Магаданская область и Якутская АССР). Магадан, 1972. 174 с.

7. *Хантимер И.С.* Сельскохозяйственное освоение тундры. Л.: Наука, 1974. 227 с.

8. *Хантимер И.С.* Промежуточный научный отчет по теме № 3 «Луга Коми АССР» за 1961 г. Сыктывкар, 1962. 80 с. – (Рук. фонды Науч. архива Коми НЦ УрО РАН. Ф. 3. Оп. 2. Ед. хр. 46).

9. *Хантимер И.С.* Рекомендации по производству корма в тундре путем ее залужения. Сыктывкар, 1966. 22 с.

10. *Цинзерлинг Ю.Д.* Северные пределы земледелия // Труды по прикладной ботанике и селекции. Л., 1925. Вып. 3. 15 с.

11. *Эйхфельд И.Г.* Десять лет работы по продовольственной проблеме Крайнего Севера // Проблемы северного растениеводства. Л., 1934. Вып. 4. С. 3-46. ❖



СООБЩЕНИЯ



СТАРЕЙШИЕ БОТАНИЧЕСКИЕ САДЫ АНГЛИИ

к.б.н. **К. Ткаченко**

с.н.с. Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург

Научные интересы: *ботаника, ресурсы и интродукция полезных растений*

Бывая в Англии, можно посетить интересные и замечательные сады и парки, оценить вековой садоводческий опыт англичан и что-то перенять для воплощения в жизнь и развития коллекций и экспозиций в наших ботанических садах. В 1133 г. в Англии было решено создать университет с целью дать священнослужителям более полное образование. Выбор пал на Оксфорд, который стал настоящим университетским городом. А ботанический сад Оксфорда – теперь старейший в Англии. Он был основан в 1621 г. и существует до сих пор.

Изначально Сад был создан как «*physic garden*» (от «*physic*» – искусство врачевания; медицина), т.е. как «сад лекарственных растений». Священнослужители, обучающиеся там, и начали создавать «садики» для выращивания нужного им сырья лекарственных растений. Большинство садов мира (теперь ботанических центров), которые возникли до середины XIX в, имеют в своей первоначальной истории создание сада лекарственных растений. Позднее эти сады были наполнены эстетической составляющей, утратив изначально практическое значение, стали местами контакта и общения людей с природой, любования и наслаждения красотой цветущих растений, отработкой приемов садового мастерства.

Площадь ботанического сада Оксфордского университета почти 2 га, а коллекции живых растений сада насчитывают почти 8000 таксонов из всех основных групп растений (приблизительно около 90 % семейств ра-

стений мировой флоры представлено в нем). Сад разбит на три зримо разделенных зоны: собственно сад травянистых растений, расположенный внутри двора, сад за пределами кирпичного ограждения и коллекция оранжерейных растений.

The Walled Garden – «сад за стеной», т.е. самое сердце сада. Основная его экспозиция, которая огорожена кирпичной стеной XVII в., сохраняется и сейчас в чудесном состоянии. Это не просто стена – она часть существующей экспозиции. Именно поэтому в английском звучании слова *Botanical gardens* употреблены в непривычном для нас множественном числе, так как у них не один сад, а сады, т.е. собственно ботанический сад – это отдельные специализированные экспозиции или коллекции живых растений. В этой части сада представлены основные группы лекарственных растений, высаженные по семействам в соответствии с классификацией, предложенной в XIX в. ботаниками Бентоном и Хукером. Каждый вид обязательно этикетирован, как и грядка – перед ней стоит большая табличка с названием семейства. Основные из них, представленные в этом саду: *Acanthaceae*, *Amaranthaceae*, *Amaryllidaceae*, *Aрсунaceae*, *Araceae*, *Aristolochiaceae*, *Berberidaceae*, *Boraginaceae*, *Campanulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cistaceae*, *Comelinaceae*, *Compositae*, *Convolvulaceae*, *Crassulaceae*, *Cruciferae*, *Cyperaceae*, *Dioscoreaceae*, *Dipsacaceae*, *Euphorbiaceae*, *Gentianaceae*, *Geraniaceae*, *Gramineae*, *Hypericaceae*, *Irida-*

ceae, *Juncaceae*, *Labiatae*, *Leguminosae*, *Liliaceae*, *Linaceae*, *Loasaceae*, *Lythraceae*, *Malvaceae*, *Onagraceae*, *Paeoniaceae*, *Papaveraceae*, *Phytolaccaceae*, *Plantaginaceae*, *Plumbaginaceae*, *Polemoniaceae*, *Polygonaceae*, *Portulacaceae*, *Primulaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae*, *Rutaceae*, *Saxifragaceae*, *Solanaceae*, *Umbelliferae*, *Urticaceae*, *Verbenaceae*, *Violaceae*.

Дорожками меж экспозиций в Саду является газон. Прекрасный «английский» плотный стриженный ухоженный сочный зеленый газон. Использование хороших газонокосилок с вакуумными подборщиками, боковых ножниц для стрижки бордюра газона позволяет содержать его в изумительном состоянии. В парках, если нет специальной таблички или легкого ограждения, на нем сидят, лежат, спят, катают коляски. Часть территории сада выделена под показ экономических растений: пищевых, лекарственных, волокнистых, технических и других по их полезности и использованию человеком. Растения в саду высажены свободно и это удобно для обозрения и знакомства с ними. Высажены они небольшим числом (от двух до пяти или редко до 10 экземпляров). Лишь некоторые виды, вегетативно подвижные, занимают, естественно, большую площадь, но их явно все время ограничивают в росте. В саду много удобно расположенных скамеек, которые красиво вписываются в созданный ландшафт. Часть из них – дань памяти о тех, кто внес плату на содержание Сада, они снабжены мемориальными табличками.

Оранжереи или зимний сад The Glasshouses – комплекс оранжерей, часть из которых является закрытой для посетителей, так как именно там собраны многие редкие и ценные

виды тропической и субтропической флор, которые нуждаются в защите даже от «экстремальных» погодных условий Британии. Первые оранжереи в Оксфорде были созданы из дерева в 1893 г. в классическом викторианском стиле, но в 1973 г. заменили все конструкции на алюминий с полным сохранением размеров и облика исторических строений. Основные площади под стеклом новых пристроенных оранжерей заняты растениями для летнего внешнего оформления Сада (бегонии, петунии, примулы, тагетесы, фуксии, эхеменесы), часть площадей занята под экспериментальные работы студентов и преподавателей университета. Еще одна часть под стеклом занята для образовательной работы с детьми и школьниками, так как Сад, как и университет, принимает активное участие в государственных образовательных программах, как по биологии, собственно ботанике, так и экологии.

Соединенные три небольшие по размерам отдельно стоящие оранжереи открыты для посетителей (как и в саду – вход внутрь без экскурсовода, но везде хватает информационных табличек и этикеток), показывают основные тропические виды (викторию), папоротники и насекомоядные растения, так модные и популярные в настоящее время, и альпийские виды.

Интересно, что в 1849-1851 гг. профессор и главный хранитель Оксфордского ботанического сада Чарльз Даубени построил первую стеклянную оранжерею. Разместил в ней цистерну (большой бетонный бак, первый прообраз бассейна для водных лилий) для виктории амазонской *Victoria amazonica*. История же выращивания виктории амазонской была не простой, после почти 10 лет ежегодного ее выращивания проф. Даубени прекратил ее пересевать. И возобновили выращивание Виктории в Оксфорде лишь через 150 лет! Правда сейчас выращивают другой вид – *Victoria cruziana*. Тут же экспонируют мировые полезные растения: рис, бананы, сахарный тростник, папирус и др.

Папоротниковая экспозиционная оранжерея включает растения этой группы разных жизненных форм и степени редкости (это и *Platyserium bifurcatum*, и *Lygodium japonicum*, и *Dicksonia antarctica*, и *Tricomanes speciosum*). Тут же размещены и насекомоядные растения и их декоративные сорта, так популярные сейчас у садоводов. Среди экспонируемых виды родов *Diopea*, *Drosera*, *Sarracenia Utricularia*.

Последняя оранжерея, так называемый «альпийский дом», небольшая по площади, но оснащена кондиционером, подающим холодный и влажный воздух. Растения там представлены в горшках, это постоянно сменяемая экспозиция. Всегда можно видеть цветущие виды Альп и других высокогорных областей мира. Основная коллекция видов сохраняется в фондовых, закрытых оранжереях и простым посетителям она недоступна для обозрения.

В закрытых оранжереях содержат коллекции орхидей, бромелий, суккулентов. Часть из этих растений в период цветения выставляют в демонстрационных оранжереях.

В самой крупной по размерам оранжерее содержится коллекция пальм и основные мировые экономические растения: цитрусовые, перец, олива, кофе, чай, какао, хлопок, различные культуры, имбирь, сладкий картофель батат и др. Конечно, там есть и цикадовые, большое число видов бегоний, акантовых и других видов растений, важных и нужных для учебных процессов и разных образовательных программ не только школьников, но и студентов.

Третий сад: the area outside the walled area between the Walled Garden and the River Cherwell – в большей части – декоративный сад, где экспонируют коллекции сортовых касатиков, основные овощные и технические культуры, водные и прибрежноводные и одну из первых каменистых горок с альпийскими видами растений. Этим культурам сейчас во всех садах Англии уделяют большое значение. Пропаганда ботанических и экологических



знаний – приоритет деятельности Ботанических садов. Чтобы дети знали, что морковь растет на грядке, а не в полиэтиленовых мешках в универсальных магазинах, как и редис в кулечках, или вишня в коробочках... Картофель, томаты, фасоль, горох, артишоки, капуста и другие широко распространенные съедобные (пищевые) растения представлены в экспозиции.

Северо-западная часть Сада отведена под «разноцветный» сад, где представлены многие виды, а точнее – их вариегатные (пестрые) формы. Растения расположены там по системе проф. С.Д. Дарлингтона и д-ра Д.Л. Бурраса, разработанной в 1970 г. Среди экспонируемых растений эффектно смотрятся *Weigela praecox* “Variegata” и *Cornus alternifolia* “Argentea”, а так же *Aegopodium podagraria* “Variegatum”.

Одна экспозиционная грядка посвящена видам, межвидовым гибридам и формам одного рода – калина *Viburnum*. Очень эффектно *Viburnum bodnantense*, растущая со своими родителями – *V. farreri* & *V. farreri*. А как поражает калина крупноцветковая *V. grandiflorum* var. *grandiflorum*! Одна большая и широкая гряда в северо-восточном углу сада содержит экспозицию с сортами бородатых ирисов, наиболее привлекательно выглядящих в мае, в период их активного цветения. Одни из самых долгоцветущих сортов – “Eileen” и “Golden Encore”.

Кирпичная стена – как часть экспозиции сада. Проходы в стене и многие ее участки, оформлены вьющимися растениями. Это и розы, и плющи, винограды, и некоторые плодовые – яблони, крыжовники, инжир, в форме пальметты. Одной из оригинальных экспозиций в саду являются протяженные рабатки вдоль всей стены. Учитывая особый влажный и прохладный микроклимат, под стеной прекрасно растут папоротники, хвощи, плющи и др. (*Equisetum telmateia*, *Stachyurus praecox*, *Astrantia major*, *Jasminum nudiflorum*, *Hydrangea anomala petiolaris*, *Lonicera fragrantissima*). А также необычные и редкие виды: *Ercilla volubilis*

и *Arisarum proboscoideum* × *A. purpusii*.

На юго-востоке сада расположена коллекция видов бамбука. Западные и северные экспозиции сада демонстрируют коллекции, собранные по географическому признаку. Каждая из них включает самых ярких представителей флоры. Так, Японию и Китай представляют *Clerodendrum bungei*, Северную Америку – *Fremontodendron californicum*, Европу – *Cliantus puniceus*, Средиземноморье – *Euphorbia myrsinites*, Южную Америку – *Acca sellowiana*, Южную Африку – *Kniphofia caulescens*.

Интересной и самобытной экспозицией является и каменный сад. Он был впервые построен в 1926 г., и примерно каждые 25 лет перестраивается. Последняя перестройка в нем была сделана в период 1997-1999 гг. На этой экспозиции демонстрируются основные и популярные альпийские виды растений, наиболее адаптированные к погодным условиям открытого грунта Англии.

Обычно, если мы слышим слово «Челси», то сразу возникают ассоциации с известным английским футбольным клубом. Еще вспоминаются и ежегодные майские флористические выставки, проводимые в Челси. Но Челси – это, прежде всего, старый район Лондона. Там расположен самый первый сад лекарственных растений (Chelsea Physic Garden), созданный в 1673 г. и ставший через 13 лет уже первым ботаническим фармацевтическим садом. О чем извещают мемориальные таблички на высоких кирпичных стенах вокруг него. Сад сохраняется и поддерживается на этом самом месте вот уже 335 лет. Вокруг вырос один из престижных районов города. Рядом с этим садом находится и пансионат для инвалидов войн (Chelsea Royal Hospital – королевский дом престарелых в Челси). Вся близость расположения пансионата и Сада определена именно тем, что Сад обеспечивал пансионат бесплатным сырьем лекарственных растений для лечения пациентов. Учитывая первостепенную важность растений для

лечения человека травами, такое соседство не удивляет, оно вполне оправдано. Опять же – первые цветочные, теперь флористические и дизайнерские выставки в Челси начались более 85 лет назад (в 1922 г. была первая выставка) как благотворительные, для сбора средств на поддержание и содержание этого пансионата.

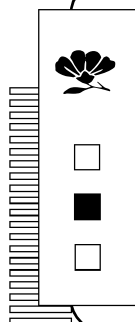
Сад открыт для посещения с апреля по ноябрь. Прежде всего в этом саду можно посмотреть классический ассортимент знахарских видов лекарственных растений конца XVII и до XX вв., которые популярны в Англии до сих пор, с обязательной демонстрацией самого знаменитого и «волшебного» растения всех знахарей – мандрагоры. Сад имеет интересную относительно простую секционную планировку. Выделены флористические участки, где показывают основной ассортимент европейских лекарственных растений, другой сектор организован для демонстрации растений по группам заболеваний и географическим областям планеты. Для садоводов-любителей (а их в Англии много) есть вспомогательные (и экспозиционные) оранжерейки. Есть также и магазинчик сопутствующих товаров, там же можно купить семена, рассаду, горшечные комнатные растения, разный удобный и эргономичный садовый инвентарь (новый и старый), удобрения, земляные смеси, книги, открытки и сувениры.

Одним из важных достижений этого Сада для мирового садового искусства является то, что именно в нем, впервые были сделаны альпийские или, как сейчас проще сказать – каменистые горки, которые так популярны и сейчас в садовом и парковом дизайне. А были они изначально созданы лишь для того, чтобы выращивать высокогорные растения из исключительно утилитарных потребностей. Эти первые «горки» можно наблюдать около овального пруда и перед отдельно стоящей односкатной оранжереей, в которой сейчас демонстрируют некоторые тропические лекарственные растения и папоротники.

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Юлии Николаевне Шабалиной с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (03.00.05 – ботаника) «Альгофлора разнотипных водоемов таежной зоны (бассейн р. Ижмы)» (диссертационный совет 004.007.01 при Институте биологии Коми НЦ УрО РАН)!

Желаем дальнейших успехов и побед!



Учитывая большую любовь англичан к растениям, воспитывая все новые поколения жителей страны в любви к растениям, Сад лекарственных растений в Челси проводит разнообразные образовательные программы. В Саду специально разрабатывают маршруты и циклы занятий для детей, и школьников разного возраста, студентов-медиков (будущих провизоров), а также для любителей-садоводов (или цветоводов) разного уровня. На территории сада есть даже специально выделенное здание – образовательный центр. Учитывая крохотные размеры (всю площадь садика), они выделяют площадки для опытов, которые закладывают с теми, кто обучается в этом центре. Сейчас в Европе активно пропагандируется специальная программа «organic» – земледелие без применения химических удобрений и ядохимикатов. Поэтому в самых доступных формах показано – как создать компостные «кучи» и «как они работают». На территории Сада отведены специальные площади под хозяйственные нужды. В Саду проводят много программ для детей. Часть Сада отдана под «огород», так называемый kitchen garden, или иногда называемый vegetable garden, чтобы дети могли увидеть как растут и выглядят овощные и пряные растения. На стендах и этикетках всегда легко и просто найти информацию о том, как и какие растения использовать в пищу, какие

для приправ и ароматизации блюд, приготовления маринадов и прочее. Небольшая часть парка, пара аллей, представлена плодовыми растениями (в основном яблонями). Но они не просто так высажены – а сформированы в виде пальметты. Экскурсанты видят не только разнообразие растительного мира, но и разные приемы формирования и стрижки древесных пород.

Одна из коллекций Сада поразила меня своей «находчивостью». Это коллекция мелколуковичных. Все, кто работает в ботаническом саду, знает, как сложно вести, сохранять, поддерживать и избегать случайных гибридов среди видов таких родов как Allium, Galanthus, Merendera, Bornardia, Bellevalia, Muscari, Scilla, Chionodoxa, Erytronium и др. Так вот, в этом Саду их выращивают в пластиковых горшках. Не сотнями штук, а в пределах двух-трех десятков растений, при этом в каждом горшке для конкретного вида создается та земляная смесь, которая наиболее для него благоприятна по дренажу, pH и т.д. Как только растения отцветают, горшки выкапывают, луковицы подсушивают, чистят, разбирают, меняют земляные смеси в горшках, и с конца лета вновь закапывают горшки (с этикетками конечно же) в грядки. На лето, на время выкопки горшков с луковицами, грядки из-под них занимают разнообразными однолетними культурами.

В этом саду удивляет то, как на самых простых приемах работы на земле обучают будущие поколения, прививают любовь к земле, работе на ней, выращиванию растений, постижению красоты. Это сказывается на общем оформлении городов, их ухоженности, и цветочному оформлению зданий, городских садов, парков и скверов.

Набивные гравевые дорожки в саду организованы как основные разделители коллекций и экспозиций. Когда вы знакомитесь с растениями, то ходите по «классическим английским газонам». В Саду поражает его ухоженность, как в целом, так и всех тропинок, дорожек, и, конечно же – самих демонстрируемых растений. Учитывая особый, мягкий климат Лондона, в саду в открытом грунте представлено много видов, значительная часть которых в нашем регионе может быть выращена лишь в защищенных условиях (оранжереях), например, эвкалипт, олива, розмарин, пробковый дуб и другие виды).

Небольшая часть Сада посвящена известным английским ботаникам, натуралистам XVIII и XIX вв. Около бюста или планшета с фотографией и информацией о том или ином медике-ботанике растут либо те виды растений, которые он описал, либо которые названы в его честь. Это очень хороший шаг в развитии и формировании патриотизма у посетителей.

ЮБИЛЕЙ

В марте **Инна Владимировна Рапота** отметила свой юбилей. Природа одарила ее глубоким аналитическим умом, со школьной скамьи у Инны Владимировны сформировался устойчивый интерес к познанию закономерностей материального мира. Ее способности начали реализовываться уже в студенческие годы, во время учебы в одном из ведущих вузов страны – Ленинградском государственном университете, где под руководством прекрасных учителей она постигала тайны строения живого. После успешного окончания университета приехала в наш город и с этого времени ее судьба тесно связана с Севером.

Более трех десятилетий Инна Владимировна отдала делу развития Коми научного центра, служению сложнейшей области фундаментальной науки – сравнительной кардиологии и обеспечению научно-организационной деятельности Института биологии и Института физиологии. Во многом благодаря ее ежедневному самоотверженному и бескорыстному труду достижения коллектива Института биологии сегодня известны далеко за пределами Республики Коми. Ею проведена огромная работа, направленная на становление международного сотрудничества Института с научными учреждениями Скандинавских стран, Нидерландов, которое сегодня успешно развивается. Много внимания всегда уделяла и продолжает уделять вопросам, связанным с организацией и проведением научных мероприятий: съездов, конференций, симпозиумов, школ, семинаров. Специалисты, которые работали вместе с И.В. Рапота в процессе подготовки рукописей к печати, знают ее требовательность и бескомпромиссность и ценят то, что она всегда готова помочь добрым советом и деловым предложением. Нам импонирует ее умение ставить созидательные цели и упорным кропотливым трудом решать поставленные задачи. Мы неизменно отмечаем ее тонкий вкус, умение видеть прекрасное, интеллигентность, женское обаяние.

Дорогая Инна Владимировна, от всей души желаем Вам крепкого здоровья, благополучия, долгих лет активной творческой жизни, сил и вдохновения!

Сотрудники Института биологии





ВЛИЯНИЕ ЦЕНОТИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА РОСТ И ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ *PHALAROIDES ARUNDINACEA*

д.б.н. Г. Табаленкова
с.н.с. лаборатории экологической
физиологии растений
E-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru

Научные интересы: продуктивность, донорно-акцепторные отношения, биорегуляторы

к.б.н. С. Маслова
с.н.с. этой же лаборатории
E-mail: maslova@ib.komisc.ru

Научные интересы: подземные побеги, регуляция роста, донорно-акцепторные отношения, адаптация



Двукосточник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch) – многолетнее травянистое длиннокорневищное растение из сем. Poaceae, перспективная кормовая культура, особенно для северных районов, так как отличается высокой урожайностью, долголетием, устойчивостью к низким температурам, засухам, болезням. В Республике Коми проведены исследования естественных ценопопуляций данного вида, выявлены закономерности развития растений при введении в культуру [4]. Изучена структура урожая и химический состав биомассы местных и инорайонных образцов и сортообразцов *P. arundinacea* [1]. Показано влияние различных факторов (погодных условий, длительного затопления, выпаса скота, внесение минеральных удобрений и укосов) на продуктивность и устойчивость ценопопуляций *P. arundinacea* [5-8]. Продуктивность надземной биомассы *P. arundinacea* зависит от успешного роста корневищ, которые характеризуются интенсивным метаболизмом, формируют большой запас меристем, отличаются способностью к саморегуляции [3]. При длительном культивировании многолетних злаков происходит естественное загущение ценозов, что оказывает влияние на продуктивность растений. Под влиянием ценотического фактора меняется световой и водный режим, минеральное питание, что приводит к изменениям структуры и физиологической активности растений.

Целью исследований было изучить рост растений и морфофизиологические особенности корневищ многолетнего злака *P. arundinacea* в разных ценотических условиях. Загущенный ценоз был сформирован к третьему году жизни на основе сплошного рядового посева, разреженный – при площади питания 0.40×0.70 м². Отбор проб проводили в фазы трубкования (1 июня), колошения (22 июня), созревания семян (20 июля) и в конце вегетации

(22 сентября) с площадок 0.25 м². Изучали морфологическую структуру растений, накопление биомассы, интенсивность дыхания и содержание азота. Для оценки количества подземных меристем вегетативной репродукции учитывали число основных и латеральных корневищ и их узлов. Растения разделяли по органам, взвешивали и высушивали. Относительную скорость роста растений рассчитывали по уравнению:

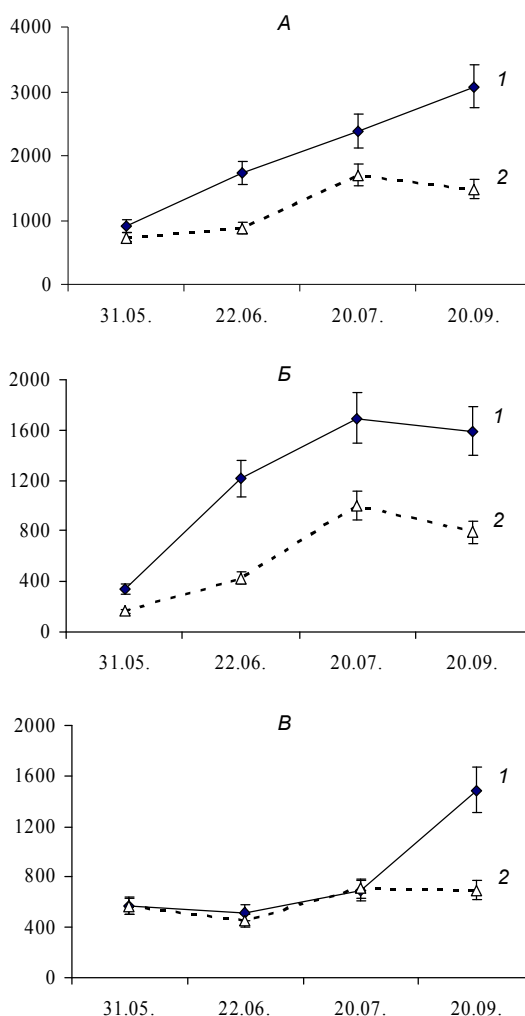
$$RGR = (\ln M2 - \ln M1) / (t2 - t1), \text{ г/(г сут)},$$

где (lnM2 – lnM1) – накопление биомассы за промежуток времени (t2 – t1) [2].

Дыхание растений определяли по выделению CO₂ с помощью газометрической системы с инфракрас-

ным газоанализатором Инфралит-4 (Германия), подключенным по дифференциальной схеме. Содержание азота и углерода определяли в сухой измельченной биомассе на автоматическом анализаторе ANA-1500 (фирма Карло Эрба, Италия).

Растение *P. arundinacea* относится к интенсивно растущим злакам, активно формирует биомассу в течение всей вегетации. В условиях слабого ценотического взаимодействия к фазе трубкования растения накапливали в среднем 900 г/м² сухой массы, 62 % которой приходилось на подземную часть (см. рисунок). В период колошения биомасса растений возрастала в два раза за счет интенсивного роста надземных побегов, а масса подземных органов не изменялась. В фазу созревания семян соотношение надземной и подземной биомасс было 2.5, что свидетельствует о более интенсивном формировании надземных органов. К концу вегетации клоны третьего года жизни накапливали 3000 г сухой массы/м², половину которой составляли корневища. Кривая накопления сухой надземной массы растений разреженного ценоза выходила на плато к концу ве-



Накопление сухой массы (г/м²) целым растением (А) *Phalaroides arundinacea*, его надземной (Б) и подземной (В) частью в разреженном (1) и загущенном (2) ценозах. По горизонтали указаны даты отбора проб.

гетационного периода, тогда как масса корневищ продолжала интенсивно увеличиваться до конца сентября. Следует отметить, что активное образование корневищ началось в период, когда в надземной части происходило снижение интенсивного роста. Основной фонд узлов корневищ образуется во второй половине вегетации (август, сентябрь) (табл. 1). Увеличение количества подземных меристем в этот период отмечали в 10 раз. В итоге, растения, не испытывающие ценотического влияния, формировали более 50 тыс. узлов/м².

Надземные побеги растений *P. arundinacea* разреженного ценоза характеризовались интенсивным дыханием в период трубкования, когда растения активно формируют вегетативную массу (табл. 2). С началом формирования генеративных органов дыхательная способность надземных побегов снижалась в два раза. Интенсивность дыхания корневищ в зависимости от фазы развития была в два-шесть раз меньше, чем у надземных побегов, и слабо изменялась в процессе вегетации. Содержание общего азота в листьях было высоким в начале вегетации (4.3 %) и постепенно снижалось к концу вегетационного периода, когда аттрагирующую способность приобретали генеративные органы и корневища. Концентрация общего азота в корневищах была в три-четыре раза ниже по сравнению с листьями и независимо от фазы развития растений составляла в среднем 1 %.

Загущение оказало существенное влияние на динамику накопления биомассы растениями *P. arundinacea*. В фазе трубкования сухая масса растений загущенного ценоза не отличалась от разреженного (см. рисунок). Относительная скорость роста растений (RGR) ценозов разной плотности в этот период была равной и составляла в среднем 0.2 г/г сут. В период колошения растения загущенного ценоза значительно отставали по накоплению сухой массы за счет снижения интенсивности роста надземных побегов. RGR растений в этот период составляла 0.008 г/г сут, что в четыре раза меньше, чем в разреженном ценозе. В период созревания семян RGR растений ценозов разной плотности выравнивалась (0.01 г/г сут) за счет усиления ростовых процессов в надземной части растений плотного ценоза. К концу сезона вегетации растение в загущенном ценозе накапливало 1500 г/м², что в половину меньше, чем в разреженном. Уменьшение сухой массы растений плотного ценоза происходило в результате снижения как надземной, так и подземной масс. К концу вегетации отмечена отрицательная величина RGR растений плотного ценоза (-0.002 г/г сут), что связано с прекращением ростовых процессов в надземной части и отсутствием роста в подземных органах. Корневища растений в загущенном посеве формировали до 13 тыс. узлов/м², что в четыре раза меньше, чем в разреженном ценозе (табл. 1). Показано, что молодые надземные побеги загущенного ценоза в фазу трубкования дышали в два раза менее интенсивно, чем в разреженном. В последующие фазы роста дыхательная способность надземной части не зависела от ценотического фактора. В загущенном ценозе, по сравнению с разреженным, отмечена устойчивая тенденция к снижению интен-

Таблица 1
Морфологическая структура корневищ растений *P. arundinacea* в разреженном (А) и загущенном (Б) ценозах

Параметр	22 сентября		
	А	А	Б
Длина основных корневищ, см	13.5 ± 3.1	14.6 ± 3.1	13.2 ± 4.0
Количество			
основных корневищ, шт./м ²	477.6 ± 81.6	1327.2 ± 238.0	612.8 ± 31.2
метамеров, шт.	9.8 ± 1.6	9.9 ± 1.8	10.0 ± 2.8
латеральных корневищ, шт.	3.7 ± 1.9	5.0 ± 1.8	3.0 ± 1.0
метамеров	—	6.1 ± 1.3	3.8 ± 1.4
узлов корневищ, шт./м ²	6447.6	53619.0	13114.0

Примечание: прочерк – измерения проводили в ранний период развития латеральных подземных побегов (почки).

сивности выделения CO₂ корневищами растений *P. arundinacea*. Ценотический фактор слабо повлиял на содержание общего азота как в листьях, так и в корневищах.

Таким образом, растения *P. arundinacea* третьего года жизни характеризовались интенсивным ростом, накапливали значительную биомассу, половину которой составляли подземные органы – корневища и корни. Корневища формировали большой резерв подземных меристем, что свидетельствует о высоком вегетативном репродуктивном потенциале растений. Показана отрицательная корреляция между ростовыми процессами при формировании надземных побегов и корневищ, что отражает временное разделение реализации генеративной и вегетативной репродукции. Загущение оказало существенное влияние на динамику накопления биомассы растениями *P. arundinacea*. Растения загущенного ценоза интенсивно накапливали биомассу на начальных этапах роста (трубкование) при благоприятных световых условиях в ценозе, и к фазе созревания семян, когда обеспечивается генеративное размножение растений. В плотном ценозе выявлено значительное снижение количества подземных узлов и массы корневищ, но не обнаружено существенно влияния на их физиологические параметры (интенсивность дыхания, содержание общего азота). Это свидетельствует о том, что меньшая масса корневищ и количество подземных узлов (меристематических тканей) способны сохранять высокий уровень метаболической активности при сильной конкуренции.

Таблица 2
Динамика дыхательной способности растений *P. arundinacea* в разреженном (верхняя строка) и загущенном (нижняя строка) ценозе, мгСО₂/г сухой массы ч

Фаза развития	Надземные побеги	Корневища
Трубкование	3.94 ± 0.23	0.62 ± 0.10
	1.75 ± 0.20*	0.49 ± 0.04
Колошение	1.92 ± 0.18	0.84 ± 0.6
	1.63 ± 0.18	0.46 ± 0.04
Созревание семян	2.18 ± 0.22**	0.76 ± 0.09
	1.91 ± 0.07**	0.59 ± 0.06

* Разница между разреженным и загущенным ценозом достоверна при p ≤ 0.05.

** Интенсивность дыхания листьев.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иевлев Н.И.* Злаковые травы и травосмеси на торфяных почвах. Екатеринбург, 1996. 119 с.
 2. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / *Н.А. Ламан, В.П. Самсонов, В.Н. Прохоров* и др. Минск: Наука и техника, 1996. 101 с.
 3. Подземный метамерный комплекс в донорно-акцепторной системе корневищных многолетних злаков *Bromopsis inermis* и *Phalaroides arundinacea* / *С.П. Маслова, Т.К. Головки, ..., Г.Н. Табаленкова* и др. // Физиология растений, 2005. Т. 52, № 6. С. 839-847.
 4. *Турубанова Л.П.* Культура канареечника в Коми АССР. Сыктывкар, 1988. 20 с. – (Сер. Науч. рекомендации – народному хозяйству / Коми НЦ УрО АН СССР; Вып. 89).

5. *Barnes W.J.* The rapid growth of a population of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) and its impact on some riverbottom herbs // *Torrey Bot. Soc.*, 1999. Vol. 126, № 2. P. 133-138.
 6. Effects of grazing management on phalaris herbage mass and persistence in summer-dry environments / *J.M. Virgona, A.L. Avery, J.F. Graham* et al. // *Austral. J. Exp. Agr.*, 2000. Vol. 40, № 2. P. 171-184.
 7. Grazing management to increase utilization of phalaris-based pasture in dryland dairy systems / *D.J. Watson, A. Avery, G.J. Mitchell* et al. // *Austral. J. Exp. Agr.*, 2001. Vol. 41, № 1. P. 29-36.
 8. Qi Guang, Zhou Bihua. Assimilating efficiency of soil nutrition of *Phalaris arundinacea* L. // *J. Forest. Res.*, 2001. Vol. 12, № 4. P. 271-272.

СОДЕРЖАНИЕ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА
ACHILLEA MILLEFOLIUM L. В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) – многолетнее травянистое растение семейства астровые (сложноцветные) Asteraceae Dumort (Compositae Giseke). Широко известно, что как лекарственное растение тысячелистник известен со времен античности, он входит в число более 600 видов лекарственных растений, описанных еще в I в. н.э. В настоящее время трава тысячелистника является официальным лекарственным сырьем в России, Финляндии, Австрии, Польши, Германии и др. [3]. Многосторонние фармакологические свойства (противосудорожное, обезболивающее, противовоспалительное, ранозаживляющее, инсектицидное, бактерицидное и гипоаллергенное действие) данного растения обусловлены присутствием в лекарственном сырье различных биологически активных соединений (флаваноиды, кумарины, лактоны, эфирные масла). Эфирное масло может служить источником проазуленов и азуленов, в его состав входят сесквитерпеноиды (ахиллин, карофиллен и др.), монотерпеноиды (камфора, туйон, пинен, борнеол и др.). В растении содержатся также алкалоид ахиллеин, витамин К, аскорбиновая и другие органические кислоты, холин, каротин, горькие и дубильные вещества, микроэлементы. Целью нашей работы являлось определение содержания и компонентного состава эфирного масла тысячелистника обыкновенного, выращенного в условиях культуры.

Объектом исследований послужили размноженные в условиях культуры вегетативным путем образцы *A. millefolium* разного географического происхождения: Москва (сорт Васю-



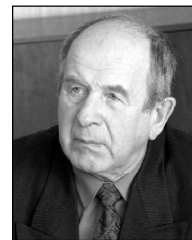
Е. Быкова
 асп. отдела
 Ботанический сад
 E-mail:
nefedova@ib.komisc.ru

Научные интересы:
 интродукция лекарственных растений



к.б.н. **В. Пунегов**
 с.н.с. этого же отдела
 E-mail: punegov@ib.komisc.ru
 тел.: (8212) 24 56 59

Научные интересы:
 биоорганическая химия,
 химия и технология
 возобновляемого
 растительного сырья



д.б.н. **В. Мишуров**
 в.н.с. этого же отдела
 E-mail:
mishurov@ib.komisc.ru

Научные интересы:
 сохранение биоразнообразия,
 адаптация растений
 к экстремальным условиям,
 интродукция растений

ринский), Петрозаводск, Махачкала, Серпухов, Сыктывкар. Эфирное масло выделяли по способу II Государственной фармакопеи Российской Федерации (гидродистилляция по Клевенджеру) [2]. С целью предварительной оценки выхода эфирного масла в надземных частях (соцветия) использовали метод гравиметрии. Он заключался в отборе аликвоты из общего объема раствора эфирного масла в пентане, получаемого в результате гидродистилляции по Клевенджеру. Далее отбранную аликвоту в точно взвешенной колбочке концентрировали упариванием пентана на водяной бане. Для удаления следов пентана остаток раствора эфирного масла дополнительно непродолжительно прогревали на водяной бане при 70 °С. Полученный остаток взвешивали и по результатам взвешивания определяли выход эфирного масла. Также в работе для определения содержания и химического состава эфирного масла использовали метод капиллярной газожидкостной хроматографии (ГЖХ). ГЖХ-

анализ проводили на аналитическом хроматографе «Кристалл-2000М». Регистрацию хроматографической информации и обработку результатов анализа осуществляли с применением универсальной компьютерной системы приема и математической обработки хроматографической информации Хроматек Аналитик 1.2. Идентификацию структуры компонентов эфирного масла осуществляли методом хромато-масс-спектрометрического анализа. Хромато-масс-спектральный анализ проведен в аккредитованной экоаналитической лаборатории «Экоаналит» с использованием хроматографа «Trace GC ultra». Для идентификации структуры соединений была использована библиотека NIST MS Search.

Эфирные масла – сложная смесь терпеновых углеводов и их производных, продуцируемых в условиях жизнедеятельности самого растения. В результате проведенных исследований установлено, что эфирное масло *A. millefolium* из измельченного сырья

количественно отгоняется паром в течение 3-5 ч с момента начала отгонки. Полученное масло имеет слегка синеватую окраску и резкий запах. Практический выход эфирного масла тысячелистника, определенный гравиметрическим методом, составляет 0.03-0.15 %. Для сравнения согласно результатам ГЖХ-анализа это значение лежит в интервале 0.03-0.13 % в зависимости от географического происхождения исследуемого образца (рис. 1).

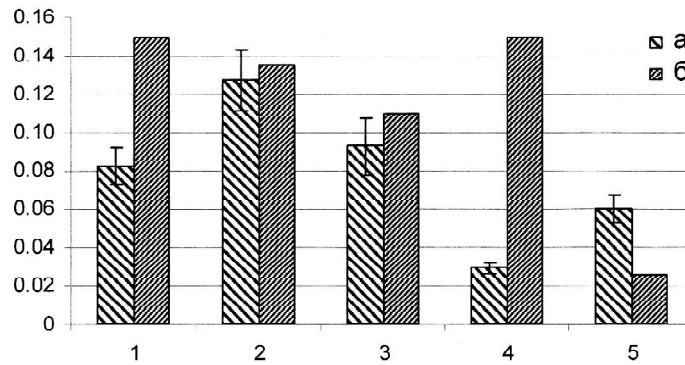


Рис. 1. Массовая доля (%; по вертикали) эфирного масла в образцах *Achillea millefolium* в фазе цветения в условиях культуры по данным газожидкостной хроматографии (а) и гравиметрического анализа (б). Здесь и далее. Происхождение образцов: 1 – Москва (сорт Васюринский), 2 – Петрозаводск, 3 – Махачкала, 4 – Серпухов, 5 – Сыктывкар.

Полученные данные гравиметрических определений, как и ожидалось, оказались завышенными из-за неполного удаления пентана из аликвоты раствора эфирного масла. Но они дали нам возможность предварительно оценить эфиромасличность проб исследуемых растений. Стоит отметить, что гравиметрический анализ выполняли однократно, не стремясь получить статистически достоверные результаты. ГЖХ-анализ выполняли с многократной повторностью (3-5 раз), что дало возможность квалифицированной статистической обработки результатов определения (рис. 1).

Метод ГЖХ сочетали с методом хромато-масс-спектрометрии, это позволило в составе эфирного масла растений изучаемых образцов обнаружить более 100 компонентов, из которых однозначно выполнена идентификация химической структуры 60 терпеноидов. Основные компоненты (см. таблицу) среди монотерпеноидов (%): α -пинен (0.4-4.2), сабинен (2.7-18.1), β -пинен (0.6-12.0), 1,8-цинеол (8.0-34.5), танс-пинокарвеол (1.3-2.8), t-сабиненгидрат (1.1-5.5), камфора (0.9-3.8), борнеол (0.9-3.1). Среди сесквитерпеноидов преобладают β -кариофиллен (3.2-4.6), гермакрен D (1.7-6.7), E, цис-эпи-бета-санталол (0.7-2.9), хамазулен (2.1-12.6).

Резкий, ароматический с древесными или скипидарными нотами запах эфирному маслу тысячелистника и любому другому эфирному маслу придает содержание α -пинена. Чем ниже его содержание в эфир-

ном масле, тем выше парфюмерная оценка. В нашем случае, наименьшим содержанием α -пинена (см. таблицу) характеризовались образцы из Серпухова и Петрозаводска, далее по возрастающей: образцы из Сыктывкара, Махачкалы и Москвы (сорт Васюринский). Присутствие 1,8-цинеола также указывает на ароматические характеристики эфирного масла. Однако, чем выше его содержание в эфирном масле, тем выше парфюмерная оценка. Наиболее богатым по содержанию 1,8-цинеола оказался образец из Махачкалы, высокое содержание наблюдали у образцов из Сыктывкара и Серпухова, наименьшее – у образцов из Москвы (сорт Васюринский) и Петрозаводска. Среди сесквитерпеновых соединений противовоспалительными, противовирусными свойствами обладает гермакрен D. Образец из Махачкалы характеризуется наибольшим его содержанием, примерно одинаковое содержание в образцах из Петрозаводска, Серпухова и Москвы (сорт Васюринский), а в образце из Сыктывкара этот компонент вовсе отсутствует.

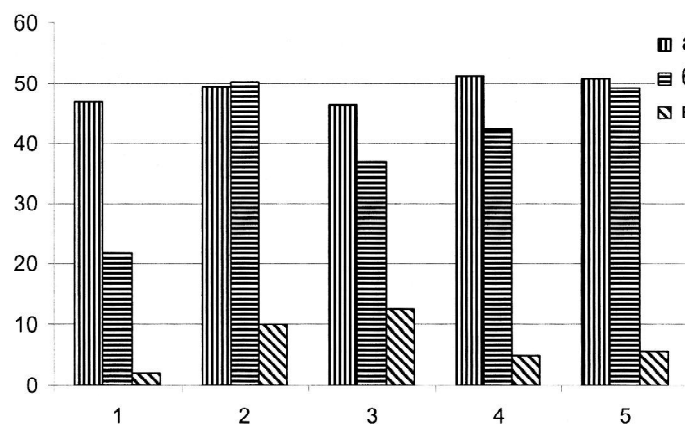


Рис. 2. Массовая доля (%; по вертикали) монотерпеноидов (а), сесквитерпеноидов (б) и хамазулена (в) в образцах *Achillea millefolium* в фазе цветения в условиях культуры.

Наиболее ценным компонентом эфирного масла растений рода *Achillea* L. считают хамазулен. Известно, что хамазулен обладает противовоспалительным и гипоаллергенными свойствами и считается одним из основных действующих веществ лекарственного сырья тысячелистника [4]. Установлено, что его количество в масле весьма непостоянно – от 6 до 25 % [1]. Массовая доля в исследуемых образцах тысячелистника варьирует от 2.1 до 12.6 % (рис. 2). Макси-

мум содержания хамазулена (см. таблицу) выявили в образце из Махачкалы, далее по убывающей: образцы из Петрозаводска, Сыктывкара, Серпухова и Москвы (сорт Васюринский). Согласно данным биохимических анализов, в образцах растений, полученных из регионов южнее Сыктывкара (Махачкала, Серпухов, Москва), происходит накопление эфирного масла с преобладанием в его составе монотерпеноидов (рис. 2). Известно, что при выращивании в культуре тысячелистника обыкновенного в южных регионах производится эфирное масло с преобладанием сесквитерпеновых соединений. Это обусловлено тем, что монотерпеноиды эфирных масел тысячелистника – легколетучие вещества, и в жарких климатических условиях произрастания легко удаляются из эфирномасличных вместилищ, а также расходуются на синтез сесквитерпеноидов. При этом выделяется дополнительное количество молекул воды, используемых растением для жизнедеятельности в условиях дефицита влаги. Примерно одинаково содержание монотерпеноидов и сескви-

терпеноидов в эфирном масле образцов растений из Сыктывкара и Петрозаводска, что можно объяснить климатическими условиями данных регионов.

Таким образом, полученные результаты по методу гравиметрии свидетельствуют, что этот метод может быть применен как предваряющий метод анализа перед ГЖХ определения состава и содержания эфирного масла в растениях. Более точным и информативным методом для определения компонентного

Компонентный состав эфирного масла (мажоры) образцов *Achillea millefolium* в фазе цветения в условиях культуры

Компонент	Происхождение образца				
	Москва	Петрозаводск	Махачкала	Серпухов	Сыктывкар
Монотерпеноиды					
Альфа-пинен	4.2	1.6	3.6	0.4	2.6
Камфен	0.5	–	0.7	0.7	0.8
Сабинен	6.9	18	2.7	9.6	14.7
Бета-пинен	0.6	1.1	12	2.4	0.8
Альфа-терпинен	3.1	1.6	0.5	1.0	0.7
1,8-цинеол	8.0	9.6	34.5	18.1	24.8
t-сабинен-гидрат	5.5	2.7	1.1	2.2	1.1
Камфора	3.3	0.9	3.8	1.5	–
Борнеол	0.9	1.3	3.1	2.2	1.4
Сесквитерпеноиды					
Бета-кариофиллен	4.6	4	4.5	3.5	3.2
E, цис-эпи-бета-санталол	0.7	0.9	0.8	0.5	2.9
Гермакрен D	1.7	2.8	6.7	2.1	–
Кадиная – 3,9-диен	–	1.8	1.6	–	2.4
Хамазулен	2.1	10.1	12.6	4.8	4.1

Примечание: прочерк – не обнаружено.

состава эфирного масла и его содержания является метод ГЖХ. В результате исследований определено содержание и выявлен компонентный состав эфирного масла *A. millefolium* раз-

личного географического происхождения. Его выход в процессе гидроdistилляции сильно зависит от географического происхождения исходного посадочного материала и даже в одина-

ковых условиях может варьировать в значительных пределах – от 0.03 до 0.13 %. Синтез и накопление отдельных биологически активных соединений эфирного масла связаны с хемотипом растения и климатическими условиями. Указанные образцы растений могут быть рекомендованы для дальнейших интродукционных исследований для выявления образца с высоким качеством лекарственного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Войткевич С.А.* Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М., 1999. 282 с.
2. Государственная фармакопея СССР. М., 1968. 1079 с.
3. Государственный реестр лекарственных средств. М., 1995. 511 с.
4. Содержание хамазуленов в *Achillea millefolium* L. в европейской части СССР / *А.А. Устюжанин, Д.А. Коновалов, А.И Шретер* и др. // Растительные ресурсы, 1987. Т. 23, вып. 3. С. 424-428.



ЗАПОВЕДАНО СОХРАНИТЬ



ПОЧВЕННЫЙ И РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВЫ КОМПЛЕКСНОГО ЗАКАЗНИКА «БЕЛАЯ КЕДВА»



к.б.н. **С. Денева**
 н.с. отдела почвоведения
 E-mail: deneva@ib.komisc.ru
 Научные интересы: *генезис, диагностика и эволюция природных и антропогенно-измененных почв*

Первые сведения о богатстве и своеобразии флористического комплекса на известняках по берегам р. Белая Кедва (левый приток Ижмы) появились в 40-е годы XX в. [7]. Ботаниками Коми филиала АН СССР в 1976-1977 гг. было проведено флористическое и геоботаническое обследование территории, расположенной в бассейне верхнего и среднего течения р. Белая Кедва, а в 1981 и 1984 гг. – руч. Изъель и р. Белая Кедва [5, 8, 9, 10, 14, 15]. Полученные результаты показали уникальность экосистем этого района для европейского северо-востока России [11], и в 1980 г. территория верхнего и среднего течения р. Белая Кедва была предложена сотрудниками Коми филиала АН СССР (Н.И. Непомилуева, А.Н. Лащенко, А.А. Естафьев) для охраны в форме заказника союзно-республиканского (РСФСР) значения.

Комплексный (ландшафтный) заказник «Белая Кедва» был учрежден постановлением Совета Министров Коми АССР (№ 90 от 29 марта 1984 г.). Он расположен в подзоне северной тайги, в бассейне

к.б.н. **Л. Тетерюк**
 с.н.с. отдела флоры и растительности Севера
 E-mail: teteryuk@ib.komisc.ru
 Научные интересы: *ботаника, экология, популяционная биология растений, фитоиндикация, охрана растительного мира*



р. Белая Кедва. Здесь на площади 44.3 тыс. га охраняются уникальные природные ландшафты Среднего Тимана, карстовые формы рельефа, эндемичные и редкие виды растений, северотаежная фауна с редкими видами (махаон, сеноставка) [6]. Большой интерес представляют типичные северотаежные ельники, восточноевропейская формация листовенничников, первичные березняки, тундроподобные долины ручьев и реликтовый флористический комплекс на выходах коренных горных пород речных долин. Карстовые ландшафты долины р. Белая Кедва являются типичными для Среднего Тимана и оригинальными для равнин европейского Севера.

В 2003 и 2005 гг. при финансовой поддержке Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми специалистами Института биологии Коми НЦ УрО РАН были проведены натурные исследования на территории заказника «Белая Кедва» с целью инвентаризации биологического разнообразия. Изучение раститель-

ности заказника проводили маршрутными методами с выполнением стандартных геоботанических описаний на типичных участках растительного покрова. В результате рекогносцировочных маршрутных обследований были определены опорные разрезы, характеризующие основные типы почв с использованием катенарного подхода в соответствии с рельефом данной территории, при этом было учтено местонахождение редких охраняемых растений. Основным методом изучения опорных разрезов был традиционный морфологический анализ вертикального профиля почв увалов и гряд.

Река Белая Кедва берет начало на Вымско-Кедвинской гряде Тимана, которая является водоразделом рек Печорского и Северо-Двинского бассейнов. Гряда сложена метаморфическими породами (сланцами) и представляет собой денудационную равнину с наиболее высокими отметками 370 м н.у.м. Водораздельные участки гряды покрыты еловыми лесами и обширными болотами, из которых и берут начало р. Белая Кедва и ее притоки (ручьи Динтымъель, Изъель и др.). С востока к гряде примыкает аккумулятивно-денудационная равнина с незначительным по мощности чехлом четвертичных отложений (от 0.5 до 8-10 м) и максимальными гипсометрическими отметками 200-280 м. Поверхность ее полого-увалистая, образована сочетанием крупных холмов (высотой до 20-40 м) и увалов, разделенных долинообразными понижениями. В восточном направлении на равнине постепенно возрастает мощность толщи четвертичных отложений, которые чаще представлены флювиогляциальными песками, рельеф становится грядово-холмистым. Равнина сильно расчленена долинами рек и ручьев, которые на отдельных участках глубоко (до 30-50 м) врезаны в коренные породы и имеют V-образный профиль. Отмечено широкое развитие карстовых процессов.

По геоботаническому районированию Нечерноземья европейской части РСФСР (1989), территория Среднего Тимана находится в полосе северо-таежных лесов Вычегодско-Печорской подпровинции Северо-европейской таежной провинции. Возвышенная часть Среднего Тимана относится к Средне-Тиманскому округу, в котором господствуют еловые и лиственнично-еловые зеленомошные леса, в долинах ручьев и поймах развиты ельники крупнотравные. Лиственница местами образует чистые насаждения кустарничково- и травяно-зеленомошные, в травяно-кустарниковом ярусе которых доминируют *Avenella flexuosa*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*.

Изучение территории комплексного заказника «Белая Кедва» показало, что в растительном покрове полого-увалистой части исследуемого района (верхнее течение р. Белая Кедва) господствуют елово-лиственничные и лиственнично-еловые (в верховьях некоторых притоков – еловые) леса зеленомошной, долгомошно-зеленомошной и зеленомошно-долгомошной групп типов. На слабодренированных пологих склонах увалов под такими лесами развиты торфянисто-подзолисто-глееватые почвы (фото 1). Они отличаются от равнинных полугидроморфных аналогов каменистостью, близким залеганием коренных пород. В сочетаниях с ними в межгорных понижениях и на шлейфах склонов под долго-

мошно-сфагновыми еловыми лесами с примесью сосны распространены торфяно-подзолисто-глеевые почвы. Болотно-подзолистые почвы развиваются на участках, где затруднен сток атмосферных и грунтовых вод. Первые стадии заболачивания приводят к образованию торфянисто-подзолисто-глееватых почв с мощностью лесной подстилки 10-20 см. С ростом увлажнения формируются торфяно-подзолисто-глеевые почвы (фото 2), где подстилка составляет 20-30 см. На контакте торфянистой подстилки с минеральной толщей выделяется коричнево-бурый потечно-гумусовый горизонт, ниже он переходит в сильно оглеенный подзолистый горизонт A2hg, который постепенно сменяется иллювиальным Bg (текстурным), красновато-коричневым со следами оглеения в виде ржавых пятен, часто с признаками фиксированного гумуса. Минеральные горизонты морфологически дифференцированы, в торфяно-подзолисто-глееватых почвах в большей степени оглеены. В торфянисто-подзолисто-глееватых почвах при переходе к почвообразующей породе признаки оглеения могут ослабевать. С глубины 50-60 см пылеватые суглинки подстилаются моренными со значительным количеством валунов и гальки. С глубиной каменистость почвенного профиля увеличивается.

В более дренированных местах формируются сосново-лиственнично-еловые чернично-зеленомошные леса на глееподзолистых почвах (фото 3). В профиле этих почв с поверхности слабообразующаяся моховая подстилка в 5-7 см, непосредственно под нею серовато-сизый подзолистый горизонт A2g мощностью 4-6 см, часто с бурыми затеками органического вещества из подстилки, ниже идет иллюви-



Фото 1. Лиственнично-еловые зеленомошно-долгомошные леса на торфянисто-подзолисто-глееватых почвах.



Фото 2. Долгомошно-сфагновые заболоченные еловые леса на торфяно-подзолисто-глееватых почвах.



Фото 3. Сосново-елово-лиственничные чернично-зеленомошные леса на глееподзолистых почвах.



Фото 4. Полуогорная часть заказника.



Фото 5. Низкогорные дерновые карбонатные почвы на маломощном суглинистом элюво-делювии с обилием обломков карбонатных известняков под травяно-зеленомошными ельниками на южных склонах.



Фото 6. Березово-сосновые редколесья на низкогорных торфянисто-дерновых карбонатных почвах.



альный горизонт В красновато-коричневого цвета, мелкоореховатой структуры. Нижняя часть иллювиального горизонта имеет более тяжелый гранулометрический состав и крупноореховатую структуру. С глубины 50-60 см отмечается значительное количество валунов и гальки, что объясняется подстилкой пылеватых суглинков моренными. Наиболее характерными признаками данных почв яв-

ляются оглеение подзолистого горизонта и иллювиальное накопление в нем фульвокислотного гумуса, поступающего из подстилки.

В полуогорной грядово-холмистой части заказника (ниже устья руч. Динтымьель) для рельефа характерны значительная расчлененность и появление более высоких его элементов – гряд (фото 4). В этом районе характер растительного и почвенного покровов отличается мозаичностью и находится в зависимости от экспозиции и крутизны склонов. Здесь распространены специфические горные почвы, аналогов которым не имеется в равнинных условиях.

На юго-западных склонах крутизной более 15° на маломощном суглинистом элюво-делювии с обилием обломков коренных пород, карбонатных известняков и доломитов, в верхней части развиты в основном низкогорные дерновые карбонатные, в нижней части – торфянисто-дерновые карбонатные почвы. На них произрастают травяно-зеленомошные редкостойные ельники с участием представителей крупнотравья (*Lathyrus vernus*, *Milium effusum*, *Crepis sibirica*, *Aconitum septentrionale*, *Delphinium elatum*, *Trollius europaeus*, *Paeonia anomala* и др.) и редких видов (*Anemone sylvestris*, *Viola collina*) в травяно-кустарничковом ярусе (фото 5). Развитие трав благоприятствует удолветворительная влагообеспеченность за счет сформированности растительного сообщества и эрозионного бокового стока. В этих почвах происходит одновременное образование лишайниково-моховой подстилки и корневого гумуса, развивается дерново-аккумулятивный процесс. При близком залегании карбонатной породы под маломощной рыхлой полуразложившейся подстилкой формируется почти черный, зернисто-комковатой структуры гумусовый горизонт A1 мощностью до 13 см. Под дерново-аккумулятивными горизонтами лежит мелкоземисто-древянистая масса, образованная в результате инситу превращения плотных пород в мелкозем.

На склонах южной экспозиции, обращенных к руслу реки, велико влияние эрозионных процессов. Здесь развиваются растительные группировки иного характера – например, березово-сосновые редколесья (фото 6). В сложении древесного яруса участвуют сосна, береза и иногда – лиственница. Высота древостоя составляет 10-11 м, сомкнутость крон – до 0.2-0.3. В подросте представлены те же виды, ель, осина, среди кустарников – *Juniperus communis*, *Cotoneaster uniflorus*, *Spiraea media*, *Salix* sp. Травяно-кустарничковый ярус (общее проективное покрытие (ОПП) до 60 %) образуют *Rubus saxatilis*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *Melampyrum pratense*, *M. sylvaticum* и другие виды. Мохово-лишайниковый ярус хорошо развит, представлен лишайниками (50 %) и зелеными мхами (30 %). Низкогорные торфянисто-дерновые карбонатные почвы этих экотопов отличаются еще меньшим профилем.

На относительно пологих склонах северо-восточной экспозиции формируются низкогорные лесные слабокислые оподзоленные почвы под березняками можжевельново-луговиково-зеленомошно-долгомошными (фото 7). Они развиты на продуктах выветривания карбонатных пород и приурочены к нижним частям пологих склонов с дополнительным увлажнением. Отличительной чертой этих почв является

наличие оподзоленного горизонта A1A2 непосредственно под подстилкой. Его мощность колеблется от 4 до 10 см, структура непрочно-зернистая, цвет буровато-серый. Оподзоленность проявляется в повышении кислотности верхнего горизонта, элювиально-иллювиальном распределении обменных оснований, некотором выносе илистой фракции и более четкой дифференциации профиля по валовому составу. Горизонт A1A2 неровно, затеками и пятнами переходит в интенсивно бурый Bh горизонт. Плотные коренные породы имеют подчиненное значение в формировании почв на низких уровнях рельефа, так как они перекрыты чехлом мелкоземистых отложений.

В средней части гряд и увалов (при небольших высотах – и на вершинах) под крупнотравными и травяно-зеленомошными разреженными березняками (иногда с примесью темнохвойных пород) на продуктах выветривания карбонатных пород узкими полосами распространены низкогорные лесные слабокислые неоподзоленные почвы (фото 8). Почвенный профиль укорочен (до 40 см) и слабо дифференцирован на горизонты. Для него характерны бурые и коричневато-бурые тона, что обусловлено биогеохимическим влиянием бокового стока, богатого воднорастворимыми органическими и минеральными соединениями. Мощность подстилки составляет около 4 см. Гумусовый горизонт A1 коричневато-бурый, при формировании почв на хорошо дренированных склонах имеет мощность до 9 см. Горизонт A1Bh интенсивно-бурый, с пятнами гумуса постепенно переходит в горизонт Bh, а последний – в каменистую почвообразующую породу.

Слабокислые неоподзоленные и оподзоленные почвы формируются на богатых основаниями и полуторными окислами известняках и доломитах. Они отличаются от глееподзолистых и болотно-подзолистых почв увалов меньшей кислотностью и насыщенностью поглощающего комплекса. В состав ареалов этих почв входят подзолы иллювиально-железистые (фото 9). Низкогорные лесные слабокислые оподзоленные почвы через их неоподзоленные варианты в средних частях склонов переходят по дренированным бортам на верхних позициях гряд в подзолы – маломощные почвы на легких сильнокаменистых продуктах выветривания плотных карбонатных пород. Мощность подстилки около 5 см. Она представляет слабо разложившуюся, обильно пронизанную корнями органическую массу. Горизонт A2 белесый, мощность его сильно варьирует (от 2 до 11 см), на более высоких уровнях рельефа – прерывистый, неоднородный; бесструктурный. Переход в иллювиальный горизонт Vf резкий, неровный. Верхняя часть горизонта Vf буровато-охристая, нижняя – бурая. Данные почвы имеют песчаный гранулометрический состав, однако с глубиной возможно увеличение илистой фракции.

На вершинах гряд и увалов под лишайниковыми, зеленомошными (чернично-зеленомошными и кустарничково-зеленомошными) сосняками также распространены подзолы иллювиально-железистые (фото 10). Почвообразующими породами являются слабогалечниковые пески. Естественное плодородие этих почв очень низкое.

Территория заказника «Белая Кедва» относится к Средне-Тиманскому округу провинции Тиманского



Фото 7. Низкогорные лесные слабокислые оподзоленные почвы в нижней части северо-восточных склонов гряд.



Фото 8. Низкогорные лесные слабокислые неоподзоленные почвы в средней части пологих склонов увалов и гряд.



Фото 9. Подзолы иллювиально-железистые по дренированным бортам гряд и увалов.



кряжа Тимано-Печорской карстовой области Русской равнины и характеризуется активным развитием карстовых процессов – образованием воронок, исчезновением ручьев (фото 11) [1]. Особенностью карста Тиманского поднятия является его приуроченность как к междуречным участкам, так и долинам рек и их склонам. В частности, в районе исследований на междуречье Белой Кедвы и Косэшмэса карстовые провалы и крупные воронки (фото 12) значительно осложняют кровлю известняков и доломитов верхнего карбона по наиболее высоким гипсометрическим отметкам и одновременно повсеместно прослеживаются на склонах и в долине р. Косэшмэс и ее притоков [12]. Под влиянием карстовых явлений происходит иссушение почв, и ель в древостое часто сменяется березой [13]. Этим можно объяснить широкое распространение в полугорной части заказника «парковых» березняков. Береза здесь образует порослевую форму и длительно существует за счет процесса постепенной «замены» отмерших старых стволов молодыми. Из почв распространены подзолистые контактно-глееватые (фото 13).

В среднем течении Белой Кедвы, особенно в долине р. Косэшмэс, достигает значительного разви-



Фото 10. Подзолы иллювиально-железистые под сосняками лишайниковыми, зеленомошными (чернично-зеленомошными, кустарничково-зеленомошными) на вершинах гряд и увалов.

тия система карстовых сухих долин с оригинальной растительностью – зарослями *Betula humilis* и суходольными лугами (фото 14). Особенности строения растительного покрова карстовых долин Среднего Тимана описаны в ряде классических работ [3, 4]. Для карстовых суходолов Белой Кедвы и Косшэмса характерны первичные луга со значительным участием *Avenella flexuosa* и *Festuca ovina*.



Фото 11. Русло руч. Дин-тымьель в 2 км выше устья.



Фото 12. Система карстовых воронок в долине Косшэмса.



Фото 13. Смена растительных сообществ и почвенных разностей под влиянием карстовых процессов на вершине гряды (а – березово-еловый лес на торфянисто-подзолисто-глееватой почве; б – парковый березняк на подзолистой контактно-глееватой почве).



Проективное покрытие таких лугов составляет от 40 до 60 %, высота травостоя 20-30 см (с генеративными побегами – до 60 см). Видовое разнообразие изменяется от 26-27 видов на боковых ответвлениях логов до 36-50 видов на «центральной» русле. Постоянными их компонентами являются *Bistorta major*, *Angelica sylvestris*, *Anthoxanthum* sp., *Poa pratensis*, *Ranunculus propinquus*, *Rumex acetosa*, *Saussurea alpina*, *Thalictrum flavum*, *Trollius europaeus*, *Veronica longifolia*, *Viola canina*, частыми – *Spiraea media*, *Dracocephalum ruyschiana* и другие виды. Значительно участие мхов и лишайников, их проективное покрытие местами достигает 20-30, в пятнах – до 40 %. Луга чередуются или «окружены» зарослями *Betula humilis*. Оба эти типа сообществ произрастают на дерново-луговых почвах (фото 15). Под плотной, обильно переплетенной корнями травянистых растений дерниной находится горизонт А1 – буровато-коричневый средний суглинок комковато-зернистой структуры мощностью 20-25 см. Гумусовый горизонт постепенно переходит в коричнево-бурый комковатой структуры горизонт В. С глубины 80-100 см залегает слабощебнистый переходный к почвообразующей породе горизонт ВС. Профиль почвы слабо дифференцирован. Характерна аккумуляция гумуса, насыщенного кальцием, реакция среды нейтральная. При более глубоком залегании карбонатной породы развиваются процессы выщелачивания, насыщенность обменными основаниями снижается.

Днища карстовых депрессий (воронок) (фото 16) являются базисом эрозии для линейных эрозионных ложбин, пересекающих склоны карстовых форм. В зависимости от диаметра воронок, глубины, а также удаления от области сноса на днищах могут быть встречены делювиальные (намытые) мелкопрофильные почвы, образованные в результате поступления на дно воронки минеральных частиц со склонов.

Позиции рельефа с дополнительным подтоком грунтовых вод заняты полугидроморфными и гидроморфными почвами.

Вне районов активного проявления карстовых явлений, в местах, где создается переувлажнение атмосферными



Фото 14. Сухие безлесные карстовые долины в верховьях Косшэмса.

или грунтовыми водами формируются болотные почвы. На плоских участках водоразделов развиты безлесные бугристые сфагновые болота с болотными верховыми торфяными почвами. Мощность торфа >50 см, часто достигает 1.0-1.5 м и более. Торф слабо разложившийся, низкосолевой, кислый, слабо минерализован. Болота окаймлены на значительные расстояния торфяно-глеевыми почвами с редкостойными сосновыми сфагновыми лесами. Болотные почвы переходного типа встречаются, главным образом, на надпойменных и старопойменных террасах рек, а также в межувалистых лощинах. В торфяной залежи отмечено чередование слоев различного состава и степени разложения. В этих почвах выражены две стадии торфонакопления. Первоначально заболачивание было вызвано влиянием не только атмосферных, но и более жестких грунтовых вод, обеспечивающих развитие травянистой растительности. Эволюция низинного торфяника в верховой происходит вследствие выхода болота из поемного режима увлажнения и перехода под выщелачивающее действие атмосферных вод.

Пойменные террасы р. Белая Кедва и впадающих в нее ручьев с дерново-луговыми (аллювиальными дерновыми) почвами хорошо развиты (фото 17). Благодаря ежегодному привносу аллювия паводковыми водами происходит периодическое обогащение пойменных почв всеми видами питательных элементов, что способствует хорошему развитию травянистого покрова и создает в почве устойчивый дерновый процесс. Почвы имеют темно-коричневый слабо дифференцированный профиль с хорошо выраженным дерновым горизонтом. Здесь развиваются злаково-разнотравные луговые сообщества с высоким проективным покрытием (80-90 %) и богатым флористическим составом (45-60 видов). Высота травостоя составляет 0.4-0.7 м. Вместе с *Cirsium heterophyllum*, *Crepis sibirica*, *Thalictrum simplex*, *Trollius europaeus*, *Filipendula ulmaria*, *Trisetum sibiricum*, *Aconitum septentrionale*, *Geranium sylvaticum* и другими представителями крупно- и разнотравья значительную роль в сложении сообществ играют такие виды, как *Poa sibirica*, *Festuca ovina*, *Avenella flexuosa*. Мохово-лишайниковый ярус слабо развит, его общее проективное покрытие достигает 5-15 %. Межгривистые понижения более увлажнены, в них развиваются гидроморфные процессы. В этих условиях формируются луговые (аллювиальные дерновые глеевые) почвы.

Пойменные почвы, занимая небольшую площадь, содержат значительное количество гумуса (до 10 %) и обменных оснований. Для этих экотопов характерны высокотравные луга (0.9-1.1 м) с высоким проективным покрытием (ОПП 90-100 %) и богатым флористическим составом (включают 40-60 видов). Моховой покров, как правило, отсутствует или слабо развит. Нередко встречаются кустарники – *Juniperus communis*, *Spiraea media*, *Rosa acicularis* и др. В травостое преобладает высокотравье – *Filipendula ulmaria*, *Anthriscus sylvestris*, *Crepis sibirica*, *Delphinium elatum*, значительно участие злаков *Trisetum sibiricum*, *Elymus mutabilis*, *Phalaroides arundinacea*, *Alopecurus pratensis* и представителей разнотравья: *Bistorta major*, *Cirsium heterophyllum*, *Geum rivale*, *Geranium sylvaticum*, *Trollius europaeus*, *Veronica longifolia*, *Achillea millefolium*, *Chamaenerion angustifolium* и др.



Фото 15. Луга карстовых суходолов на дерново-луговых почвах.



Фото 16. Карстовая воронка и почвенный разрез на ее дне.



Фото 17. Дерново-луговые почвы под пойменными лугами (руч. Избель).



Фото 18. Пойменные болотные торфяно-глеевые почвы под березняками травяно-осоково-сфагновыми в притеррасных понижениях поймы.

В притеррасных понижениях, где часто встречаются березняки травяно-осоково-сфагновые, распространены пойменные болотные торфяно-глеевые почвы (фото 18). Вследствие длительного переувлажнения в них накапливаются растительные остатки в виде хорошо разложившейся перегнойно-торфянистой массы, переплетенной корнями осоковых.

Вдоль р. Белая Кедва местами в виде останцов выражена боровая древнеаллювиальная терраса, сложенная кварцевыми песками. Здесь произрастают вторичные послепожарные березовые голубично-зеленомошно-лишайниковые леса на месте листовеннично-сосновых лесов. Почвенный покров

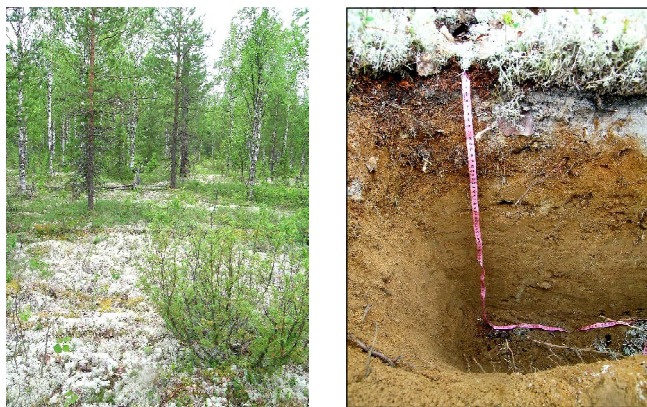


Фото 19. Березняк голубично-зеленомошно-лишайниковый на иллювиально-железистых подзолах.

представлен подзолами иллювиально-железистыми (фото 19).

Таким образом, наши исследования показали, что в верхнем течении р. Белая Кедва в полого-увалистой части заказника растительный и почвенный покров подчинены зональным особенностям. Наибольшую площадь здесь занимают елово-лиственничные и лиственнично-еловые (в верховьях некоторых притоков – еловые) леса зеленомошной, долгомошно-зеленомошной и зеленомошно-долгомошной групп типов на болотно-подзолистых – торфянисто-подзолисто-глеватых и торфяно-подзолисто-глеевых почвах. На автоморфных позициях рельефа под смешанными сосново-елово-лиственничными зеленомошными лесами формируются глееподзолистые почвы.

В полугорной части заказника (ниже устья руч. Динтымьель) неоднородность рельефа, различные направления склонов, величина уклона поверхности, связанные с этим неодинаковые условия увлажнения и естественного дренажа обуславливают значительную пестроту растительного и почвенного покровов. На южных и юго-западных крутых склонах преобладают низкорослые дерновые карбонатные и торфянисто-дерновые карбонатные почвы, на которых в зависимости от степени закрепленности, условий увлажнения, экспозиции и крутизны склонов и других условий могут развиваться различные типы сообществ – от крупнотравных или травяно-зеленомошных ельников до слабо сформированных травянистых группировок.

На северных или северо-восточных пологих склонах низкорослые лесные слабокислые оподзоленные почвы, распространенные на низких уровнях рельефа, через их неоподзоленные варианты переходят по дренированному бортам гряд в подзолы иллювиально-железистые. В нижней части обычные березняки можжевельново-луговиково-зеленомошные, которые сменяются травяно-зеленомошными и крупнотравными парковыми березняками. Вершины увалов и гряд часто покрыты сосняками на подзолах иллювиально-железистых.

Существование карстовых долин на Среднем Тимане связано с коренными карбонатными породами. На карстовых логах развиты дерновые луговые почвы со слабо дифференцированным профилем. Такие экосистемы, занимая очень небольшие площади, являются объектом как особого внима-

ния и охраны, так и антропогенной нагрузки (используются в качестве проездных путей). Почвы карстовых долин значительно отличаются от зональных почв по условиям почвообразования и своим физико-химическим свойствам.

В замкнутых бессточных понижениях, в центральных частях равнинных водоразделов, на плоских вершинах увалов, в долинах мелких ручьев и других местах, где создается переувлажнение атмосферными или грунтовыми водами, формируются болота с болотными почвами верхового и переходного типов.

На пойменных террасах под луговыми сообществами развиты дерновые, дерново-луговые, в притеррасных понижениях под березняками травяно-осоково-сфагновыми – пойменные болотные почвы. Вдоль рек на бортовой древнеаллювиальной террасе под смешанными сосново-лиственничными или березовыми лишайниковыми лесами распространены подзолы иллювиально-железистые.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздецкий Н.А., Чикишев А.Г. Районирование карста Русской равнины // Вопросы изучения карста Русской равнины (Материалы совещания Географической секции МОИП, объединенного с IV пленумом Межведомственной карстовой комиссии, 25-26 мая 1966 г.). М., 1966. С. 13-22.
2. Геоботаническое районирование Нечерноземья европейской части РСФСР. Л.: Наука, 1989. 64 с.
3. Дылис Н.В. Редколесные березняки и безлесные ерниковые заросли // Бот. журн., 1939. № 4. С. 314-338.
4. Дояренко Е.А. Об инверсии растительных поясов в понижениях рельефа (из работ Печорской экспедиции БИН АН СССР 1935 г.) // Сов. ботаника, 1940. № 2. С. 75-79.
5. Железнова Г.В. Бриофлора известняковых обнажений Среднего Тимана // Охрана и рациональное использование растительных ресурсов на Севере. Сыктывкар, 1982. С. 48-56. – (Тр. Коми фил. АН СССР; № 56).
6. Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. 190 с.
7. Кирпичников М.Э. Заметка о флоре известняков по р. Белой Кедве // Бот. журн., 1947. Т. 32. № 5. С. 197-199.
8. Лащенко А.Н., Непомилуева Н.И. Редкие растительные сообщества Среднего Тимана, нуждающиеся в охране // Охрана и рациональное использование растительных ресурсов на Севере. Сыктывкар, 1982. С. 28-36. – (Тр. Коми фил. АН СССР; № 56).
9. Лащенко А.Н., Улле З.Г. К изучению флоры и растительности Среднего Тимана и их охрана // Флора и растительность Тимано-Печорского региона. Сыктывкар, 1978. С. 51-60.
10. Лащенко А.Н., Улле З.Г. К флористической характеристике бассейна рек Белая Кедва и Воль // Структура и видовой состав растительных сообществ. Сыктывкар, 1985. С. 30-42. – (Тр. Коми фил. АН СССР; № 72);
11. Непомилуева Н.И. О сохранении таежных ландшафтов на европейском Северо-Востоке // Бот. журн., 1981. Т. 66, № 11. С. 1616-1622.
12. Торсуев Н.П. Современная карстопораженность территории Тиманского поднятия // Физическая география и геоморфология Среднего Поволжья (и других регионов страны). Казань: изд-во Казанского ун-та, 1972. С. 75-82.

13. Торсуев Н.П., Лазаревич К.С., Выркин В.Б., Миронов А.В. Карст каменноугольной гряды Тиманского поднятия // Физическая география и геоморфология Среднего Поволжья (и других регионов страны). Казань: изд-во Казанского ун-та, 1972. С. 75-82.

14. Улле З.Г. Материалы к флоре бассейна Белой Кедвы. Сыктывкар, 1980. 166 с. – (Науч. архив Коми НЦ УрО РАН. Ф.3, оп. 2).

15. Улле З.Г. О флористическом комплексе на известняках в бассейне Белой Кедвы // Охрана и рациональное использование растительных ресурсов на Севере. Сыктывкар, 1982. С. 37-47. – (Тр. Коми фил. АН СССР; № 56).



АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ МАКРОМИЦЕТЫ ЗАКАЗНИКА «УНЬИНСКИЙ»

к.б.н. **Д. Косолапов**
 н.с. отдела флоры и растительности Севера
 E-mail: kosolapov@ib.komisc.ru, тел. (8212) 24 50 12

Научные интересы: *систематика, распространение и экология грибов, редкие, индикаторные виды и охрана грибов*

В настоящее время приоритетными направлениями в биологии являются выявление разнообразия отдельных групп организмов и изучение их приуроченности к различным типам местообитаний. Афиллофороидные макромицеты являются неотъемлемым компонентом гетеротрофного блока лесных экосистем и играют ведущую роль в процессе деструкции древесины благодаря мощному ферментативному комплексу, способному разлагать лигноцеллюлозы. Несмотря на столь значимую роль в круговороте вещества и энергии эта группа организмов в таежных лесах европейского северо-востока России долгое время оставалась слабо изученной. В последние 10 лет в Республике Коми начаты целенаправленные исследования видового разнообразия афиллофороидных макромицетов. Существенный интерес представляет изучение микобиоты особо охраняемых природных территорий. На многих объектах природно-заповедного фонда сосредоточены массивы девственных или слабо нарушенных таежных лесов. В таких экосистемах, развивающихся в режиме спонтанной динамики, всегда присутствует значительное количество мертвой древесины, являющейся основным субстратом, необходимым для большого числа представителей царства грибов.

В 2006 г. нами были получены сведения о микобиоте комплексного заказника «Уньинский». На территории этого резервата в сообществах различных лесных формаций было собрано около 160 образцов афиллофороидных макромицетов. В результате их идентификации было выявлено 120 видов, которые относятся к 17 порядкам, 35 семействам и 69 родам (см. таблицу). Названия таксонов приведены в соответствии со сводкой «Nordic Macromycetes» [6] с небольшим изме-

нением. Таксономический анализ биоты афиллофороидных макромицетов выявил, что наиболее крупными порядками на исследованной территории заказника являются Hyphodermatales (29 видов), Hymenochaetales (18), Fomitopsidales (16), Coriariales (12) и Schizophyllales (9 видов). Ведущие семейства – Chaetoporellaceae (13 видов), Phellinaceae и Coriolaceae (по 11 видов), Schizophyllaceae (9), Fomitopsidaceae, Phaeolaceae и Steccherinaceae (по 8). Средняя насыщенность семейств видами составляет 3.4, родовая насыщенность – 1.7. Наибольшее число видов насчитывают такие роды, как Phellinus (11 видов), Skeletocutis (6), Postia и Trametes (по 5), Hyphodontia, Steccherinum и Phlebia – по четыре вида. Высокая видовая насыщенность таких типично бореальных родов, как Hyphodontia, Phlebia, Postia и Skeletocutis, свидетельствует о бореальных чертах изученной биоты афиллофороидных грибов.

Одной из важнейших задач является выявление особенностей географического распространения видов, которые составляют биоту, определение ее позиции в ряду зональных и региональных биот. При географичес-

ком анализе мы использовали метод, основанный на совмещении принципов зонального и регионального анализа. На территории заказника «Уньинский» среди афиллофороидных макромицетов наиболее полно представлены виды мультizonального географического элемента – 78 (65 %), который включает в себя такие виды, как *Antrodiaella semisupina*, *Basidiolaradulum radula*, *Chondrostereum purpureum*, *Fomitopsis pinicola*, *Gloeoporus dichrous*, *Oxyporus corticola*, *Postia tephroleuca* и др. (рис. 1). Представителей бореального географического элемента, к которым относятся *Amylocystis lapponica*, *Climacocystis borealis*, *Gloiodon strigosus*, *Phellinus viticola*, *Veluticeps abietina* и др., – 40 видов (33 %). Вместе они составляют основное ядро биоты афиллофороидных макромицетов (98 % всего видового состава). Два вида – *Ganoderma lucidum* и *Oxyporus populinus* – относятся к неморальному географическому элементу. Распределение по долготно-региональному признаку показало, что большинство видов имеют обширные ареалы. Так, в пределах Голарктического флористического царства встречаются 46 видов (38 % общего видового состава).

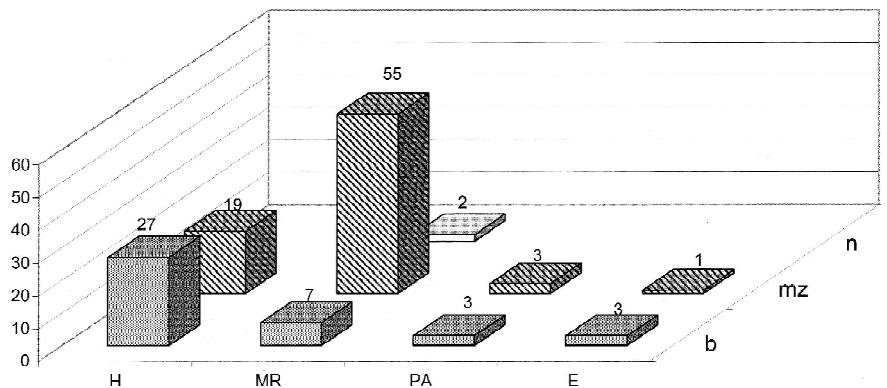


Рис. 1. Распределение видов афиллофороидных макромицетов заказника «Уньинский» по бореальному (b), мультizonальному (mz) и неморальному (n) географическим элементам и голарктическому (H), мультireгиональному (MR), евроазиатскому (EA) и европейскому (E) типам ареала.

Таксономическая структура
биоты афиллофороидных макромицетов заказника «Уньинский»

Порядок, семейство (количество родов/видов)	Род (количество видов)
Aleurodiscales (2/2)	
Corticaceae (2/2)	Corticium (1), Cytidia (1)
Atheliales (2/3)	
Atheliaceae (1/1)	Ceraceomyces (1)
Byssocorticaceae (1/2)	Piloderma (2)
Boletales (1/2)	
Coniophoraceae (1/2)	Coniophora (2)
Coriariales (7/12)	
Coriariaceae (6/11)	Cerrena (1), Daedaleopsis (2), Datronia (1), Lenzites (1), Pycnoporus (1), Trametes (5)
Fomitaceae (1/1)	Fomes (1)
Fomitopsidales (8/16)	
Fomitopsidaceae (4/8)	Antrodia (3), Fomitopsis (2), Gloeophyllum (2), Piptoporus (1)
Phaeolaceae (4/8)	Amylocystis (1), Leptoporus (1), Postia (5), Pycnoporellus (1)
Ganodermatales (1/2)	
Ganodermataceae (1/2)	Ganoderma (2)
Gomphales (2/3)	
Clavariadelphaceae (1/2)	Clavariadelphus (1/2)
Pterulaceae (1/1)	Lentaria (1/1)
Hericiales (5/6)	
Auriscalpiaceae (1/1)	Gloiodon (1)
Clavicornaceae (1/1)	Clavicornia (1)
Gloeocystidiellaceae (2/3)	Gloeocystidiellum (2), Vesiculomyces (1)
Hericiaceae (1/1)	Hericium (1)
Hymenochaetales (6/18)	
Coltriciaceae (1/1)	Coltricia (1)
Hymenochaetaceae (1/2)	Hymenochaete (2)
Inonotaceae (3/4)	Inocutis (1), Inonotus (2), Onnia (1)
Phellinaceae (1/11)	Phellinus (11)
Hyphodermatales (16/29)	
Bjerkanderaceae (3/3)	Bjerkandera (1), Ceriporiopsis (1), Hapalopilus (1)
Chaetoporellaceae (5/13)	Amphinema (1), Antrodiella (1), Diplomitoporus (1), Hyphodontia (4), Skeletocutis (6)
Cystostereaceae (2/2)	Cystostereum (1), Fibricium (1)
Hyphodermataceae (3/3)	Basidioradulum (1), Hyphoderma (1), Hypochnicium (1)
Steccherinaceae (3/8)	Irpex (1), Steccherinum (4), Trichaptum (3)
Lachnocladiales (2/2)	
Lachnocladiaceae (2/2)	Dichostereum (1), Vararia (1)
Perenniporiales (1/1)	
Perenniporiaceae (1/1)	Perenniporia (1)
Phanerochaetales (3/6)	
Phanerochaetaceae (1/3)	Phanerochaete (3)
Rigidoporaceae (2/3)	Climacocystis (1), Oxyporus (2)
Polyporales (1/1)	
Polyporaceae (1/1)	Polyporus (1)
Schizophyllales (5/9)	
Schizophyllaceae (5/9)	Chondrostereum (1), Gloeoporus (2), Mycoascia (1), Phlebia (4), Punctularia (1)
Stereales (5/6)	
Chaetodermataceae (2/2)	Crustoderma (1), Veluticeps (1)
Cylindrobasidiaceae (1/1)	Cylindrobasidium (1)
Peniophoraceae (2/3)	Peniophora (1), Stereum (2)
Xenasmatales (2/2)	
Tubulicrinaceae (1/1)	Tubulicrinis (1)
Xenasmataceae (1/1)	Phlebiella (1)

Итого: 17 порядков, 35 семейств, 69 родов, 120 видов

ва): *Antrodia sinuosa*, *Daedaleopsis confragosa*, *Dichostereum boreale*, *Gloeophyllum odoratum*, *Pycnoporellus fulgens*, *Trametes ochracea* и др. Мультирегиональных видов, распространенных и за пределами Голарктики, насчитывается 64 (53 %): *Antrodia xantha*, *Clavicornia pyxidata*, *Cytidia salicina*, *Hyphodontia paradoxa*, *Leptoporus mollis*, *Punctularia strigosozonata*, *Tubulicrinis gracillimus* и др. Виды с европейским и евроазиатским распространением представлены незначительным количеством и в сумме составляют 9 %. Таким образом, преобладающими в биоте афиллофороидных макромицетов, населяющих леса на территории комплексного заказника «Уньинский», являются виды мультизонального географического элемента с мультирегиональным типом ареала и бореальные виды с голарктическим типом ареала.

Одним из основных факторов, которые определяют наличие и смену видов афиллофороидных макромицетов в конкретном биогеоценозе, является субстрат. Основная часть афиллофороидных макромицетов изученной особо охраняемой природной территории (ООПТ) относится к ксилотрофам, т.е. основным субстратом для них является древесина в различных ее состояниях (живое дерево, сухостой, валеж стволов и ветвей и др.). Как правило, узко специализированных и всеядных видов немного, большинство афиллофороидных макромицетов приурочено к определенным группам пород (хвойные или лиственные), причем предпочтение оказывается одному-двум хозяевам. Из отмеченных на древесине 117 видов шесть можно отнести к группе всеядных (*Amphinema byssoides*, *Antrodia xantha*, *Coniophora arida*, *C. olivacea*, *Fomitopsis pinicola* и *Skeletocutis odora*). Они были отмечены как на древесине лиственных, так и хвойных видов деревьев. На территории заказника «Уньинский» 62 встреченных вида (53 %) связаны только с древесиной лиственных деревьев, чуть меньшая по объему группа, насчитывающая 49 видов (42 %), объединяет виды, отмеченные исключительно на хвойных породах.

Максимальное число видов грибов связано с основными лесообразующими породами, такими как ель (*Picea obovata*), осина (*Populus tremula*) и береза (*Betula* sp.). Наибольшее количество афиллофороидных макромицетов было отмечено на ели – 51 вид. Несколько меньше их найдено на осине и березе – 39 и 26 видов соответ-

ственно (рис. 2). Также следует отметить, что довольно много афиллофороидных грибов (24 вида) было зарегистрировано на ивах (*Salix* spp.), которые обычны в растительных сообществах, формирующихся по берегам реки и стариц. Количество видов, отмеченных на других древесных субстратах, незначительно. Так, например, на древесине пихты найдено 12 видов, черемухи – девять, рябины – шесть видов (рис. 2). Наибольшей специфичностью видового состава афиллофороидных макромицетов отличается ель, на древесине которой зафиксировано 35 видов, не найденных на других породах (*Amylocystis lapponica*, *Climacocystis borealis*, *Gloeophyllum odoratum*, *Gloeoporus taxicola*, *Leptoporus mollis*, *Peniophora pithya*, *Postia ceriflua*, *Skeletocutis papyracea*, *Veluticeps abietina* и др.). Для остальных хвойных пород специфичность крайне низкая. Из лиственных пород наибольшей видовой специфичностью обладают осина – 18 видов (*Ceriopriopsis resinascens*, *Ganoderma lipsiense*, *Hyphodontia paradoxa*, *Lentaria mucida*, *Phellinus tremulae*, *Punctularia strigosozonata*, *Trametes ochracea* и др.) и береза – 10 видов (*Antrodiella semisupina*, *Hapalopilus rutilans*, *Hyphodontia barba-jovis*, *Piptoporus betulinus*, *Trichaptum pargamentum* и др.), не отмеченных на других породах. На плодовых телах других трутовиков зарегистрированы четыре вида – *Phlebia*

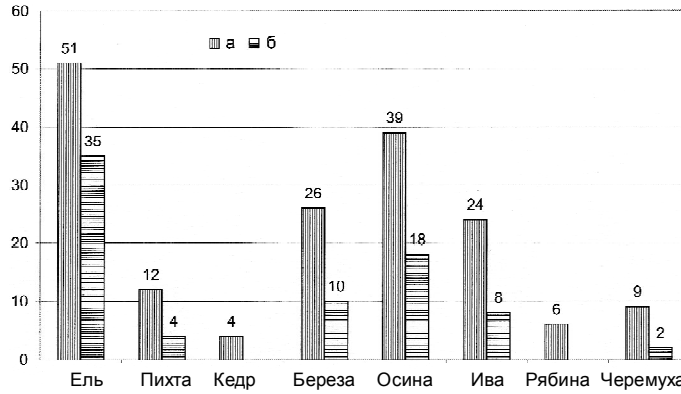


Рис. 2. Общее количество видов (а) и специфичные виды (б) афиллофороидных грибов, приуроченных к различным видам деревьев.

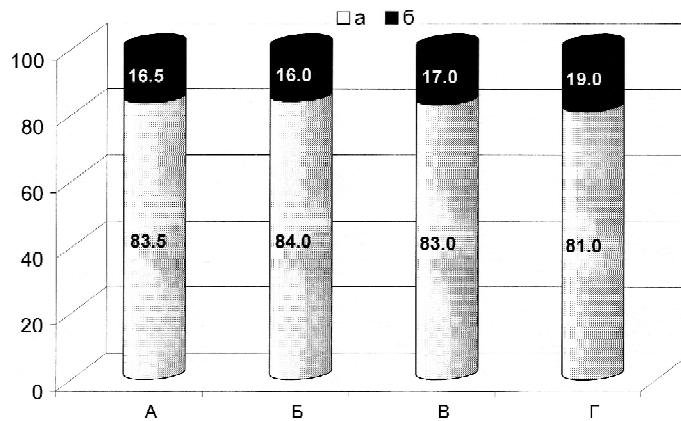


Рис. 3. Доля (%) белой (а) и бурой (б) гнили, вызываемой афиллофороидными макромицетами, в Уньинском (А), Чутьинском (Б), Гажаяском (В) и Сойвинском (Г) заказниках Республики Коми.

др.) и береза – 10 видов (*Antrodiella semisupina*, *Hapalopilus rutilans*, *Hyphodontia barba-jovis*, *Piptoporus betulinus*, *Trichaptum pargamentum* и др.), не отмеченных на других породах. На плодовых телах других трутовиков зарегистрированы четыре вида – *Phlebia*

публики Коми [2]. Это также подтверждает, что по соотношению афиллофороидных грибов, вызывающих бурую и белую гнили, исследованная биота типична для таежной зоны.

В последнее годы при исследовании состояния ландшафтов большое

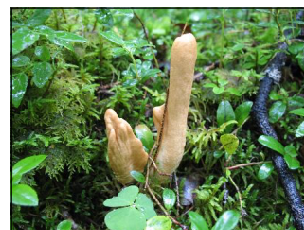
внимание уделяют индикаторным видам лишайников, грибов, насекомых и другим организмам, которые показывают степень нарушенности лесных экосистем [5]. Особенно это касается видов, которые существуют только в девственных и старовозрастных лесах или являются характерными для них. Среди афиллофороид-



Ganoderma lucidum – трутовик лакированный – вид, включенный в Красную книгу Республики Коми.



Hericium coralloides – ежовик коралловидный – вид, включенный в Красную книгу Республики Коми.



Clavariadelphus pistillaris – клаваридельфус пестиковый – вид, включенный в Красную книгу Республики Коми.



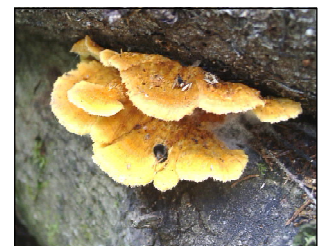
Amylocystis lapponica – амилоцистис лапландский – индикатор девственных лесов.



Cystostereum murrayi – цистостереум Мюррея – индикатор девственных лесов.



Gloeoporus taxicola – глеопорус тиссовый – индикатор старовозрастных лесов.



Pycnoporellus fulgens – пикнопореллус блестящий – индикатор старовозрастных лесов.

ных макромицетов, которые были найдены на территории заказника «Уньинский», присутствуют индикаторы девственных лесов: *Amylocystis lapponica*, *Cystostereum murrayi* и *Phlebia centrifuga*. Кроме того, были выявлены и наиболее значимые виды старовозрастных лесов: *Crustoderma dryinum*, *Fomitopsis rosea*, *Gloeoporus taxicola*, *Gloiodon strigosus*, *Leptoporus mollis*, *Perenniporia subacida*, *Phellinus chrysoloma*, *Phellinus ferrugineofuscus*, *Phellinus nigrolimitatus*, *Phellinus viticola*, *Postia guttulata*, *Руснопореллус фульгис* и *Skeletocutis odora*, которые существенно страдают от практики ведения лесного хозяйства. Многие из вышеперечисленных видов на территории заказника «Уньинский» встречались довольно часто. Таким образом, можно заключить, что все исследованные лесные массивы не испытывают значительного влияния антропогенно-

го фактора. По всей видимости, это связано с тем, что данная территория входит в состав буферной зоны Печоро-Ильчского заповедника. На исследованной территории выявлены три вида (*Clavariadelphus pistillaris*, *Ganoderma lucidum* и *Hericium coralloides*), которые занесены в Красную книгу Республики Коми [3] со статусом 3(R) – редкий.

Таким образом, проведенные исследования позволили получить новые сведения о видовом разнообразии афиллофороидных грибов на территории заказника «Уньинский». 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 влияния антропогенного фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарцева М.А., Свищ Л.Г., Балтаева Г.М. Некоторые закономерности распространения трутовых деструктивных грибов // Микол. Фитопатол., 1992. Т. 26, вып. 6. С. 442-447.
2. Косолапов Д.А. Афиллофороидные макромицеты подзоны средней тайги Республики Коми: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2004. 24 с.
3. Красная книга Республики Коми. Москва-Сыктывкар, 1998. 528 с.
4. Лосицкая В.М. Афиллофоровые грибы республики Карелия: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1999. 24 с.
5. Kotiranta H., Niemela T. Uhanalaiset kaavat Suomessa. Tonien, uudistettujen painos. Helsinki: S.Y.E., 1996. 184 p.
6. Nordic Macromycetes. Vol. 3: Heterobasidioid, aphylophoroid and gastromycetoid Basidiomycetes / Eds. L. Hansen, H. Knudsen. Copenhagen: Nordsvamp, 1997. 445 p.



АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ПЕЧОРО-ИЛЬЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

к.б.н. М. Паламарчук
 н.с. отдела флоры и растительности Севера
 E-mail: palamarchuk@ib.komisc.u

Научные интересы: агарикоидные базидиомицеты

Печоро-Ильчский заповедник расположен на юго-востоке Республики Коми в бассейне верхнего течения р. Печора. По своим размерам (721.3 тыс. га) он по праву считается одним из самых крупных в Европе. Географическое положение заповедника на стыке двух физико-географических стран – Русской равнины и Уральской горной страны – обусловило разнообразие его природных условий. С запада на восток территория четко дифференцирована на три ландшафтных района – равнинный, предгорный и горный. Сосновые леса распределены по территории заповедника неравномерно. Большая часть сосняков сосредоточена на припечорской низменности, где они приурочены к флювиогляциальным пескам и песчаным террасам р. Печора. На территории якушинского участка (равнинный ландшафтный район) сосновые леса занимают около 60 % площади, являясь господствующей формацией. Материалом для работы послужили сборы и наблюдения, проведенные в 2000-2004 гг. в различных ландшафтных районах заповедника [1, 5].

В результате исследований в сосновых лесах заповедника было выявлено 55 видов агарикоидных базидиомицетов, относящихся к 30 родам, 13 семействам и пяти порядкам. Ведущими семействами являются Cortinariaceae и Tricholomataceae (по 14 видов), Boletaceae (9) и Russulaceae (6). Лидирующие роды – Cortinarius (8 видов), Suillus (6) и Lactarius (3).

При эколого-трофическом анализе установлено, что большинство видов относится к микоризообра-

зователям (35 видов, или 63.6 %). Это в основном представители семейств Cortinariaceae (11 видов), Boletaceae (9), Russulaceae (6) и родов Suillus (6), Cortinarius (8), Lactarius и Russula (по 3 вида). Широта специализации у разных видов симбиотрофных грибов различна: в симбиоз с хвойными и лиственными деревьями вступают соответственно 59.4 и 9.4 % микоризообразователей, 21.9 % макромицетов не специализированы в отношении древесных пород. Среди хвойных больше всего микоризообразователей отмечено у сосны (43.8 % общего количества симбиотрофов). Наиболее часто в качестве ее симбиотрофов встречаются следующие виды: *Suillus luteus*, *Suillus variegatus*, *Cortinarius muscosus*, *Rozites caperata*, *Lactarius rufus* (фото 1). Лиственница на территории заповедника присутствует в качестве примеси в сосняках зеленомошных. С ней связаны четыре вида: *Suillus clintonianus*, *Suillus grevillei*, *Boletinus cavipes*, *Boletinus paluster* (фото 2). Был найден один вид – симбиотроф ели – *Hygrophorus piceae*. Из лиственных деревьев в сосновых лесах встречаются береза и осина. Микоризообразователями с ними являются только три вида: *Leccinum oxydabile*, *Leccinum versipelle* и *Russula emetica*. Некоторые выявленные макромицеты не имеют узкой специализации и вступают в симбиоз как с хвойными, так и лиственными породами. Среди них наиболее обычны *Amanita muscaria* и *Laccaria laccata*.

Особенностью сосновых лесов является довольно низкая доля сапротрофов – грибов, живущих за

счет органического вещества отмерших остатков – 36.4 % общего количества видов. В еловых лесах их доля составляет примерно 50.0 %. Эти грибы вместе с микроорганизмами участвуют в процессе распада растительных остатков, доводя их минерализацию до 80 % [6]. Сапротрофы могут поселяться на подстилке, опаде, гумусовом горизонте почвы, древесине, мхах, плодовых телах других макромицетов и прочих субстратах. В зависимости от экологической приуроченности к определенному субстрату их делят на подгруппы, ведущее место среди которых в анализируемой микобиоте принадлежит сапротрофам на древесине, или кислотрофам (11.8 % общего количества видов). Дереворазрушающие грибы-сапротрофы поселяются только на мертвой древесине, причем обычно их многолетняя грибница распространяется внутри ствола, а плодовые тела развиваются на его поверхности. В сосновых лесах к рассматриваемой подгруппе относятся следующие виды: *Kuehneromyces vernalis*, *Tricholomopsis decora*, *Xeromphalina campanella* (фото 3), *Hygrophoropsis aurantiaca*, *Tapinella atrotomentosa* и *Lentinus lepideus*.

Подстилочные сапротрофы составляют 7.8 % общего количества видов. Это такие виды, как *Cystoderma adnatifolium*, *Cystoderma amianthinum*, *Cantharellula umbonata* и *Mycena clavicularis*. Гумусовые сапротрофы занимают третье место по числу видов среди сапротрофов (5.9 %). Макромицеты, мицелий которых расположен в гумусовом слое, отличаются постоянством видового состава и относительной независимостью от погодных условий вегетационного сезона. Были встречены следующие представители данной группы: *Agrocybe cylindracea*, *Lyophyllum decastes* и *Lyophyllum fumosum* (фото 4). Сапротрофы на мхах или бриотрофы – специализированная экологическая группа грибов, участвующая в разложении отмерших частей зеленых и сфагновых мхов. Они предпочитают сырые леса, сфагновые болота и торфяники. Было выявлено четыре вида этой группы (*Omphalina philonotis*, *Galerina dimorphocystis*, *Galerina paludosa* и *Omphalina oniscus*), которые встречаются только в заболоченных сосняках. Обнаружен один вид, являющийся сапротро-

фом опада (*Marasmius androsaceus*), и один вид, развивающийся на старых полусгнивших плодовых телах грибов (*Collybia cookei*).

Сосновые леса исследуемой территории подразделены на три основных типа: сосняки лишайниковые, сосняки зеленомошные и сосняки сфагновые. Наибольшее количество видов (32) отмечено для сосняков зеленомошных, так как условия произрастания для грибов здесь наиболее благоприятные. Сплошной моховой покров препятствует иссушению верхних слоев почвы и выступает в роли положительного фактора для развития мицелия грибов. Экологический оптимум для многих широко распространенных в формации сосновых лесов видов находится именно здесь [3]. В древесном ярусе преобладает сосна, к которой в большинстве случаев примешиваются береза и лиственница. Иногда в древостое обильна ель [2]. В сосняках зеленомошных преобладают представители семейств Boletaceae и Tricholomataceae (по 7 видов), Cortinariaceae (5). Наиболее часто можно встретить *Cystoderma adnatifolium*, *Boletinus paluster*, *Cortinarius semisanguineus*, *Rozites caperata*. Все выявленные макромицеты относятся к шести эколого-трофическим группам, ведущей из которых является группа микоризообразователей (65.6 %).

Древостой сосняков лишайниковых сложен в основном сосной, к которой лишь иногда примешиваются единичные деревья березы и лиственницы. Интересной особенностью является довольно высокое обилие подраста осины [2]. В данной ассоциации обнаружено 30 видов агарикоидных базидиомицетов. Небольшое количество видов можно объяснить отрицательным влиянием лишайников на развитие грибов. Лишайники создают гидротермически неблагоприятные условия для развития напочвенных грибов. Кроме того, они выделяют обладающие антибиотическими свойствами лишайниковые кислоты, которые, концентрируясь в подстилке, препятствуют, а иногда и полностью исключают жизнедеятельность подстилочных сапротрофов и, повидимому, других групп грибов [4]. Микотрофность сосны в лишайниковых борах обеспечивается не увеличением количества видов, а высоким обилием немногочисленных доминантных видов [3]: *Boletus pinophilus*, *Suillus bovinus*, *Suillus variegatus*, *Cortinarius mucosus*, *Rozites caperata* и *Lactarius rufus*. Ведущими семействами сосняков лишайниковых, как и зеленомошных, являются Tricholomataceae (9 видов), Cortinariaceae (6) и Boletaceae (5); лидирующей эколого-трофической группой – микоризообразователи (71.4 %).

Заболоченные сфагновые сосняки встречаются в понижениях рельефа или по краям болот. В древо-



Фото 1. *Lactarius rufus* – горькушка.



Фото 2. *Boletinus paluster* – болетинус болотный.

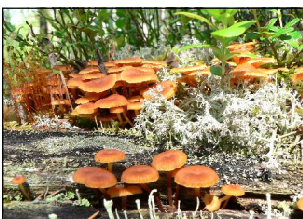


Фото 3. *Xeromphalina campanella* – ксеромфалина колокольчатая.



Фото 4. *Lyophyllum fumosum* – лиофилл дымчатый.



Фото 5. *Boletus pinophilus* – белый гриб сосновый.



Фото 6. *Leccinum versipelle* – подосиновик желто-бурый.

стое преобладает сосна, довольно постоянна примесь березы, ели и лиственницы. Здесь было обнаружено только 12 видов грибов. Ведущим семейством является Cortinariaceae (6 видов). Все выявленные макромицеты относятся к двум эколого-трофическим группам: микоризообразователи (60.0 %) и брютрофы (40.0 %). Обычные представители данного местообитания: *Leccinum oxydabile*, *Cortinarius tubarius*, *Galerina paludosa*, *Russula paludosa* и др.

Сосновые леса заповедной территории богаты съедобными грибами. Из 55 видов, встреченных здесь, 30 видов (54.5 %) являются съедобными. Это, в основном, представители семейств Boletaceae (9 видов), Tricholomataceae (7) и Russulaceae (5). Самые популярные съедобные грибы относятся к семейству болетовых (Boletaceae): белый гриб сосновый (фото 5), подосиновик (фото 6), моховик (*Suillus variegatus*) и др. Из семейства рядовковые (Tricholomataceae) собирают в основном только зеленушку (*Tricholoma flavovirens*). Семейство сыроежковые (Russulaceae) в сосняках представлены небольшим количеством видов, из наиболее известных можно назвать горькушку (*Lactarius rufus*) и сыроежку сероющую (*Russula decolorans*). К несъедобным отно-

сятся 18 видов (32.7 %). Только два вида (*Amanita muscaria* и *Inocybe lanuginosa*) являются ядовитыми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобрецова М.А. Агарикоидные базидиомицеты Печоро-Илычского заповедника и прилегающей территории. I. Равнинный район // Микол. Фитопатол., 2004. Т. 38, вып. 3. С. 1-9.
2. Боч М.С., Василевич В.И., Бибикина Т.В. Растительные ассоциации якутского профиля // Взаимосвязи компонентов лесных и болотных экосистем средней тайги Приуралья. Л.: Наука, 1980. С. 32-61.
3. Бурова Л.Г. Об экологии микоризообразующих макромицетов сосновых лесов Костромской области // Микол. Фитопатол., 1982. Т. 16, вып. 3. С. 193-199.
4. Бурова Л.Г. Загадочный мир грибов. М.: Наука, 1991. 97 с.
5. Паламарчук М.А. Агарикоидные базидиомицеты бассейна верхнего течения р. Печора (Печоро-Илычский заповедник): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2005. 18 с.
6. Перова Н.В., Горбунова И.А. Макромицеты юга Западной Сибири. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2001. 158 с.



СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ РОДА *LISTERA* (ORCHIDACEAE) В ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

к.б.н. И. Плотникова
 н.с. отдела флоры и растительности Севера
 E-mail: plotnikova@ib.komisc.u

Научные интересы: популяционная биология растений

Приоритетными объектами изучения и охраны биоразнообразия растительного мира являются редкие виды растений и их ценопопуляции (ЦП). Известно, что семейство Орхидные, занимающее среди цветковых растений одно из первых мест в мире по видовому богатству, включает много редких и исчезающих видов. В силу своих эколого-биологических и ценологических особенностей они чутко реагируют на антропогенные воздействия и одними из первых выпадают из состава фитоценозов.

Объектом нашего исследования стали два вида орхидных, представители рода тайник (*Listera*): т. сердцевидный – *L. cordata* (L.) R.Br. и т. овальнолистный – *L. ovata* (L.) R.Br. В 2005-2007 гг. обследовано 11 ЦП этих видов на территории Печоро-Илычского заповедника и расположенного в его буферной зоне комплексного заказника «Уньинский». При изучении ЦП модельных видов использовали общепринятые методики с учетом специфики исследования редких видов [5]. Для выявления фитоценотической приуроченности проводили геоботанические описания. Изучали численность, плот-

ность, онтогенетическую структуру ЦП. Счетной единицей был взят побег. В каждой ЦП проанализировано по 30 растений, измеряли высоту, длину соцветия, размеры листьев, число жилок и цветков. Данные обработаны вариационно-статистическими методами с использованием пакета Microsoft Excel. Для изучаемых морфологических признаков определяли среднее арифметическое значение (M), ошибку средней (m), коэффициент вариации (CV). Уровни варьирования признаков приняты по Г.Н. Зайцеву [2].

Listera cordata (L.) R.Br. – длиннокорневищный факультативно-корнеотпрысковый вид [6]. Способен образовывать на корнях придаточные почки, из которых развиваются корневые отпрыски, а из их почек – побеги. Возобновление – вегетативное, реже – семенное. Ареал *L. cordata* включает всю Европу, значительную часть Азии и Северную Америку. На территории России тайник сердцевидный распространен в лесной зоне почти во всех районах. В Республике Коми встречается по Уралу, южнее – на Сысолье, Летке, Вычегде, для тундровой зоны известен из окрестностей Воркуты.

Произрастает на облесенных переходных и низинных болотах, в ельниках, сосняках, смешанных лесах – на кочках, изредка в ерниковой тундре, в горах и предгорьях Урала – в елово-пихтовых лесах [4]. В Печоро-Илычском заповеднике довольно обычен, встречается в сфагновых лесах с кустарничковым, морошковым, хвощовым покровом, на травяно-моховых береговых склонах, изредка – по окраинам болотных массивов [3].

Онтогенетические состояния тайника сердцевидного выделяли на основе признаков надземной части –

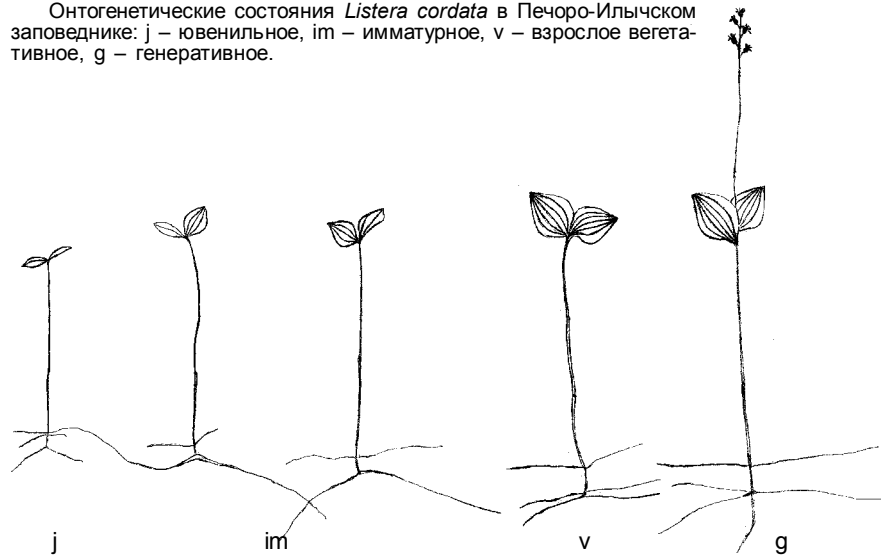


Listera cordata (L.) R.Br.

числа жилок и размеров листа. В развитии побегов *L. cordata* нами выделены следующие возрастные состояния. Ювенильное – молодые побеги со стеблем 1.6-1.9 см, с двумя нормальными зелеными листьями (0.6-0.8 см длиной и 0.4-0.5 см шириной), с одной жилкой. Для имматурных растений характерно наличие двух листьев с тремя жилками, 1.1-1.3 см длиной и 0.8-1.1 см шириной. Высота растений составляет в среднем 2.1 см. У взрослых вегетативных особей развиты два листа с пятью жилками. Высота стебля достигает 2.4-2.6 см, листовая пластинка длиной 1.6-1.8 см и шириной 1.3-1.4 см. Генеративные растения характеризуются наличием соцветия длиной 2-3 см с 5-9 цветками. Высота побегов в среднем составляет 10-16 см, листовая пластинка 1.6-3.0 см длиной и 1.3-2.3 см шириной, с пятью жилками. Сенильные особи не выделяли, в природе они встречаются очень редко, так как растения после последнего цветения отмирают.

Обследовано восемь ЦП вида (табл. 1). ЦП небольшие, численностью около 100 растений, с плотностью в скоплениях до 34.2 особи/м². Базовый онтогенетический спектр вида в пределах ареала правосторонний, сильно динамичный [6]. В онтогенетических спектрах изученных нами ЦП преобладают имматурные и генеративные растения. По данным В.В.

Онтогенетические состояния *Listera cordata* в Печоро-Илычском заповеднике: j – ювенильное, im – имматурное, v – взрослое вегетативное, g – генеративное.



Экзерцовой с соавторами [7], на северной границе ареала в ЦП данного вида доминируют молодые растения, что связано с задержкой в процессе онтогенеза в более суровых климатических условиях. Наличие ювенильных особей (6.3-14.7%), а также большая доля генеративных растений свидетельствует об успешном семенном возобновлении растений этих ЦП наряду с вегетативным.

Морфологические признаки генеративных особей изученных ЦП *L. cordata* (табл. 2) несколько отличаются друг от друга. Максимальной высотой и длиной соцветия характеризуются

растения из самых южных ЦП (ЦП 3 и 4) – около 16 и 3 см соответственно, а наиболее крупные листья отмечены в ЦП из бассейна р. Илыч, расположенных на севере резервата. Самыми изменчивыми признаками в изученных ЦП являются число цветков и длина листьев, эти признаки варьируют в большинстве ЦП на высоком уровне.

Listera ovata (L.) R.Br. – короткокорневищный вид [6]. Ареал тайника овальнолистного охватывает всю Европу, Кавказ, Крым, Средиземноморье, Малую и Среднюю Азию, Западную Сибирь и юго-западную часть Во-

Характеристика ценопопуляций (ЦП) *Listera cordata* и *L. ovata*

Таблица 1

ЦП	Местонахождение	Местообитание	Плотность ЦП, особей/м ²	Онтогенетический спектр (j:im:v:g) ЦП, %
<i>Listera cordata</i>				
1	РР, правый берег р. Печора, в 13 км вверх по реке от пос. Якша, урочище «Желоба»	Сфагновое болото с сосной	19.4±3.7	14.7:43.1:13.8:28.4
2	ПР, правый берег р. Печора, напротив урочища «Гаревка-Левобережная».	Ерников о-осково-сфагновое болото с сосной и елью	3.2±0.9	6.3:44.2:13.7:35.8
3	ПР, левый берег р. Унья, 400 м от русла, изба «База»	Ельник чернично-зеленомошный	5.5±1.8	16.8:31.5:21.6:30.6
4	ПР, правый берег р. Унья, напротив избы «База»	То же	12.8±2.6	6.3:49.2:31.3:13.3
5	ПР, левый берег р. Илыч, 8 км от реки по профилю Цукаельиз-Илыч.	Березняк чернично-зеленомошно-сфагновый	11.0±3.2	6.4:33.6:35.5:24.5
6	ГР, верхнее течение р. Кожимью, правый берег ручья, впадающего в р. Сорью	Березово-еловый разнотравный лес	5.6±3.4	12.8:45.7:19.1:22.3
7	ГР, левый берег р. Кожимью	Приручьевой березняк	20.4±3.1	7.8:17.6:15.7:58.8
8	ГР, терраса по левому берегу р. Турья, в 1 км от места ее впадения в р. Кожимью	Березняк разнотравно-вейниковый	34.2±11.6	7.3:38.5:20.0:34.1
<i>Listera ovata</i>				
1	ПР, правый берег р. Печора, урочище «Манские Луки»	Ерников о-хвощово-сфагновое болото	2.0±0.4	24.8:16.8:5.9:52.9
2	ПР, правый берег р. Печора, напротив урочища «Гаревка-Левобережная»	Ерников о-сфагновое болото	1.1±0.2	7.5:18.9:9.4:64.2
3	ПР, левый берег р. Илыч	Заболоченный хвощово-сфагновый ельник	1.6±0.3	1.9:24.1:48.1:25.9

Примечание: РР – равнинный, ПР – предгорный и ГР – горный ландшафтные районы заповедника.

Морфометрические признаки изученных ценопопуляций (ЦП) *Listera cordata*, M ± m (CV)

Признак	ЦП 1	ЦП 2	ЦП 3	ЦП 4	ЦП 5	ЦП 6	ЦП 7	ЦП 8
Высота растения, см	13.3 ± 0.3 (14.7)	10.4 ± 0.4 (23.5)	16.1 ± 0.5 (15.8)	16.1 ± 0.4 (14.8)	14.9 ± 0.4 (13.3)	12.9 ± 0.5 (18.9)	9.3 ± 0.3 (15.7)	11.7 ± 0.4 (20.8)
Длина листа, см	1.6 ± 0.1 (16.8)	1.8 ± 0.1 (22.4)	1.9 ± 0.1 (20.5)	2.1 ± 0.1 (31.4)	2.8 ± 0.1 (24.4)	2.5 ± 0.2 (33.2)	2.1 ± 0.1 (23.3)	2.9 ± 0.2 (33.0)
Ширина листа, см	1.4 ± 0.1 (16.3)	1.6 ± 0.1 (22.7)	1.6 ± 0.1 (20.8)	1.8 ± 0.1 (14.9)	2.0 ± 0.1 (12.9)	2.0 ± 0.1 (12.7)	2.1 ± 0.1 (17.1)	2.3 ± 0.1 (11.3)
Высота соцветия, см	2.2 ± 0.1 (22.6)	2.1 ± 0.1 (24.9)	3.0 ± 0.1 (22.3)	3.2 ± 0.1 (25.9)	1.9 ± 0.1 (15.9)	2.0 ± 0.1 (14.3)	1.7 ± 0.1 (18.3)	2.3 ± 0.1 (15.9)
Количество цветков, шт.	6.8 ± 0.3 (22.3)	9.0 ± 0.5 (32.8)	6.2 ± 0.3 (26.5)	7.0 ± 0.3 (22.1)	5.5 ± 0.2 (21.2)	6.0 ± 0.2 (18.3)	7.4 ± 0.3 (21.2)	7.6 ± 0.3 (25.0)



Listera ovata (L.) R.Br.

сточной Сибири. На территории России вид широко распространен в лесной зоне. В Республике Коми отмечен в бассейнах рек Вашка, Мезень, Печорская Пижма, Ухта, Сыня, Вычегда, Сысола, Унья и Печора. Растет на болотах, заболоченных лугах, реже – в

сырых лесах. В Печоро-Илычском заповеднике спорадически встречается в предгорном ландшафтном районе, очень редко – в лесном поясе горных районов, в равнинном районе отмечен в верховьях р. Пожег. Произрастает на окраинах крупных болотных массивов с богатым минеральным питанием в травяно-сфагновых сообществах или на небольших облесенных травяно-моховых ключевых болотах по береговым склонам ручьев [3].

Нами изучены три ЦП вида (табл. 1). ЦП довольно многочисленные, но плотность их низкая – 1.1-2.0 особи/м². Встречаемость – 50-58 %. В онтогенетических спектрах первых двух ЦП преобладают генеративные растения (52.9-64.2 %), что свойственно этому виду и в других частях ареала [1]. В ЦП 3 доминируют взрослые вегетативные особи. Отмечена достаточно высокая доля молодых растений (ювенильных и имматурных), что свидетельствует о благоприятных для семенного возобновления условиях.

Генеративные растения *L. ovata* из верховий р. Печора, высотой 27-30 см, имеют два листа, длиной 6-8 см, шириной 4-5 см (табл. 3). Высота соцветия составляет здесь 8-9 см, в сред-

нем на растение приходится по 25-27 цветков. Растения ЦП 3, которая находится на севере резервата (в бассейне р. Илыч), несколько крупнее, но с меньшим числом цветков. Здесь на одно растение приходится в среднем 17-18 цветков. В данной ЦП около половины генеративных растений имели по три листа, что не характерно для этого вида.

На высоком уровне в обследованных ЦП варьируют такие параметры, как высота соцветия, число цветков, а также некоторые размеры листьев. Остальные признаки варьируют в основном на среднем уровне. Наиболее изменчивы признаки у растений в ЦП 2.

Изученные ЦП двух видов рода *Listera* – нормальные, полночленные. Высокая доля молодых и генеративных особей свидетельствует об успешном семенном и вегетативном возобновлении данных ЦП. Таким образом, состояние ЦП *L. cordata* и *L. ovata* в Печоро-Илычском заповеднике можно оценить как благополучное.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинова И.В. Индивидуальные стратегии развития орхидных Мурманской области // Особь и популяция – стратегии жизни: Матер. IX Всерос. популяц. семинара. Уфа, 2006. Ч. 1. С. 27-30.

2. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов // Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1973. 256 с.

Таблица 3

Морфометрические признаки генеративных особей *Listera ovata* в ценопопуляциях (ЦП) в Печоро-Илычском заповеднике, M ± m (CV)

Признак	ЦП 1	ЦП 2	ЦП 3
Высота, см			
растения	27.3 ± 0.5 (12.6)	30.4 ± 0.7 (15.0)	43.4 ± 1.7 (15.1)
соцветия	8.7 ± 0.3 (23.3)	8.9 ± 0.4 (26.7)	14.5 ± 0.9 (23.5)
Длина листа, см			
первого	6.9 ± 0.2 (15.8)	8.1 ± 0.3 (22.3)	9.9 ± 0.5 (20.1)
второго	7.6 ± 0.2 (16.6)	8.4 ± 0.3 (22.6)	9.9 ± 0.5 (21.9)
Ширина листа, см			
первого	4.0 ± 0.1 (17.3)	4.3 ± 0.1 (21.5)	5.7 ± 0.2 (16.5)
второго	4.0 ± 0.1 (20.5)	4.2 ± 0.1 (23.0)	5.0 ± 0.2 (19.5)
Количество цветков, шт.	25.2 ± 1.1 (27.1)	26.7 ± 1.1 (27.0)	17.2 ± 1.1 (23.7)
Длина губы цветка, мм	0.8 ± 0.1 (14.8)	0.8 ± 0.1 (13.4)	–

Примечание: прочерк – отсутствие данных.



Растение *Listera ovata* (L.) R.Br. с тремя листьями.

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

4. *Мартыненко В.А.* Сем. Orchidaceae Juss. – Ятрышниковые // Флора северо-востока европейской части СССР. Л., 1976. Т. 2. С. 118-133.

5. Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР. М., 1986. 33 с.

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

7. *Экзерцева Л.В., Вахрамеева М.Г., Денисова Л.В.* Некоторые особенности структуры ценопопуляций орхидных на северной границе ареала // Охрана и культивирование орхидей: Матер. докл. III Всесоюз. совещ. М., 1987. С. 46-47.



ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ



О ЗИМОСТОЙКОСТИ СОРТОВ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ В ПОДЗОНЕ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

О. Тимушева

вед. инженер отдела Ботанический сад
E-mail: mifs@ib.komisc.ru, тел. (8212) 24 56 59

Научные интересы: ботаника, интродукция плодовых и ягодных культур

Смородина черная является одной из ведущих ягодных культур. Она с глубокой древности использовалась в народной медицине. Ягоды черной смородины относятся к числу плодов, наиболее богатых витамином С, что стимулировало потребление черной смородины и ее производство. Они содержат аскорбиновую кислоту – до 0.4, каротин – 0.0003, сахара – 10.2, органические кислоты (винная, янтарная, лимонная, яблочная, никотиновая) – 4.4, пектиновые, дубильные и азотистые вещества – соответственно до 1.5, 0.62 и 1.4, антоцианы, витамины (В₁, В₆, Е, Р, К), гликозиды, эфирное масло – 0.01, золу – 5.12 %, макроэлементы: К – 22.2, Са – 5.5, Mg – 2.4, Fe – 0.06 мг/г [6]. На севере основным лимитирующим фактором является температура, поэтому очень большое значение при использовании сорта имеет его зимостойкость – один из важнейших хозяйственно-биологических признаков. Известно, что смородина черная является зимостойкой и морозоустойчивой ягодной культурой. Однако нередко у нее отмечается подмерзание прежде всего генеративных органов в почках или полная гибель почек, а также вымерзание одно- и даже многолетней древесины. Зимостойкость и морозоустойчивость вегетативных и генеративных органов зависит от сорта, подготовки растений к зиме, поражения листового аппарата болезнями и вредителями, обеспеченности растений влагой и питательными веществами в минувший летне-осенний период, а также от величины снегового покрова.

Изучение зимостойкости 20 сортов смородины черной (посадка 1996-1998 гг.) различной селекции (алтайская, брянская, мичуринская, московская, белорусская, орловская, скандинавская) проводили в течение 2001-2003 гг. по программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [5]. Зимостойкость оценивали визуально, в баллах, по повреждению побегов и почек. По результатам многолетних наблюдений, включающих учет подмерзания растений в суровые зимы, сорта распределены по признаку зимостойкости на высокозимостойкие, зимостойкие, средне-, мало- и незимостойкие группы.

Рост, развитие и урожайность смородины черной зависят от климатических условий года. Температура зимнего периода и снежный покров оказывают влияние на перезимовку растений. Так, зима 2000-2001 гг. характеризовалась холодной и снежной погодой. Средняя температура воздуха в декабре и феврале была ниже средней многолетней на 1.8-4.1 °С, январе – выше на 3.8 °С. Снежный покров установился в ноябре. Снега выпало больше нормы на 8-19 мм. В мае фиксировали ночные заморозки, когда температура воздуха понижалась до 0 и –2 °С. В июне отмечался существенный недостаток осадков: 35 % нормы. У всех сортов отмечено повреждение почек после зимы: небольшое (10 %) – сорта Вологда, Сеянец Голубки, Памяти Вавилова, до 25 % – сорта Дубровская, Лентяй, Татьяна День, Оджебин, Нестор Козин, Плотнокистная, Белорусская Сладкая, Черноглазая, Севчанка, Элевеста (табл. 1). Максимальное повреждение (от 51 до 75 % почек) было у сорта павловской селекции Федоровская, остальных сортов – до 50 %. Зимостойкими, без подмерзаний побегов характеризовались сорта алтайской (Сеянец Голубки, Нестор Козин), московской (Вологда, Черноглазая), орловской (Лентяй), брянской (Севчанка), скандинавской (Оджебин) и пушкинской (Детскосельская) селекций.

Зима 2001-2002 гг. была благоприятной для перезимовки растений. После зимы не отмечено повреждений побегов у большинства сортов смородины черной. Подмерзание верхушек побегов наблюдалось у сортов Лентяй, Зеленая Дымка (табл. 1). У сортов Белорусская Сладкая, Федоровская фиксировалось слабое подмерзание однолетних побегов, вымерзание единичных ветвей старшего возраста. Максимальное повреждение почек (26-50 %) было отмечено у сортов Черный Жемчуг, Зеленая Дымка, Наследница, Детскосельская, до 10 % – у сортов Вологда, Дубровская, Сеянец Голубки, у остальных – от 11 до 25 %. Не наблюдали повреждений почек у сорта белорусской селекции Памяти Вавилова. Май 2002 г. начался необычно теплой погодой: в первой пятнадцатке среднесуточная температура воздуха превышала норму на 5-12 °С, мини-

Таблица 1

Результаты оценки зимнего повреждения побегов (верхняя строка) и почек (нижняя строка) смородины черной, балл

Сорт	Год			ДПЦ, %
	2001	2002	2003	
Вологда	0	0	0	55
	1	1	0	
Сеянец Голубки	0	0	0	51
	1	1	2	
Памяти Вавилова	1	0	0	65
	1	0	1	
Дубровская	1	0	1	62
	2	1	2	
Плотнокистная	1	0	1	54
	2	2	1	
Севчанка	0	0	1	72
	2	2	3	
Лентяй	0	1	1	57
	2	2	2	
Черноглазая	0	0	1	68
	2	2	3	
Оджебин	0	0	1	62
	2	2	3	
Нестор Козин	0	0	1	87
	2	2	2	
Багира	1	0	1	43
	3	2	2	
Элевеста	2	0	1	76
	2	2	2	
Черный Жемчуг	2	0	1	52
	3	3	3	
Наследница	2	0	1	73
	3	3	3	
Татьянин День	2	0	1	52
	2	2	2	
Зеленая Дымка	1	1	1	53
	3	3	3	
Белорусская Сладкая	1	2	1	67
	2	2	2	
Детскосельская	0	0	0	74
	3	3	3	
Отборная	1	0	1	73
	3	2	3	
Федоровская	3	2	2	78
	4	2	4	

Примечание: ДПЦ – доля повреждения цветков весенними заморозками в 2002 г.

мальная ночью была положительной (3-10 °С), а максимальная днем повышалась до 24 °С. В этот период растения смородины черной уже приступили к активному росту, вступили в фазу бутонизации. Во второй пятидневке мая произошло похолодание, температура воздуха ночью понижалась до отрицательных значений (-1-5 °С), а днем находилась в пределах 3-12 °С тепла. Особенно холодно было в период с 21 по 24 мая, когда среднесуточная температура воздуха была отрицательной (-1-5 °С), что ниже нормы на 10-15 °С. В период с 22 по 25 мая на полях повсеместно установился снежный покров высотой 4-10 см. Аномально холодная погода вызвала повреждение листьев и цветков у ягодных кустарников, а также листьев у деревьев. Период весенних заморозков совпал с бутонизацией смородины

черной, цветки которой оказались поврежденными. Максимальное повреждение цветков (более 75 %) установлено у сортов Элевеста, Федоровская, Нестор Козин, минимальное (43 %) – у сорта мичуринской селекции Багира (табл. 1). Этим объясняется минимальная урожайность (0.2-0.8 кг с куста) смородины черной в 2002 г.

Зимний период 2002-2003 гг. был благоприятным для перезимовки растений. Температуры воздуха в ноябре-феврале были ниже на 1.3-4.3 °С и близкими к норме. Снега выпало больше на 3-52 мм, чем в среднем за многие годы. В 2003 г. устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через +5 °С произошел в первой декаде мая. Среднемесячная температура воздуха была на 3.2 °С выше нормы. Сумма выпавших осадков была близкой к средним многолетним значениям. Не было отмечено подмерзших побегов после зимы у сортов: московской (Вологда), белорусской (Памяти Вавилова), алтайской (Сеянец Голубки) и пушкинской (Детскосельская) селекций (табл. 1). Подмерзли концы однолетних побегов у всех остальных сортов, за исключением сорта павловской селекции Федоровская, у которого фиксировали вымерзание однолетних побегов и единичное – многолетних ветвей. Только у сорта московской селекции Вологда не отмечено подмерзания почек. У сортов Памяти Вавилова и Плотнокистная подмерзло до 10 % почек. У остальных сортов – от 11 до 50, у сорта Федоровская – до 75 % почек.

К группе высокозимостойких сортов можно отнести сорта Вологда, Сеянец Голубки, Памяти Вавилова, зимостойких – Дубровская, Плотнокистная, Лентяй, Нестор Козин, Элевеста, Татьянин День, Белорусская Сладкая. Среднезимостойкими являются сорта Наследница, Черный Жемчуг, Зеленая Дымка, Севчанка, Черноглазая, Оджебин, Багира, Отборная, Детскосельская. Сорт Федоровская можно охарактеризовать как малозимостойкий сорт. По данным ВНИИР им. Н.И. Вавилова, в Ленинградской области сорта Сеянец Голубки, Дубровская, Черный Жемчуг, Багира являются зимостойкими [8]. Урожайность зимостойких сортов Вологда, Сеянец Голубки, Памяти Вавилова в наиболее благоприятном по погодным условиям 2003 г. составила 3.2, 2.2, 1.0 кг с куста соответственно. Сорта с достаточно высокой зимостойкостью побегов (1-2 балла) и средней – почек (2-3 балла) Белорусская Сладкая, Федоровская, Детскосельская и Отборная характеризовались низкой урожайностью – 0.7, 0.5, 0.4, 0.2 кг с куста соответственно.

Период глубокого покоя является необходимым этапом годичного цикла развития древесных растений умеренного климата. Окончание глубокого покоя приводит к началу периода вынужденного покоя. Во время вынужденного покоя распускание почек сдерживается только неблагоприятным температурным фоном [7]. Изучение периода покоя сортов смородины важно, так как он влияет на зимостойкость и зависит от биологических особенностей сорта, климатических условий и уровня агротехники. Максимальная морозостойкость развивается после полного вхождения растений в состоя-

Таблица 2

Длительность периода глубокого покоя сортов смородины черной

Сорт	Продолжительность глубокого покоя, дни				КИ, %
	2001 г.	2002 г.	2003 г.	M ± m	
Вологда	87	88	88	88.0 ± 0.3	0.7
Татьянин День	90	89	86	88.0 ± 1.2	2.4
Наследница	89	87	89	88.0 ± 0.7	1.3
Сеянец Голубки	89	86	91	89.0 ± 1.5	2.8
Плотнокистная	92	86	91	90.0 ± 1.9	3.6
Отборная	86	89	94	90.0 ± 2.3	4.5
Зеленая Дымка	92	89	89	90.0 ± 1.0	1.9
Памяти Вавилова	93	88	90	90.0 ± 1.5	2.8
Оджебин	93	87	91	90.0 ± 1.8	3.4
Элевеста	92	88	92	91.0 ± 1.3	2.5
Детскосельская	93	86	100	93.0 ± 4.0	7.5
Федоровская	93	87	102	94.0 ± 4.4	8.0
Лентяй	92	100	90	94.0 ± 3.1	5.6
Дубровская	86	107	91	95.0 ± 6.3	11.6
Багира	94	88	102	95.0 ± 4.1	7.4
Черный Жемчуг	93	105	88	95.0 ± 5.1	9.2
Севчанка	92	116	91	100.0 ± 8.2	14.2
Нестор Козин	88	106	108	101.0 ± 6.4	10.9
Белорусская Сладкая	94	116	92	101.0 ± 7.7	13.2
Черноглазая	95	105	106	102.0 ± 3.5	6.0

Примечание: КИ – коэффициент изменчивости.

ние глубокого покоя и прохождения двух фаз закалывания: при низких положительных температурах и медленном и постепенном нарастании морозов [9]. Вхождение в покой способствует лучшему вызреванию побегов, накоплению в растительных тканях запасных питательных веществ. Покоящееся состояние является обязательной предпосылкой (подготовительным этапом) для прохождения в растении процессов закалывания к низким температурам и развития в нем свойства зимостойкости [2].

Срок наступления периода покоя определяли путем обрывания листьев с одной ветви двухлетнего возраста на контрольном кусте. По отсутствию распускающихся почек устанавливали срок вступления растений в период покоя. Выход растений из состояния глубокого покоя определяли по распусканию почек на срезаемых побегах, помещенных в сосуды с водой при температуре 15-20 °С. Наблюдения проводили с наступлением зимы с интервалом в десять дней. Длительность периода глубокого покоя определяли путем подсчета дней от даты вступления растений в период покоя до массового распускания листьев на побегах.

Период покоя изучаемых сортов определяли в течение трех лет. У смородины черной относительно короткий период глубокого покоя [4]. Сорта вступали в глубокий покой в первой декаде сентября. Самый ранний выход из состояния глубокого покоя отмечен в начале первой декады декабря у сортов Вологда, Плотнокистная, Наследница, Оджебин, Зеленая Дымка, его продолжительность в среднем 88-90 дней (табл. 2). От 91 до 100 дней длился период глубокого покоя у остальных сортов. Наибо-

лее длинный период глубокого покоя (более 100 дней) наблюдался у сортов Нестор Козин, Белорусская Сладкая, Черноглазая. Отличие продолжительности периода глубокого покоя у сортов в разные годы составляет от одного до тридцати дней. Наибольшее (до 30 дней) отмечено в 2002 г., характеризующемся неблагоприятными условиями для роста и развития растений в весенний период. Так, для сорта Белорусская Сладкая длительность глубокого покоя в 2002 г. была больше на 24 дня по сравнению с 2003 г. и составила 116 дней. По данным А.П. Арсентьева [1], в условиях Подмоскovie выход из глубокого покоя у сорта Наследница начинается в конце декабря, сорта Оджебин – в конце января, а различия между сортами по выходу из глубокого покоя достигали одного месяца.



Сорт Памяти Вавилова.



Сорт Багира.



Цветение смородины черной, сорт Плотнокистная.

ЛИТЕРАТУРА

В условиях подзоны средней тайги Республики Коми выход из глубокого покоя отмечается в первой-начале третьей декады декабря. Различия между сортами достигают 20-30 дней. Согласно шкале уровней изменчивости С.А. Мамаева [3], большинство сортов характеризуется очень низкой изменчивостью продолжительности глубокого покоя – от 0.7 до 7.5 %. Низкая изменчивость (8.0-11.6 %) установлена у сортов Федоровская, Черный Жемчуг, Нестор Козин, Дубровская. Средний коэффициент изменчивости отмечен у сортов Белорусская Сладкая и Севчанка – 13.2 и 14.2 % соответственно.

Таким образом, зимостойкость является одним из показателей урожайности сортов смородины черной и не зависит от длительности периода глубокого покоя. Сорта с разными по продолжительности периодами глубокого покоя характеризовались большей или меньшей урожайностью в зависимости от климатических условий года и селекции. Урожайными и зимостойкими в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми являются сорта московской (Вологда, Дубровская, Наследница), алтайской (Сеянец Голубки, Плотнокистная) и мичуринской (Черный Жемчуг, Элевеста) селекций.

1. *Арсентьев А.П.* Устойчивость черной смородины к морозам и весенним заморозкам: Автореф. дис. ... к.с.-х.н. М., 2000. 22 с.
2. *Кондо И.Н.* О состоянии покоя виноградных почек // Физиология устойчивости растений (морозоустойчивость, засухоустойчивость и солеустойчивость): Тр. конф. (3-7 марта 1959 г.). М.: Изд-во АН СССР, 1960. С 216-219.
3. *Мамаев С.А.* Формы внутривидовой изменчивости древесных растений: на примере семейства Pinaceae на Урале. М., 1972. 283 с.
4. *Мишуров В.П., Тимушева О.К.* Зимостойкость сортов смородины черной в условиях подзоны средней тайги Республики Коми // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: Матер. докл. I междунар. конф. Кемерово, 2006. С. 78-81.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1999. С. 351-373.
6. *Путьрский И.Н., Прохоров В.Н., Родионов П.А.* Малина, смородина. Минск-Москва, 2000. 96 с.
7. *Сергеева К.А.* Физиологические и биохимические основы зимостойкости древесных растений. М.: Наука, 1971. 176 с.
8. Смородина и крыжовник. Л., 1990. 104 с. – (Каталог мировой коллекции ВИР; Вып. 553).
9. *Туманов И.И.* Физиология закаливания и морозостойкости растений. М.: Наука, 1979. 352 с.



ЭКСПЕДИЦИИ



**СПУТНИКОВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
В МОНИТОРИНГЕ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ**

к.б.н. **В. Елсаков**, к.б.н. **Б. Тетерюк**

Крупнотапное оленеводство – форма традиционного природопользования, сложившаяся на территории Республики Коми на рубеже XVII-XVIII вв. Пастбища северного оленя (*Rangifer tarandus tarandus*) занимают около 22.8 % земельного фонда республики (9483.8 тыс. га). Территориально они располагаются в пределах подзоны северной тайги, лесотундровой и тундровой зон. В республике выпас оленьих стад проводят пять организаций, зарегистрированных в Коми (общая численность животных – около 83.5 тыс. голов), семь сельскохозяйственных предприятий Ненецкого автономного округа (74.3 тыс. животных), четыре – Ямало-Ненецкого и одно – Ханты-Мансийского автономных округов, небольшие фермерские хозяйства и частные лица.

Планомерные работы по изучению и рациональному использованию оленьих пастбищ европейского северо-востока России были начаты в 1930-е годы и связаны с именами В.Н. Андреева, А.А. Дедова, Ф.М. Самбука, А.П. Шенникова, давших детальную

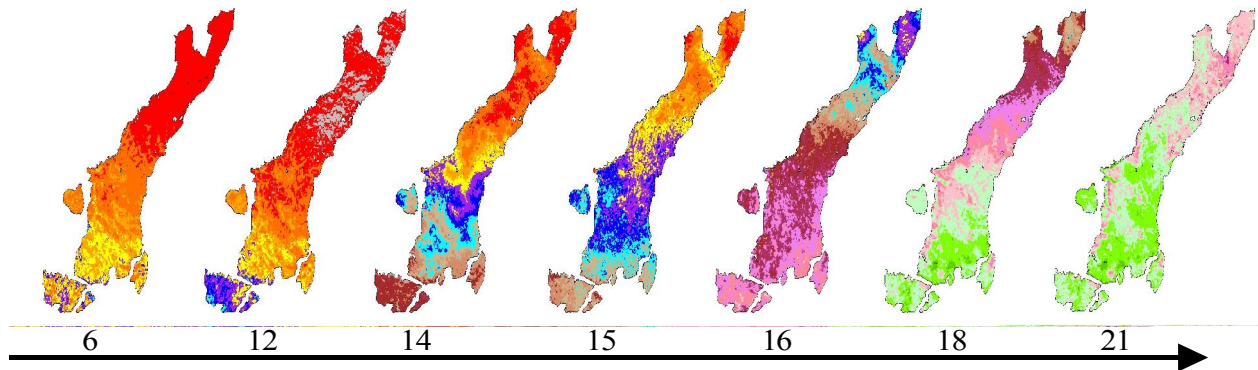
геоботаническую оценку угодий и их кормовых ресурсов в нескольких районах Республики Коми и Ненецкого автономного округа. Расположение участков и сроков выпаса, пути движений стад (*вõрги, коми*), численность животных исторически и юридически закреплены за хозяйствами проектами обустройства пастбищных угодий. В современное время исследование пастбищ остается актуальным в свете глобальных климатических изменений, антропогенной трансформации экосистем, связанной с широкомасштабным влиянием нефтяной и газовой промышленности, развитием сети трубопроводного транспорта, дорожным строительством.

Использование информационных технологий в исследовании состояния пастбищных угодий в Институте биологии было опробовано в 2004 г. В этот период сотрудники Института привлекались в качестве экспертов при оценке площадных нарушений одного из месторождений. Анализ материалов спутниковой съемки высокого разрешения за периоды разных лет позво-

лил установить особенности деградации пастбищных угодий под влиянием промышленного освоения и отклонения в реализации проекта освоения



Момент установки В. Елсаковым ошейника на модельное животное.



Сопоставление временных серий спутниковых изображений позволяет оценить интенсивность весеннего прироста надземной биомассы. Использование спектральных индексов (нормализованного разностного индекса растительности, NDVI) для выявления увеличивающихся запасов фитомассы на пастбищах оленеводческого хозяйства ПСК «Ижемский оленевод и К^о» в течение отдельных декад года (по горизонтали). Цветовая градация соответствует приросту фитомассы.

месторождения, а сочетание полученных материалов с GPS-позиционированием контуров нарушенных участков выявило их точные площадные характеристики.

В 2004-2007 гг. методологические основы использования материалов дистанционного зондирования в мониторинге оленьих пастбищ были рассмотрены в рамках проекта «Разработка методики мониторинга биологического разнообразия и продукционного потенциала оленьих пастбищ европейского северо-востока России с использованием методов дистанционного зондирования» (04-04-96014 РФФИ-Урал). В ходе выполнения проекта опробованы алгоритмы выполнения классификации доминирующих типов пастбищ по снимкам высокого разрешения Landsat ETM+ в сочетании с учетом орографической структуры территории. Это позволило перейти к вопросам привлечения ландшафтных подходов применительно оценки продукционного потенциала оленьих пастбищ. Для растительных сообществ тундры были адаптированы алгоритмы оценки вклада различных количественных характеристик (проективное покрытие основных типов жизненных форм растений, нарушения почвенно-растительного покрова и т.д) в форми-

рование суммарных значений яркостных характеристик пиксела изображения. На примере декадных изображений низкого разрешения SPOT-Vegetation освоены принципы работы с непрерывными сериями изображений (см. рисунок).

В начале 2009 г. на модельных животных наиболее крупного хозяйства европейского Севера – колхоза «Ижемский оленевод и К^о» – установлены ошейники, оснащенные GPS приемником (GPS PLUS, Vectronic Aerospace, Германия). Ошейник позволяет проводить запись координат (широта, долгота) участков, в котором находится объект исследований, и дополнительно фиксировать температурные условия. В последующем совмещение координат с данными спутниковой съемки выявит особенности дневной, суточной и сезонной двигательной активности (интенсивность передвижения) оленей на выпасе; установит доминирующие ландшафты и растительные сообщества, которые «предпочитаются» оленями при относительно свободном выпасе в пределах разных типов пастбищ и условий выпаса; установит возможное влияние объектов добычи и транспортировки углеводов («фактор беспокойства») на поведение оленей, а анализ передви-



На территории зимних пастбищ. Мантия – лучшая одежда для защиты от холода (Б.Ю. Тетерюк).

жения возможно подтвердит «посещаемость» площадок буровых. Схожие исследования проводились ранее на пастбищных угодьях Финляндии [1], однако, продолжительные сезонно-циклические широтные миграции животных в пределах территории ранее не рассматривались.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kumpula J., Colpaert A., Anttonen M. Does forest harvesting and linear infrastructure change the usability value of pastureland for semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*)? // Ann. Zool. Fennici, 2007. Vol. 44. P. 161-178.

ИНФОРМАЦИЯ В НОМЕР

6-10 апреля 2009 г. в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН пройдет XVI Всероссийская молодежная научная конференция. С подробной информацией можно ознакомиться на сайте Института: <http://ib.komisc.ru/add/smu>.

На конференции предполагается работа в следующих секциях:

1. Изучение, охрана и рациональное использование растительного мира.
2. Изучение, охрана и рациональное использование животного мира.
3. Структурно-функциональная организация и антропогенная трансформация экосистем.
4. Морфолого-физиологические и молекулярно-генетические аспекты влияния экологических факторов на организмы.
5. Физиология, биохимия и биотехнология растений и микроорганизмов.



Российская академия наук
Уральское отделение
Коми научный центр
Институт биологии

Научный совет по радиобиологии

Российское радиобиологическое общество

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ И РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ



К 50-летию
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Сыктывкар, Республика Коми
28 сентября–1 октября 2009 г.

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА

1. ЭФФЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ

1.1. ДЕЙСТВИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ПОПУЛЯЦИОННОМ, ОРГАНИЗ-
МЕННОМ, ТКАНЕВОМ И КЛЕТОЧНОМ УРОВНЯХ

1.2. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ БИОЛО-
ГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

2. МИГРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ

3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ

4. СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ФАКТОРОВ РАДИАЦИОННОЙ И НЕРАДИАЦИОННОЙ ПРИ- РОДЫ