



# ВЕСТНИК

Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН

№ 3  
(161)

## В номере

### ИТОГИ 2006-2010 гг.

Дегтева С. Основные итоги научной, научно-организационной и финансово-хозяйственной деятельности учреждения Российской академии наук Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН за период 2006-2010 гг. .... 2

### СТАТЬИ

Пономарев В. Рыбное население Уральских водоемов и его возможные изменения ..... 10

Кочанов С., Накул Г. Сизая чайка на европейском северо-востоке России ..... 14

Далькэ И. Использование портативной газометрической системы для определения  $CO_2/H_2O$ -газообмена растений ..... 18

### СООБЩЕНИЯ

Валуйских О. Ресурсная характеристика и структура популяций морошки приземистой в Республике Коми ..... 23

Федорков А. Сезонная изменчивость роста побегов сосны скрученной и сосны обыкновенной в экспериментальных культурах ..... 26

Конакова Т. К экологии *Poecilus versicolor* (Coleoptera: Carabidae) ..... 29

Матистов Н. Содержание аскорбиновой кислоты в луке *Allium schoenoprasum* L. и динамика ее разрушения в процессе хранения в различных условиях ..... 32

Елькина Г. Реакция растений на полиэлементное загрязнение подзолистых почв тяжелыми металлами ..... 33

### КОНФЕРЕНЦИИ

Пастухов А. Генеральная ассамблея Европейского союза наук о Земле 2011 ..... 36

### МАЛАЯ АКАДЕМИЯ

Герасименко Н., Матвеева Е. Шаг за шагом ..... 37

### К 25-ЛЕТИЮ ЧЕРНОБЫЛЯ

Кудяшева А. Чернобыль останется в нашей памяти на всю жизнь ..... 38

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. Рапота

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.с.-х.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

**ОСНОВНЫЕ ИТОГИ НАУЧНОЙ, НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ И ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧРЕЖДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН ЗА ПЕРИОД 2006-2010 гг.**

(из доклада С.В. Дегтевой на заседании Комиссии РАН по проверке Института биологии Коми НЦ УрО РАН от 24.03.2011, г. Сыктывкар)

Большая часть отчетного периода совпала с реализацией пилотного проекта реформирования РАН, основной целью которого наряду с повышением эффективности научных исследований и привлечением в науку талантливой молодежи являлось повышение заработной платы научным сотрудникам. Одновременно были реализованы решения о сокращении общей численности сотрудников институтов РАН, введены новые квалификационные требования, изменены условия финансирования. В этих сложных условиях благодаря большому опыту директора Института А.И. Таскаева удалось сохранить кадровый потенциал и результативность работы коллектива.

За отчетный период общая численность Института сократилась на 88 единиц – с 354 до 266 человек. Сокращения в наибольшей степени коснулись научного персонала. Число научных сотрудников снизилось на 61 человека – со 189 до 128.

На фоне сокращения штатных единиц произошло улучшение качественного состава научных сотрудников. В 2006 г. доля научных сотрудников, не имеющих ученой степени, составляла 23 % от численности научных сотрудников, в 2010 г. она снизилась до 8,2 %. Сегодня в штате Института работают 25 докторов и 109 кандидатов наук.

Средний возраст докторов наук – 63 года, кандидатов наук – 42 года, сотрудников без ученой степени – 40 лет. За отчетный период произошло существенное омоложение кадров. Если в 2005 г. возраст до 35 лет имели 37 научных сотрудников, то в 2010 г. – 50 (в том числе один доктор наук, 42 кандидата наук и семь сотрудников без ученой степени).

Подготовка научных кадров осуществляется через докторантуру, аспирантуру и соискательство. Согласно лицензии на право ведения образовательной

деятельности аспирантская подготовка в Институте ведется по 11 специальностям, обучение докторантов – по трем.

За пять лет аспирантуру закончили 37 человек, из которых двое с досрочной защитой, 22 – с защитой диссертаций в первый год и трое – во второй год после окончания аспирантуры. Докторантуру окончили два сотрудника. Соискательство в течение последних пяти лет оформили девять человек, в том числе три – на договорной основе. За отчетный период защищено семь докторских и 45 кандидатских диссертаций.

При Институте создан диссертационный совет, имеющий право принимать к защите кандидатские и докторские диссертации по двум специальностям биологических наук: ботаника и экология. Совет состоит из 18 докторов биологических наук, из которых семь имеют звания профессоров. В состав совета входят четыре представителя сторонних организаций. С 2006 по 2010 г. состоялись 104 заседания диссертационного совета, на которых прошли защиты четыре докторских и 53 кандидатских диссертаций.

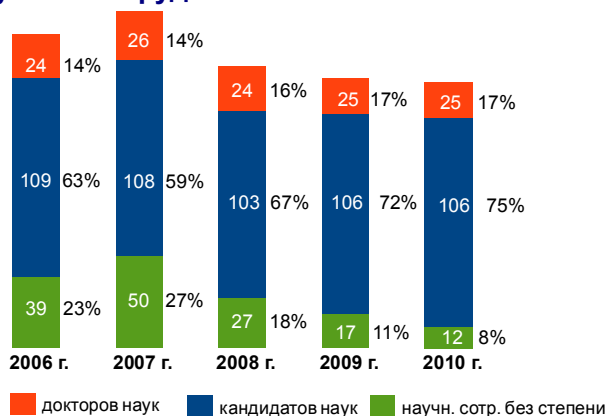
В последние годы правительство России ориентировало академические институты на усиление интеграции с высшими учебными заведениями. Это не только открывает новые возможности для развития исследований, но и, прежде всего, позволяет решать проблемы подготовки кадров. Институт имеет определенные достижения в этой сфере. Сотрудники вели педагогическую деятельность в 13 учебных заведениях Республики Коми и Кировской области. С 2010 г. Институт входит в состав Межвузовского учебно-научного центра «Физико-химическая биология». На базе Института функционирует кафедра «Экология», входящая в состав химико-биологического факультета Сыктывкарского государственного университета. В рамках договора с СГУ начата работа по реализации специализированных магистерских программ, успешно функционирует совместная научная лаборатория экологической химии. Учреждены две стипендии Института для студентов Сыктывкарского государственного университета и одна – для студентов Сыктывкарского лесного института.

Структура Института в отчетный период не менялась и включала семь отделов, в состав которых входили 12 лабораторий, и три автономные лаборатории.

Основные направления научной деятельности, закрепленные в уставе Института:

– изучение биоразнообразия, структурно-функциональной организации, устойчивости и продуктивности таежных и тундровых экосистем;

**Изменение структуры кадров научных сотрудников**



- выявление биологического действия ионизирующего излучения и других физико-химических факторов на клетки, живые организмы и природные экосистемы; проблемы радиационной и экологической генетики;

- изучение физиолого-биохимических основ адаптации и репродукции растений в условиях холодного климата;

- исследование биологически активных соединений в растениях природной флоры и интродуцентах (эколого-биологические, биохимические и биотехнологические аспекты);

- разработка методов мониторинга, биоиндикации; создание кадастров и баз данных биологических ресурсов европейского Северо-Востока с применением дистанционного зондирования и ГИС-технологий.

Тематика научных исследований Института соответствовала «Основным направлениям фундаментальных исследований РАН» (приложение к постановлению Президиума РАН от 01.07.2003 № 233), «Основным направлениям фундаментальных исследований Программы фундаментальных исследований Российской академии наук на период 2007-2011 годы» (распоряжение Президиума РАН от 22.01.2007 № 10103-30), «Основным направлениям фундаментальных исследований Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008-2012 годы» (приложение к распоряжению Правительства Российской Федерации от 27.02.2008 № 233-р).

В соответствии с ежегодно утвержденными планами НИР за отчетный период в рамках базового бюджетного финансирования разрабатывались 22 темы. Исследования по 14 темам завершены с представлением научных отчетов, по семи темам итоги работ будут подведены в 2011 г., по одной – в 2012 г. Проведено укрупнение тем НИР путем сокращения числа бюджетных тем с 12 (в 2006 г.) до девяти (начиная с 2007 г.).

В 2006-2010 гг. сотрудники Института выполняли исследования по 14 проектам Программы фундаментальных исследований Президиума РАН и пяти проектам Отделения биологических наук РАН, шести проектам в рамках целевой программы поддержки междисциплинарных проектов, выполняемых учреждениями УрО РАН совместно с институтами СО и ДВО РАН, двум междисциплинарным проектам УрО РАН. Финансовую поддержку РФФИ получили 103 проекта, в том числе 17 инициативных.

Гранты Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук и их научных руководителей получили два сотрудника, ученых – докторов наук – один. Лауреатами программы Общественного фонда содействия отечественной науке «Выдающиеся ученые. Кандидаты и доктора наук РАН» в 2006-2008 гг. были семь сотрудников Института, лауреатом «Лучшие аспиранты РАН» – один. Стипендии Правительства Республики Коми получали три аспиранта. УрО РАН поддержало грантами выполнение 18 проектов молодых ученых Института и выделило 16 трэвал-грантов для участия молодых сотрудников в научных мероприятиях.

За отчетный период по основным направлениям фундаментальных исследований были получены следующие важнейшие результаты.

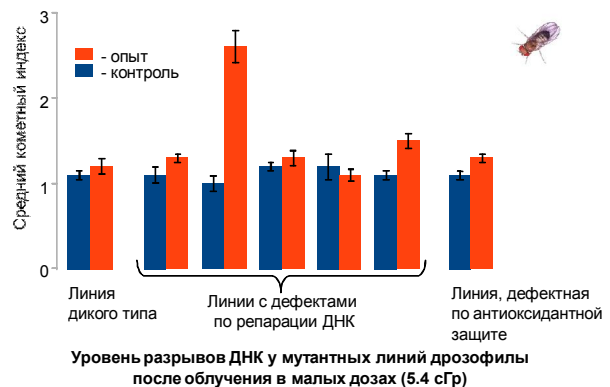
Показано, что зависимость «доза–эффект», выявляемая при оценке действия на животные и растения облучения в малых дозах и низких концентрациях тяжелых естественных радионуклидов, нелинейна и характеризуется наличием диапазонов, различающихся уровнем индуцируемых повреждений и механизмами их реализации.

Изучение динамики индуцируемых облучением в малых дозах нарушений у мышевидных грызунов, растений и дрозофилы из природных и лабораторных популяций позволило сформулировать, а впоследствии экспериментально подтвердить гипотезу, согласно которой одним из механизмов действия малых доз радиации является индуцируемая генетическая нестабильность, реализуемая в нарушениях процессов метаболизма ДНК, повреждениях ДНК, нестабильности хромосом, опухолевой трансформации клеток и иных эффектах, зависящих от генотипа. Полученные результаты позволяют предполагать значимую роль мобильных генетических элементов в модификации величин радиоиндуцированных ответов.

Разработаны теоретические положения распределения полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в системе почва–растения криолитоны европейского Северо-Востока. Показано, что в почвах и растениях полиарены представлены главным образом 3, 4-ядерными структурами. Установлено, что с атмосферными осадками поступают только низкомолекулярные ПАУ, высококонденсированные образуются в основном в результате трансформации органического вещества почв. Основными детерминантами токсикологической активности депонирующих сред (почвы, растения) являются 5, 6-ядерные полиарены. Предложен диагностический критерий техногенного загрязнения почв ПАУ, который может быть использован при проведении почвенно-экологического мониторинга.

Результаты многолетних исследований почвенного покрова нашей республики обобщены сотрудниками Института биологии в фундаментальной работе «Атлас почв Республики Коми». В книге представлена общая характеристика основных ти-

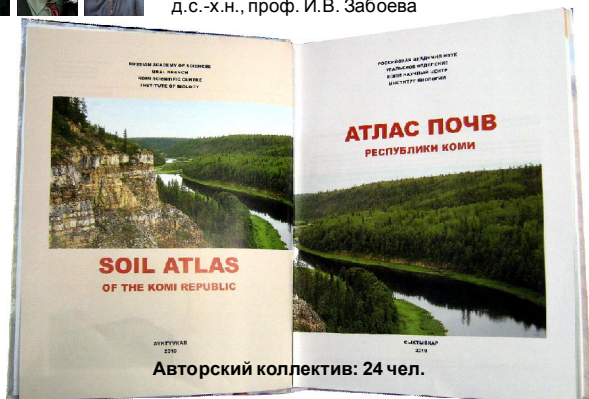
**Хроническое облучение в малых дозах линий дрозофилы с дефектами по репарации ДНК и антиоксидантной защите приводит к увеличению частоты нарушений генотипа**



«Атлас почв Республики Коми»



Ответственные редакторы  
академик Г.В. Добровольский  
к.б.н. А.И. Таскаев  
д.с.-х.н., проф. И.В. Забоева



пов и подтипов почв. Рассмотрены макро- и микрофологическое строение профиля, физико-химические свойства, распространение и хозяйственное использование почв.

Издана Красная книга Республики Коми, обобщающая все имеющиеся к настоящему моменту сведения о распространении, численности, лимитирующих факторах и угрозах, принятых и необходимых мерах охраны редких видов.

Подведены итоги изучения флоры, фауны, структуры растительного и почвенного покровов Тиманского кряжа, Приполярного и Полярного Урала, бассейна верхней и средней Печоры. Проанализированы последствия антропогенного воздействия на природные комплексы, связанного с разработкой месторождений полезных ископаемых и оленеводством. По итогам исследований опубликовано 27 монографий.

Выполнен комплексный анализ фауны, видового разнообразия и пространственно-типологической структуры булавоусых чешуекрылых европейского северо-востока России. Проанализированы особенности таксономической и ландшафтно-зональной структуры фауны. Впервые для данной таксономической группы насекомых описаны и объяснены с биологических позиций особенности варьирования видового разнообразия и структуры видовых ассамблей на сукцессионно-биоценотическом и ландшафт-

но-зональном уровнях. Выявлены ведущие факторы, определяющие тренды разнообразия фауны и структуры населения булавоусых чешуекрылых в природных сообществах. Представлена реконструкция генезиса региональной лепидоптерофауны в позднем плейстоцене и голоцене.

Предложена и экспериментально обоснована концепция о возрастании роли пигментного комплекса в устойчивости и продуктивности растений холодного климата. Выявлено возрастание относительного содержания каротиноидов в ряду бореальные-гипоарктические-аркто-альпийские виды. Установлены закономерности изменения пигментов в годичном цикле вечнозеленых растений, доказано участие зеаксантин-зависимого механизма в защите фотосинтетического аппарата хвойных от фотоокислительной деструкции. Выявлено повышение уровня дезоксидации пигментов виолаксантинового цикла при стрессирующем действии факторов внешней среды и адаптивные реакции пигментного аппарата при освоении растениями разных экотопов. Новые данные существенно расширяют представления об экофизиологии пигментов и могут быть использованы для оценки состояния фотосинтетического аппарата растений в северных экосистемах.

Обобщены результаты исследований коллекционного фонда редких видов растений, представленных 200 видами из 52 семейств и 90 родов. Установлены закономерности изменчивости морфобиологических признаков в процессе адаптации, зимостойкость, устойчивость редких видов в культуре. Разработаны оптимальные способы их выращивания, размножения и сохранения. Выявлены редкие виды, рекомендуемые для культивирования. Получены положительные результаты воспроизводства редких видов местной флоры: *Iris sibirica*, *Paeonia anomala*, *Pentaphylloides fruticosa* и др.

Изучены процессы микробной трансформации нефтяных углеводородов в почвах Севера и разработан высокоэффективный комплекс на основе бактерий и дрожжей для очистки от нефти почв, вод. Штаммы депонированы в ведущих коллекциях микроорганизмов в России. Разработаны комплексные технологии восстановления почв Крайнего Севера.

Дана оценка бюджета углерода в коренных заболоченных ельниках европейского Северо-Востока. В годичном цикле круговорота углерода они явля-

Красная книга Республики Коми 2009 г.



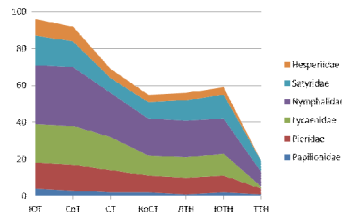
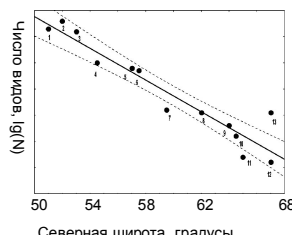
Отв. редактор  
А.И. Таскаев

**Царство ЖИВОТНЫЕ**  
Целевые виды: Амурский леопард

**Виды, охраняемые в Республике Коми**

**Охраняемые виды:**  
Настоящих грибов – 42  
Лишайников – 82  
Водорослей – 4  
Мохообразных – 71  
Сосудистых растений – 236  
Животных – 100

Булавоусые чешуекрылые европейского северо-востока России: структура и генезис фауны, особенности хорологии и синэкологии



Таксономический состав зональных фаун на широтном градиенте от южной тайги до типичной тундры  
ЮТ – южная тайга; СрТ – средняя тайга; СТ – северная тайга; КрСТ – крайнесеверная тайга; ЛТН – лесотундра; ЮТН – южная тундра

ются резервуаром для стока углекислого газа, первичная экосистемная (НЕР) продукция в них составляет 0.36-0.57 т углерода на гектар в год.

На основании анализа материалов спутниковой съемки различного пространственного разрешения для периода 1970-2010 гг., характеризующегося устойчивым трендом потепления, выявлены изменения растительного покрова территории европейского северо-востока России. Большинство значимых изменений приурочено к зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород и связано с процессами деградации мерзлоты. Для Приполярного Урала вблизи границы лес-тундра отмечается значимое увеличение показателя сомкнутости крон горных редколесий в среднем до 1-2 % в год.

В Федеральной службе Роспотребнадзора осуществлена процедура государственной регистрации растительного сырья для получения БАД «Серпухи венценозной листвья», субстанции БАД «Серпистен» и трех капсулированных форм экидистероидсодержащих БАДов на основе субстанции «Серпистен» («Кардистен» – противоишемического «Диастен» – сахароснижающего, «Адастен» – адаптогенного и иммуностимулирующего действия).

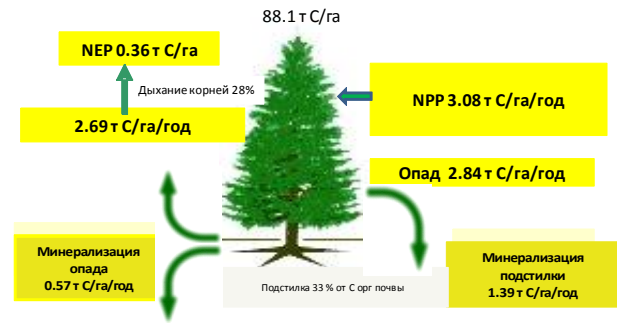
Рассчитаны экологическая и приемная емкость водотоков бассейна р. Печора для выпуска сеголетков сиговых рыб в рамках программы по искусственному воспроизводству. В соответствии с выполненными расчетами в 2010 г. осуществлен выпуск 1.5 млн. мальков сига и пеляди.

Проведена оценка фоновое содержания тяжелых металлов в почвах южных районов Республики Коми (Усть-Вымский, Княжпогостский). С использованием ГИС-технологий создана база данных содержания в почвах тяжелых металлов (ТМ), углеводородов (УВ) и радионуклидов, составлены соответствующие карты распределения исследованных компонентов. Полученные результаты могут быть использованы для оценки воздействия ТМ, УВ и радионуклидов на почвенный покров в зонах возможного загрязнения, а также при проведении экологической экспертизы и разработке проектов ОВОС регионального уровня.

Исследованы физиологические аспекты формирования продуктивности и качества урожая овощей в зимних теплицах. Оптимизация светокультуры позволила существенно повысить рентабельность производства, получить за 30-40 дней оборота урожай салата свыше 6 кг/м<sup>2</sup>, других зеленых культур – до 3 кг/м<sup>2</sup>, ускорить созревание плодов и повысить урожайность в 1.5 раза за оборот.

Создана биотехнология получения основы комбикорма для моногастричных животных из труд-

**В годичном цикле круговорота углерода коренные заболоченные ельники европейского Северо-Востока являются резервуаром для стока углекислого газа**



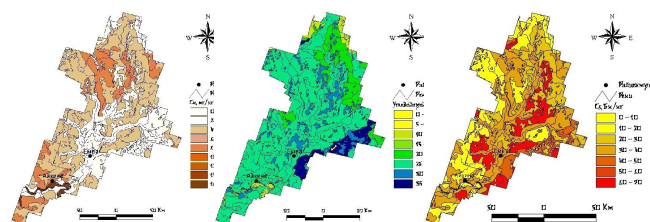
ноусвояемых компонентов. Конечный продукт обогащен сахарами, сбалансирован по аминокислотному составу, освобожден от антипитательных веществ. Разработка прошла этап лабораторных испытаний, защищена патентами, отмечена наградами на Всероссийских выставках.

Разработан комплекс методик определения количественного содержания веществ, подлежащих санитарно-гигиеническому контролю в различных природных объектах. Чувствительность новых методик превышает стандартные на порядок, в несколько раз сокращено время выполнения анализа. Разработка активно используется при выполнении научных исследований и хозяйственной деятельности, защищена патентами, имеет награды инновационных конкурсов.

Разработаны новые типы средств измерений круглых лесоматериалов на основе трехмерной реконструкции объекта измерения из набора двумерных изображений. Результаты работы использованы при создании комплекса технических средств измерений объемов круглых лесоматериалов для целей таможенного контроля. Комплекс внесен в государственный реестр в качестве типа средства измерений и готов к внедрению на таможенных переходах для автоматизации учета объема древесины, вывозимой за пределы Российской Федерации.

Главный итог работы научного сотрудника – публикация полученных приоритетных результатов в форме статей в рецензируемых журналах, монографических сводок, патентов. За отчетный период сотрудниками Института опубликованы 66 монографий, 47 учебников и учебных пособий, девять тематических сборников, 28 сборников трудов конференций, 554 статьи в отечественных и 71 статья

**Выполнена ландшафтно-геохимическая оценка фоновое содержания поллютантов на территории Республики Коми. Созданы базы данных и построены ГИС-карты**



Собранные данные используются для прогноза воздействия тяжелых металлов, углеводородов и радионуклидов на окружающую среду в зонах возможного загрязнения

**Экидистероидсодержащие биологически активные добавки и фармпрепараты адаптогенного, противодиабетического и антиатеросклеротического действия**



Выпущена опытная серия БАД  
Подготовлена сырьевая база для производства субстанции «Серпистен» в объеме 100 тыс. упаковок в год  
Проведены обязательные и дополнительные испытания на безопасность и эффективность

в зарубежных журналах, 1780 материалов и тезисов докладов конференций, 16 научных докладов. Общий объем научных публикаций сотрудников Института за 2006-2010 гг. составил более 3399 п.л., что в 1.8 раз больше, чем в 2001-2005 гг.

По сравнению с прошлым отчетным периодом отмечено увеличение числа статей в рецензируемых журналах из списка ВАК – почти в 2.3 раза, монографий – в 1.2 раза. Среднегодовой показатель количества печатных листов в расчете на одного сотрудника составил 4.5, статей в рецензируемых журналах – 0.83, что соответственно в 1.9 и 5.4 раз больше, чем за период 2001-2005 гг.

Суммарная цитируемость научных сотрудников Института и их статей по данным индексов цитирования «Web of Science» и «Scopus» на протяжении последних пяти лет увеличивалась.

В процессе выполнения НИР осуществляется защита объектов интеллектуальной собственности. За отчетный период четко установлен и закреплен порядок патентования научных разработок. Специалистами инновационной группы выполняются патентные исследования, информационные поиски с целью выявления технического уровня, выявляются конкурентоспособные научные разработки и осуществляется их своевременная правовая защита. Ежегодно в Институте проводится отбор охранных документов, которые целесообразно постановить на бухгалтерский учет в качестве нематериальных активов и поддерживать в действии. В период с 2006 по 2010 г. в Институте биологии была оформлена и подана 51 заявка на выдачу охранных документов (патентов, свидетельств) Российской Федерации, получено 39 охранных документов Российской Федерации.

За период 2006-2010 гг. активно велась выставочная деятельность, рекламно-коммерческая проработка законченных результатов НИР. Институт

принял участие в 27 выставках. По результатам конкурсов и выставочной деятельности Институт был отмечен наградами. На Московском международном салоне инноваций и инвестиций (годы участия: 2006, 2007, 2010): одна золотая, три серебряных и одна бронзовая награды. Товарный знак Института признан лучшим знаком VI Московского международного салона инноваций и инвестиций и награжден дипломом «Лучший товарный знак салона».

На Московском международном салоне изобретений и инновационных технологий «АРХИМЕД» (2007, 2008 и 2009 гг.) разработки сотрудников Института были отмечены тремя золотыми и двумя серебряными медалями.

Инновационные разработки Института трижды побеждали в республиканском конкурсе «Золотой Меркурий» в 2008 и в 2009 гг. в номинациях «Изобретение года», «Компьютерная технология года», дважды – в Республиканском конкурсе инновационных проектов «Инновации в экономике, управлении и образовании Республики Коми».

Институт имеет достаточно мощную техническую базу для проведения научных исследований. Общая стоимость научного оборудования по состоянию на 31.12.2010 г. составляет 94 138.5 тыс. руб., что почти в два раза больше, чем пять лет назад (49 776 тыс. руб.). За последние пять лет приобретено 39 единиц дорогостоящего оборудования на сумму 42 545.8 тыс. руб. Все вновь приобретенное оборудование установлено и введено в эксплуатацию. Большая часть оборудования имеет срок эксплуатации менее 10 лет.

Парк дорогостоящего оборудования пополнялся за счет централизованных поставок импортного оборудования по линии Уральского отделения РАН, средств грантов РФФИ, совместных грантов РФФИ и УрО РАН «Развитие материально-технической базы», бюджета Института и договоров с отечественными и зарубежными заказчиками.

Имеющийся в Институте приборный парк позволяет проводить фундаментальные и прикладные научные исследования, соответствующие мировому уровню. В перечне наиболее сложного дорогостоящего оборудования: оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой «SPECTRO CIROS», хромато-масс-спектрометр «Termo Finnigan Trase», хроматографические системы «Aktabasic UPC 10», «Flash 150M», автоматический элементный анализатор EA-1110, анализатор генетический «ABI Prism 310», система для очистки воды «Purelab Prima 7» и ряд других приборов.

В Институте аккредитованы экоаналитическая лаборатория по 140 методикам и лаборатория миграции радионуклидов и радиохимии – по 42. Экоаналитическая лаборатория имеет значительный опыт участия в международных и российских межлабораторных сравнительных испытаниях, которые охватывают все объекты области аккредитации (природные воды, атмосферные осадки, почвы, растения).

На базе экоаналитической лаборатории Института с 2001 г. функционирует Центр коллективного пользования сложным хроматографическим обо-

**Награды за победы в конкурсах**



Награды Московского международного салона изобретений и инновационных технологий «АРХИМЕД»

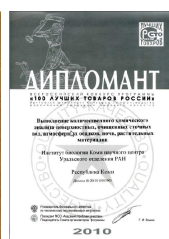


Награды Московского международного салона инноваций и инвестиций



Награды Республиканского конкурса «Золотой Меркурий»

Экоаналитической лаборатории присвоено звание лауреата конкурса «Лучшие товары и услуги Республики Коми» в 2010 г. в номинации «Услуги испытательных лабораторий»



рудованием «Хроматография». Организации – участники ЦКП: Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Институт химии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкарский государственный университет. Оборудование ЦКП «Хроматография» было использовано организациями-участниками при выполнении фундаментальных и прикладных исследований, а также при организации учебного процесса (специализированные курсы, практикум, курсовые и дипломные проекты) для студентов Сыктывкарского государственного университета.

В то же время для ряда подразделений является актуальным обновление приборной базы. Обновление оборудования электронной микроскопии позволит продолжить исследования ультраструктуры животных и растительных клеток, определять локализацию в них биомолекул, исследовать внутриклеточные процессы в динамике. Парк микроскопной техники будет активно задействован и в молекулярно-генетических исследованиях. Необходимо оборудование для разработки технологий сохранения разнообразия редких и исчезающих видов растений (в том числе имеющих значение как лекарственные), биотехнологий получения ценных веществ с помощью культур растительных клеток. Актуально приобретение оборудования и программного обеспечения, предназначенного для автоматизированного анализа изображений, что позволит на основе серий фотоснимков и 3D-сканеров осуществлять дешифрирование спутниковых и аэрофотоснимков, распознавание, количественный учет, измерение и трехмерное моделирование биологических объектов. Существует потребность в высокоэффективных малогабаритных сельскохозяйственных машинах для содержания коллекций живых растений, опытных делянок и плантаций. Остро стоит вопрос приобретения металлических шкафов для хранилищ химических реактивов. Для снижения затрат на теплоснабжение теплиц следует в ближайшее время решить проблему приобретения и установки автономной мини-ТЭЦ.

В отчетный период проводилось регулярное обновление парка вычислительной и оргтехники. В Институте насчитывается 330 персональных компьютеров, из них 199 подключены к локальной вычислительной сети (ЛВС) Института с возможностью

Научное оборудование



Оптический эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой «SPECTRO CIROS»



Хромато-масс-спектрометр «Termo Finnigan Trase»



Мельница шаровая планетарная Retsch PM 100      Хроматограф SmartLine      Климатическая камера Binder KBWF-720



Передвижная радиэкологическая лаборатория



выхода в Интернет. На всех компьютерах установлено лицензионное программное обеспечение. Институт имеет доступ к платным ресурсам научной информации. Это публикации издательств Springer и Elsevier ([www.science-direct.com](http://www.science-direct.com)). Возможность пользоваться этими ресурсами через сервер Института предоставлена также сотрудникам всех других институтов и подразделений Коми научного центра.

В Институте создан информационно-издательский отдел, оснащенный современным мини-типографским оборудованием. На его базе ежегодно готовили к изданию оригинал-макеты сборников научных статей и материалов конференций, научных сообщений общим объемом более 200 п.л., тиражировали научно-информационные издания, авторефераты докторских и кандидатских диссертаций и 12 выпусков журнала «Вестник Института биологии».

Институт располагает обширными ботаническими и зоологическими коллекциями, собранными несколькими поколениями ученых начиная с середины 30-х годов XX в. Коллекции представляют не только большую научную ценность, но и являются хорошей базой для организации экологического образования и воспитания широких слоев населения Республики Коми.

Институт биологии имеет хороший опыт международного сотрудничества. С 2006 по 2010 г. совместно с зарубежными партнерами выполнялись исследования по 44 темам (в 2001-2005 гг. – по 27).

Заключено восемь международных договоров о научном сотрудничестве с Донецким ботаническим садом НАН Украины; Институтом радиобиологии НАН Беларуси, Институтом химии растительных веществ АН РУз (г. Ташкент); Ереванским государственным университетом; Киевским национальным университетом им. Т. Шевченко; Институтом ботаники и ландшафтной экологии Университета Грайфсвальда и Институтом почвоведения Университета Гамбурга; Отделом исследований и измерительной аппаратуры в области радиологической защиты (RPRI) компании с ограниченной ответственностью Атомной энергетики Канады (AECL).

Состоялись 266 визитов иностранных ученых в Институт. Сотрудники Института участвовали в

работе и проведении зарубежных научных мероприятий. Число человеко-выездов по сравнению с предыдущим отчетным периодом выросло в два раза и составило 297.

В 2006-2010 гг. на базе Института проведены 32 научных мероприятия, в том числе 16 международных, 15 Всероссийских и одна региональная конференция. Сотрудники Института представили результаты выполненных исследований на более чем 500 отечественных и зарубежных научных конференциях, выступили с 1147 устными и 135 пленарными докладами. Для сравнения – в 2001-2005 гг. общее количество докладов на научных мероприятиях составило 720, из них 46 – пленарных.

Общий объем бюджетного финансирования в 2006-2010 г. составил 687 082.2 тыс. руб., в том числе базовое бюджетное финансирование – 636 499 тыс. руб.; целевое бюджетное финансирование (программы фундаментальных исследований РАН, ОБН РАН, проектов с СО и ДВО РАН) – 49 628.8 тыс. руб. За счет выполнения государственных программ поступило 8500 тыс. руб., региональных программ – 11 569.6 тыс. руб., хозяйственных договоров – 141 506.7 тыс. руб., грантов РФФИ – 18 913.8 тыс. руб., грантов Президента Российской Федерации – 1650 тыс. руб.; международных проектов – 37 856.2 тыс. руб., от реализации продукции – 1008.5 тыс. руб. Общий объем бюджетного финансирования и поступлений из внебюджетных источников за пять лет составил 908 087 тыс. руб.

За период с 2006 по 2010 г. произошло значительное (на 257 %) увеличение средней заработной платы по всем категориям работников Института. При этом среднемесячная заработная плата научного персонала увеличилась с 20 443 руб. в 2006 г. до 51 181 руб. в 2010 г. У научно-технического, производственного и вспомогательного персонала заработная плата за пять лет увеличилась с 10 091 руб. до 29 114 руб. Самая высокая скорость роста зарплаты за период в пять лет была у таких категорий, как специалисты – 316 %, главные научные сотрудники – 262 %, научные сотрудники с ученой степенью – 236 %. Самый низкий рост зарплаты отмечен у рабочих – 195 % за пять лет. Наиболее благоприятным по росту средней заработной платы оказался 2008 г. В 2009 г. рост заметно замедлился, а в 2010 г. у руководителей научных подразделений и главных научных сотрудников и научных сотрудников без степеней произошло сокращение средней заработной платы. Это вызвано снижением объемов средств, направляемых на выплату рейтинговых стимулирующих надбавок.

Структура расходов из бюджетных и внебюджетных источников значительно различалась. Большая часть бюджетных средств была использована на выплату заработной платы и оплату коммунальных услуг. Большая часть внебюджетных средств была направлена на увеличение стоимости основных средств и приобретение материальных запасов. Без привлечения внебюджетных средств было бы невозможно обеспечивать Институт услугами по обслуживанию оборудования, улучшать условия труда сотрудников, оплачивать командировочные расходы.

В Институте по-прежнему остро ощущается недостаточное количество производственных площадей для организации исследований в областях биотехнологии, микробиологии, размещения коллекций (научный музей, гербарий). Здания, переданные нам в оперативное управление, на сегодняшний день – одни из самых старых в Коми научном центре. Морально устарели системы вентиляции, электроснабжения, водоснабжения и канализации. Многие для их поддержания было сделано с использованием бюджетных и, в большей степени, дополнительных средств, но проблемы пока не решены в полном объеме. Особенно остро стоит вопрос с реконструкцией вивария, капитальным ремонтом здания тепличного комплекса.

Научные достижения ученых Института были отмечены государственными наградами. Медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени удостоены д.б.н. И.Б. Арчегова, д.б.н. Г.Я. Елькина, к.г.н. Э.П. Галенко, к.б.н. Г.А. Волкова, медалью «За содружество в области химического разоружения» – д.т.н., проф. Т.Я. Ашихмина. Почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» присвоено д.б.н., проф. Т.К. Головки, д.б.н., проф. М.М. Долгину, д.б.н., проф. В.П. Мишурову. Почетного звания «Заслуженный работник Республики Коми» удостоены д.б.н. С.В. Загирова, д.б.н. В.А. Мартыненко, д.б.н. Ю.Н. Минеев, д.б.н. В.Н. Шубина. Нагрудным знаком Министерства природных ресурсов Российской Федерации «Отличник охраны природы» награждены д.б.н. С.В. Дегтева, к.б.н. А.Б. Захаров, к.б.н. В.И. Пономарев.

Серебряной медалью им. В.И. Вернадского за высокие научные достижения и большой вклад в развитие России награжден директор Института А.И. Таскаев; медалью Российской академии наук для молодых ученых РАН в области общей биологии и медалью Международной ассоциации академий наук «За содействие развитию науки» удостоен д.б.н. А.А. Москалев.

Премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники в составе коллектива авторов вручена к.б.н. А.И. Таскаеву и к.б.н. М.Ю. Маркаровой; премия УрО РАН им. Н.В. Тимофеева-Ресовского – д.б.н., проф. Г.М. Козубову и к.б.н. А.И. Таскаеву.

Д.б.н. А.А. Москалев удостоен международной премии «Содружество дебютов» государств – участников СНГ, премии научного медицинского общества геронтологов и гериатров Украины им. акад. В.В. Фролькиса, премии и медали им. В.А. Шевченко «За успехи в радиационной генетике» научного общества «Биосфера и человечество» им. Н.В. Тимофеева-Ресовского.

Премия правительства Республики Коми в области научных исследований получили д.б.н., проф. В.В. Володин, д.б.н. В.А. Мартыненко, к.б.н. С.О. Володина, к.б.н. И.Ф. Чадин, в области фундаментальных исследований для молодых ученых – к.б.н. О.В. Дымова, к.б.н. В.В. Елсаков, к.б.н. Н.В. Торлопова, для аспирантов и докторантов – И.О. Вележанинов, Е.Н. Плюснина, Е.В. Романова, О.А. Шосталь. Премия Кировской области в области эко-



логии и охраны природы присуждена д.т.н., проф. Т.Я. Ашихминой, д.т.н. А.И. Видякину.

За высокие достижения сотрудники Института отмечены Почетными грамотами РАН и профсоюза работников РАН (22 человека), УрО РАН (15), Коми НЦ УрО РАН (11), Почетной грамотой Республики Коми (5), Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми (2), Министерства образования Республики Коми (1), администрации муниципального образования городского округа «Сыктывкар» (4).

По результатам комплексной проверки научной, организационной и финансово-хозяйственной деятельности Института биологи Коми НЦ УрО РАН в 2001-2005 гг. руководству Института был дан ряд рекомендаций.

За период 2006-2010 гг. произошли следующие положительные изменения в научно-организационной деятельности Института.

Развивалось научное сотрудничество с научными институтами УрО, СО и ДВО РАН. Специалисты Института принимали участие в выполнении шести проектов, реализуемых научными учреждениями СО и ДВО РАН, двух междисциплинарных проектов УрО РАН. Институт выступал соисполнителем по комплексным международным проектам «Расчет углеродного баланса для севера России: прошлое, настоящее и будущее (CARBO-North)», «Оценка воздействия повышенных уровней естественной радиоактивности на дикую природу Севера», «Определение запасов углерода и степени загрязнения почв северных широт: оценка потенциального высвобождения углерода в результате глобального потепления», «Организация сети слежения за состоянием лесов в условиях воздушного промышленного загрязнения в соответствии с международными стандартами (ICP-Forest)», «Циркумполярный мониторинг деятельного слоя многолетнемерзлых грунтов CALM II: долговременные наблюдения за системой климат-деятельный слой-мерзлота». Развитию кооперации подразделений Института способствовало выполнение проектов, финансируемых за счет средств, выделенных Президиумом и отделениями РАН («Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем Приполярного Урала: механизмы

формирования, современное состояние, прогноз естественной и антропогенной динамики», «Состояние ресурсов полезных растений европейского северо-востока России, мониторинг и разработка биотехнологических подходов по рациональному использованию и воспроизводству», «Выявление закономерностей формирования биоразнообразия, взаимосвязей макро- и микроорганизмов и их роли в трансформации органического вещества в почвах пойменных лесов европейского Северо-Востока»), полученных от зарубежных фондов (проект ПРООН/ГЭФ «Укрепление системы особо охраняемых природных территорий Республики Коми в целях сохранения биоразнообразия первичных лесов в районе верховьев реки Печора»), из бюджета республики Коми («Продолжение работ по инвентаризации биологического разнообразия особо охраняемых природных территорий республики Коми»), средств РФФИ («Структура и динамика основных компонентов экосистем в процессе естественных первичных и вторичных сукцессий в предгорьях Северного Урала»).

Руководство Института большое внимание уделяло вопросам подготовки высококвалифицированных кадров. Институт биологии имеет лицензию на право ведения образовательной послевузовской деятельности по 11 специальностям. Здесь активно функционируют аспирантура и докторантура, работает специализированный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций. В 2006-2010 гг. завершили обучение в аспирантуре 37 человек, докторантуре – два. Продолжают обучение в аспирантуре 21 человек, докторантуре – два. Всего в течение этого периода сотрудниками Института защищено семь докторских и 45 кандидатских диссертаций.

В 2006-2010 гг. по сравнению с предыдущим периодом отмечен заметный рост числа публикаций в рецензируемых отечественных журналах, в том числе статей в журналах из списка ВАК – почти в 2,3 раза.

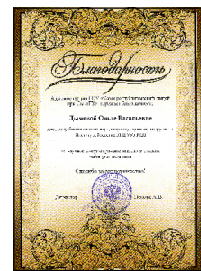
За отчетный период проведена аттестация 239 рабочих мест, на которых работают 243 человека.

Замечания и рекомендации, сформулированные в ходе предыдущей проверки деятельности Института, учтены и в основном выполнены.

#### ИНФОРМАЦИЯ В НОМЕР



Администрация ГОУ «Коми республиканский лицей при СыктГУ» выражает благодарность за многолетнее плодотворное сотрудничество в области экологического воспитания и образования детей д.б.н., с.н.с. **Светлане Витальевне Загировой**, к.б.н., н.с. **Светлане Николаевне Плюсний**; за научное консультирование исследовательских работ учащихся лицей – к.б.н., с.н.с. **Ольге Васильевне Дымовой**, к.б.н., в.н.с. **Елене Николаевне Патовой**, к.б.н., н.с. **Евгению Александровичу Порошину**, к.б.н., с.н.с. **Татьяне Николаевне Пыстиной**, к.б.н., н.с. **Анастасии Анатольевне Таскаевой**.



Директор А.В. Попова

**РЫБНОЕ НАСЕЛЕНИЕ УРАЛЬСКИХ ВОДОЕМОВ И ЕГО ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ**

**Х**орошо известно, что воздействие различных факторов может приводить к сходным изменениям, к числу которых прежде всего относятся серьезные и даже коренные перестройки состава экосистем и сообществ, сокращение численности как массовых, так и редких видов, изменение характера их динамики, сокращение числа возрастных групп, уменьшение размерно-возрастных показателей и т.д.

Рыбы во многих отношениях являются уникальной группой: помимо их огромного и многообразного значения в жизни людей, рыбы, в отличие от наземных животных, не способны распространять свой ареал за пределами населяемой ими речной или озерной системы и конкретного бассейна. Среди других естественных барьеров для большинства видов рыб можно назвать градиент солености, преодолеть который не способны все современные виды, за исключением проходных, приуроченных к своим «родным» водоемам или даже их участкам посредством механизма хоминга (например, семга). Даже водные и полуводные животные, включая амфибиотических насекомых, хотя бы на определенных этапах своего онтогенеза способны распространяться за пределы того или иного водосбора или возвращаться в водоемы, из которых ранее по разным причинам исчезли. Для рыб такая возможность исключена.

В связи с этим представляет интерес анализ современного рыбного населения связанных воедино речных и озерно-речных систем. Накопленные нами в последние годы материалы по структуре и разнообразию рыбного населения уральских водотоков и находящихся в их бассейнах разнотипных водоемов, связанных воедино водосбором крупнейшей северо-европейской р. Печора, позволяют сделать первую попытку такой оценки.

Восточная часть водосбора р. Печора, приуроченная преимущественно к западным склонам Северного, Приполярного и Полярного Урала, характеризуется хорошо развитой речной сетью правых притоков этой крупней-

шей северо-европейской реки. Обширность территории ее водосбора, уникальное географическое положение на стыке Европы и Азии обусловили значительное разнообразие природных условий региона. В пределах Уральской горной области выделяются две геоморфологически различные зоны: область собственно горной полосы и западная увалистая полоса. За время своего существования горная полоса Урала была областью многократных повторных поднятий, сопровождающихся более или менее глубоким разрушением рельефа, созданного в периоды относительного покоя. К тому же вся область горной полосы неоднократно подвергалась оледенению. Все это обусловило разнотипность и в то же самое время черты определенного сходства многочисленных водоемов западных склонов Урала, густоту развития озерно-речной сети, специфику гидрохимических условий и, как следствие, разнообразие местообитаний различных видов водных обитателей, в частности рыб.

За редкими исключениями [2-4] закономерности хронологической структуры и распределения рыбного населения уральских водоемов ранее практически не исследованы. В данной работе предпринята попытка приблизиться к пониманию этих закономерностей.

**Северный Урал.** При изучении состава и разнообразия рыбного населения фрагментов магистрального русла р. Печора и некоторых притоков бассейна верхнего и среднего течения р. Печора наибольшее разнообразие представленных семейств рыб выявлено в предгорном и равнинных районах (девять), наименьшее – на горном участке – пять [2]. Это связано прежде всего со значительно большим по сравнению с горной зоной разнообразием в предгорном и равнинном участках реки местообитаний рыб и приуроченностью к ним хорошо развитых на этих участках водотока притоков водоемов.



**В. Пономарев**

При этом пойменные водоемы сами по себе не проявили значительного таксономического разнообразия рыб. Действительно, как в расположенной в предгорной области Уманской курье, так и в относящихся к более нижним по течению реки притоков водоемах установлено лишь три-четыре семейства рыб. При продвижении от горных к равнинным участкам изменяется не столько видовое разнообразие рыбного населения, сколько ценность видового состава, а также спектр доминирующих видов (рис. 1). При этом максимальное видовое разнообразие установлено в бассейне предгорного и равнинного участков бассейна р. Печора, минимальное – на горном участке, что объясняется изменением с продвижением от горного участка верховьев р. Печора к предгорному и равнинному гидрологическим условиям обитания, появлением здесь разнотипных притоков водоемов и общим увеличением разнообразия местообитаний, а также изменением трофического статуса участков водоемов [5].

**Приполярный Урал.** Именно для высокогорного рельефа этого района характерны максимальное развитие уральских озер и ледников и самая высокая густота речной сети, при этом именно здесь печорские притоки имеют выраженный горный характер и наибольшие уклоны. В бассейне р. Малый Паток в период с 1996 г. нами проводятся регулярные ихтиофаунистические исследования. Существенное отличие этого правого притока р. Щугор от верховьев Печоры – наличие большого количества разнотипных озер на водосборе верхнего и среднего течения этого водотока в пределах горной и увалистой полос, а также то обстоятельство, что р. Малый Паток на всех участках своего русла сохраняет черты типичной горной или полугорной реки.

При использовании электроловильного устройства шокового действия наиболее разнообразными (пять видов рыб) оказались уловы на одном

**Пономарев Василий Иванович** – к.б.н., в.н.с. отдела экологии животных. E-mail: [ponomarev@ib.komisc.ru](mailto:ponomarev@ib.komisc.ru). Область научных интересов: биоразнообразие водных экосистем, фауна рыб европейского Северо-Востока, экология, экологическая физиология и биохимия рыб.

из участков нижнего течения р. Малый Паток, характеризующемся и наибольшим разнообразием биотопов, тогда как на участках горной полосы рыба отсутствовала в этих уловах (рис. 2). Этот факт, а также присутствие в крючковых уловах только старшевозрастных особей хариуса, не доступных при использовании электроловильного устройства в силу эффекта отпугивания, позволяет констатировать обитание на участках верховьев – по крайней мере вдали от проток в озера и в летний период – только половозрелых представителей этого вида. Нагул хариуса младших возрастных групп происходит на участках водотока, образующих озерно-речные системы, в некоторых горных озерах и среднем и нижнем течении реки вплоть до места ее впадения в р. Щугор. Обследованные горные озера бассейна р. Малый Паток превосходят предгорные как по видовому богатству рыбного населения, так и по его ценности, выражающейся в доле водоемов, населенных представителями лососевидных рыб [1].

Таким образом, несмотря на то обстоятельство, что видовое разнообразие рыбного населения русла р. Малый Паток при продвижении от ее истоков к устью увеличивается, что хорошо коррелирует с материалами по р. Печора, в целом оно оказывается выше в горном районе – главным образом в связи с наличием здесь развитой озерно-речной системы и значительным разнообразием местообитаний.

Исследование рыбного населения бассейна еще одной из рек Приполярного Урала – Большой Сыни – позволило продемонстрировать относительно высокое разнообразие рыбной части водных сообществ, по-прежнему включающей такой ценный объект, как атлантический лосось, находящийся, однако, в крайне депрессивном состоянии. Также удалось выявить определенные закономерности ландшафтного распределения разнообразия рыбного населения. Действительно, анализ фаунистического состава уловов свидетельствует о тенденции к уменьшению роли представителей бореального предгорного фаунистического комплекса параллельно с увеличением доли представителей бореально-равнинного комплекса с продвижением от участков верхнего течения р. Большая Сыня к ее низовьям, сопровождающимся увеличением разнообразия биотопов и их большей предпочтительностью в низовьях реки для рыб-лимнофилов и меньшей – для предгорных видов рыб.

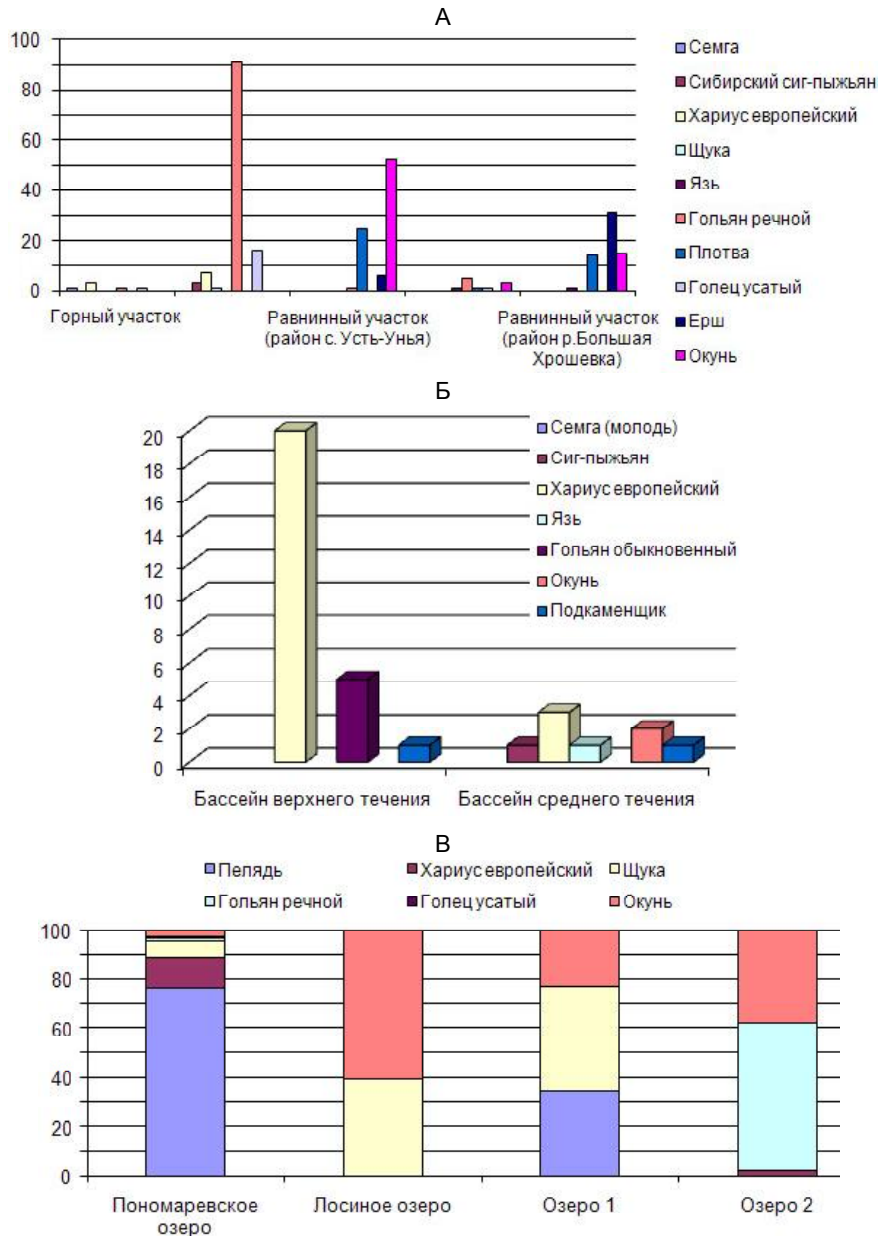


Рис. 1. Состав сетевых уловов рыб: в р. Печора (стандартный набор финских жилковых сетей длиной 30 м и высотой 1.8 м с ячейей 10-70 мм), июль 2003 г. (А); р. Большая Сыня (ячейя 10-70 мм), июль 2002 г. (Б); горных озерах бассейна р. Вангыр (ячейя 10-70 мм), август 2004 г. (В).

Число видов рыб, встреченных в русле верхнего течения р. Большая Сыня в сетевых уловах, уступает таковому в среднем течении (рис. 1). При этом абсолютно доминирующий в верховьях реки хариус продолжает преобладать в уловах и на нижерасположенных участках, хотя уже не столь существенно. В среднем течении реки появляются сиг, язь и окунь, составляющие здесь наряду с гольяном основу рыбного населения водотока.

Участки некоторых из рек Приполярного Урала испытывают последствия интенсивного хозяйственного освоения (рубки леса на обширных территориях водосбора р. Большая Сыня, разведка и добыча полезных

ископаемых в бассейне притока р. Косью – р. Кожим, сельскохозяйственное освоение поймы р. Косью и др.). Однако большинство водотоков на всем своем протяжении (как в случае с другим притоком Косью – р. Вангыр) сохраняют близкий к естественному режим на большей части своего водосбора, преимущественно на участках верхнего и среднего течения (пример такого водотока – уже упомянутый печорский приток II порядка – р. Косью).

В период летней межени 1993-1995 гг. на 100-километровом от устья участке р. Кожим, непосредственно примыкающем к отработанным в разные годы полигонам золотодобытчиков, проведены работы по характерис-

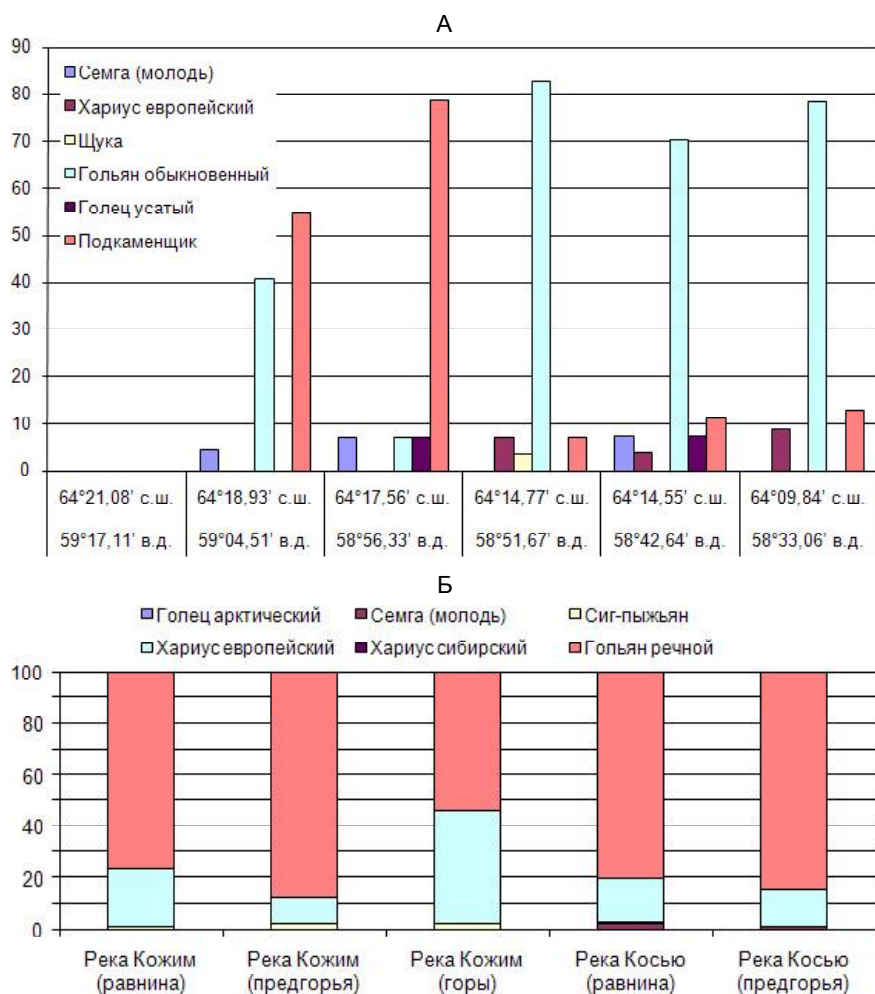


Рис. 2. Состав уловов рыб в р. Малый Паток при использовании электроловильного устройства шокового действия «Вiowave», август 2002 г. (А) и комбинированного невода длиной 90 м (60 м с ячейей 20 мм, 30 м с ячейей 8 мм) в реках Косью и Кожим, июль 1995 г. (Б).

тике разнообразия рыбного населения. Также методически идентично обследованы близкие по гидрологии и величине участки смежной с Кожимом р. Косью и ее левого притока – р. Вангыр. Состав и величина неводных уловов на реках Кожим и Косью (рис. 2) позволяют сделать заключение о большем разнообразии рыбного населения русла р. Кожим в горной области по сравнению с более ниже расположенными участками этого водотока и его идентичность на участках р. Косью.

Диаметрально противоположная тенденция установлена при сопоставлении уловов в мальковый невод в русле р. Вангыр: в низовьях этого водотока отмечено четыре вида рыб (молодь семги, сиг, европейский хариус и гольян), тогда как на предгорных и горных участках – только два (хариус и подкаменщик). Тем не менее, принимая во внимание результаты исследований разнообразия рыбного населения в расположенной в пределах горной полосы озера бассейна верховьев

р. Вангыр (рис. 1), казавшийся до этого логичным вывод о последовательном снижении разнообразия рыбного сообщества при сравнении горных и предгорных участков водотока с низовьями этой реки оказывается преждевременным.

Так же, как и в случае с реками Печора и Большая Сыня, рыбное население рек Косью и Кожим характеризуется минимальным разнообразием на своих предгорных участках. Это обстоятельство следует отметить особо, поскольку служащее одним из основных компонентов кормовой базы большинства видов рыб уральских рек бентосное сообщество естественных рек, как правило, наиболее разнообразно и продуктивно именно в предгорных районах увалов [2]. В то же время на примере Кожима продемонстрировано принципиальное отличие ландшафтного распределения разнообразия сообществ рыб, выражающееся в максимальном разнообразии не в равнинной части реки (в отличие от Пе-

чоры и Большой Сыни, низовья Кожима сохраняют специфические черты полугорной реки), а в горной полосе. Очевидно, это связано и с ледниковой историей Приполярного Урала, поскольку в отличие от большинства других уральских рек, близких Кожиму с позиций территориальных, геоморфологических и гидрологических характеристик, в русле этой реки одновременно обитают предполагаемые ледниковые реликты – жилой арктический голец и сибирский хариус.

**Полярный Урал.** Хорошо известно, что с продвижением к северу общее количество видов в сообществах сокращается, однако резко возрастает роль тех или иных видов-доминантов. С этих позиций представляет немалый интерес то обстоятельство, что количество видов рыб, обитающих в озерах Усваты и Чаньты из бассейна р. Малая Уса, в два-три раза уступает озерам Гнетьты и Коматы, изученным нами в бассейне р. Кара (рис. 3). Однако сопоставление расположения и разнообразия биотопов этих двух пар озер демонстрирует заметно большую врезанность озер бассейна р. Малая Уса в горные хребты, их явно большую защищенность от последнего оледенения, с чем хорошо коррелирует наличие жилой формы арктического голца в обоих этих водоемах, в отличие от озер бассейна р. Кара. При этом два из трех видов рыб озера Усваты относятся к арктическому пресноводному комплексу и оставшийся один – к предгорному бореальному, тогда как для оз. Чаньты характерно обратное соотношение. С другой стороны, в полном соответствии с наиболее общими закономерностями в составе рыбного населения озер бассейна р. Малая Уса (как, впрочем, и в водоемах сравниваемых суббассейнов Полярного Урала) явно доминирует один вид: в случае с оз. Усваты это арктический голец, доля которого соответствует 86.5 %, а среди рыб оз. Чаньты – европейский хариус (88.7 %). При сопоставлении этих двух озер имеет место лишь смена положения доминанта одного из них на субдоминанта второго и наоборот; на долю третьего вида (в Усваты это налим, в Чаньты – речной гольян) остается не более 2 %.

**Бассейн р. Большая Уса.** Безымянное озеро 1 резко отличается от всех остальных горных озер (рис. 3), рассмотренных в данной работе, прежде всего обусловленным расположением в пойме реки и разнообразием и пре-

обладанием представленными местообитаниями, высокой долей видов рыб из бореального равнинного комплекса (щука, ерш и окунь) и наличием только лишь одного арктического пресноводного вида (сибирский сиг-пыжьян). В то же самое время фаунистический состав второго изученного в данной работе озера бассейна р. Большая Уса характеризуется более традиционным для водоемов высоких широт происхождением рыбного населения: половина видов относится к арктическому пресноводному (сиг и налим) и вторая половина – к предгорному бореальному (речной голянь и европейский хариус). В остальных чертах структура рыбного населения этих двух озер вполне соответствует общим закономерностям, свой-

ственным для арктических биологических сообществ: доля доминанта озера 1 – европейского хариуса – составляет 83.3 %, а этот же показатель преобладающего в оз. Большое Кузты сига достигает 88.9 %.

Таким образом, изучение характера распределения рыбного населения на примере уральских притоков Печоры свидетельствует о неоднозначности и разнонаправленности характера этого явления и его связи не столько с принадлежностью к основным трем сравнимым в данной работе ландшафтам (горный, предгорный и равнинный), сколько с увеличивающимся с продвижением вниз по течению разнообразием местообитаний рыб. Дальнейшее познание этих закономерностей представляется особенно перспективным при использовании в качестве модельных водных сообществ многочисленных и большей частью до сих пор совершенно не обследованных уральских озер.

Возвращаясь к основному предмету обсуждения в данной работе, приходим к заключению, что рыбное население бассейнов уральских притоков Печоры распределено весьма мозаично, причем как лососевидные рыбы, так и карповые временами до-

минируют, а временами уступают свою роль другим видам.

В связи с этим представляется вполне обоснованным предположить, что в случае усиления характера и степени воздействия основных реальных и ожидаемых факторов внешней природы (а в обозримом будущем это антропогенный фактор, усиление которого многократно возрастет после планирующегося строительства железнодорожной магистрали вдоль восточных склонов Урала с соответствующим развитием всей инфраструктуры этого примыкающего к национальному парку «Югыд ва» района, и возможные глобальные изменения климата) произойдет резкое сокращение (а в отношении особо уязвимых озерных локальностей арктического гольца, сибирского хариуса, пеляди и сига вплоть до их исчезновения) численности и роли в водных сообществах всех видов лососевидных рыб, включая семгу.

В то же время при таком развитии ситуации можно смело спрогнозировать массовое развитие карповых и окуневых рыб, что уже имеет место во многих водоемах и речных системах Западной Европы и России. Как показано выше, в бассейне Печоры очаги

распространения язя, плотвы, окуня и ерша имеются даже в отдаленных горных районах Северного, Приполярного и Полярного Урала. К слову, в последние годы даже в предгорьях Приполярного Урала обнаружен озерный голянь, а в одном из горных озер бассейна р. Торговая – плотва. Кроме того, в бассейне Печоры обитают лещ, серебряный и золотой карась, верховка и несколько других видов рыб, которые при определенных обстоятельствах способны занять ниши, освобожденные в результате деятельности человека от ценных лососевидных рыб (антропогенный фактор), либо занять новообразованные в результате изменений гидрологии местообитания (глобальные изменения климата).

Актуальность дальнейших исследований рыбного населения уральских водоемов трудно переоценить, поскольку они могут сыграть важную роль в контроле над предполагаемыми изменениями состояния экосистем в результате возможных изменений климата и интенсивности антропогенного фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бассейн реки Малый Паток: дикая природа / Под ред. В.И. Пономарева. Сыктывкар, 2007. 216 с.
2. (Никольский Г.В.) Рыбы бассейна верхней Печоры / Г.В. Никольский, Н.А. Громчевская, Г.И. Морозов, В.А. Пикулева. М., 1947. 224 с.
3. Пономарев В.И. Разнообразие рыбного населения реки Печора (Печоро-Ильчский заповедник) // Труды Печоро-Ильчского заповедника. Сыктывкар, 2005. Вып. 14. С. 268-276.
4. Пономарев В.И., Лоскутова О.А., Серегина Е.Ю. Биотопическое распределение хариуса реки Щугор в подледный период // Эколого-фаунистические исследования на европейском северо-востоке России. Сыктывкар, 1998. С. 82-89. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 157).
5. Шубина В.Н. Гидробиология лососевой реки Северного Урала. Л.: Наука, 1986. 157 с. ❖

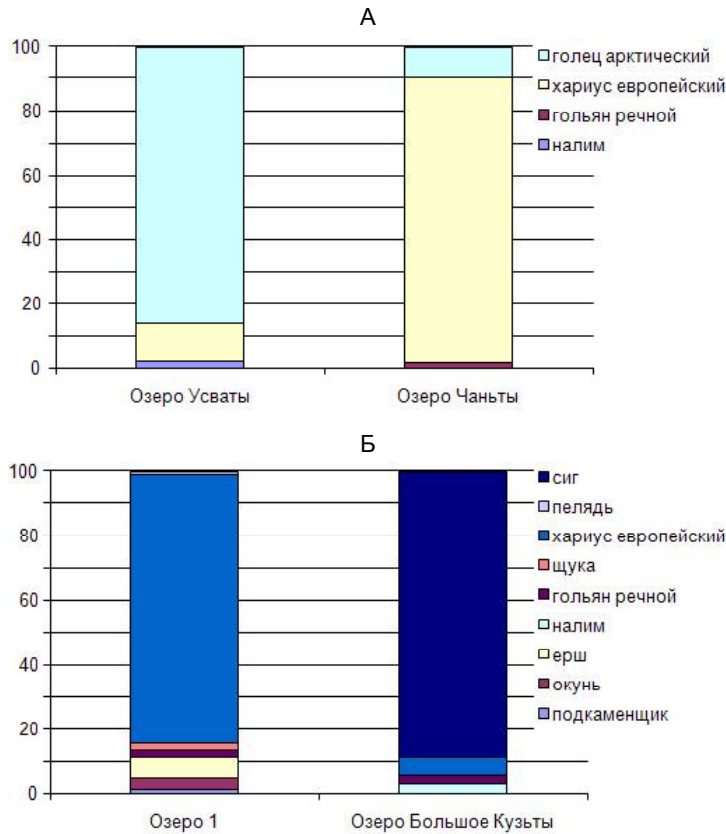


Рис. 3. Видовой состав уловов рыбы в озерах бассейнов рек Малая Уса, август 2003 и 2006 г. (А) и Большая Уса, август 2006 г. (Б).

СИЗЯЯ ЧАЙКА НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

**В** данной работе представлены материалы о современном распространении, размножении, миграциях, питании и численности сизой чайки на территории европейского северо-востока России, полученные с 1979 по 2009 г.

**Материал и методы.** Материал собирали в бассейне р. Вычегда (1979-1983 и 1988-1991 гг.), на реках Ижма (1985 г.), средняя Печора (1985-1987 гг.), Косью (1986 и 1989 г.) и Воркутинском районе Республики Коми (1989-1990 гг.). Исследования проведены также в дельте р. Печора и Малоземельской тундре: с 16 июня по 10 августа 2000 г. обследована центральная и северная части дельты р. Печора; в июне-августе 2002 г. – острова и побережье Коровинской губы; в июне-августе 2003 г. полевые работы проведены в районе Колоколковой губы, в июне-августе 2001 и 2004 гг. – в бассейне р. Вельт, на Северном Урале. Летом 2005-2008 гг. исследована территория Большеземельской тундры (бассейны рек Черная и Коротайха, район Вашуткиных озер), Приполярный и Полярный Урал. В 2008-2009 гг. были обследованы низовья рек Сысола и Печора (ее притоки – реки Ерса, Созьва и Харьга).

Установление численности и характера пребывания проводилось в ходе экскурсий и учетов на постоянных, но не строго фиксированных маршрутах и площадках, применяя общепринятые методы полевых исследований. Протяженность учетных маршрутов варьировала в различных местообитаниях от 2.5 до 40.0 км и находилась в зависимости от величины и конфигурации местообитания. В общей сложности проанализировано более 150 местообитаний, общая длина наземных маршрутных учетов составила 750 км, водных – более 2000 км. Материалы о численности птиц внесены в банк данных коллективного пользования Биологического института СО РАН (г. Новосибирск) для последующей обработки.

**Статус.** Гнездящийся перелетный вид.

**Подвиды.** Птицы, обитающие на исследуемой территории, относятся к подвиду *Larus canus heinei*.

**Распространение.** Северная граница гнездования проходит по приморским тундрам п-ова Канин [1]. В Малоземельской тундре северная граница гнездования сизой чайки идет от среднего течения р. Индига [6] через низовья р. Вельт, побережья Сенгейского пролива [5] к среднему течению р. Нерута и к устью р. Печора (см. рисунок). Негнездящиеся особи встречаются вплоть до побережья Баренцева моря. Основные районы размножения представлены локальными очагами, расположенными в бассейнах рек Индига, Вельт, Нерута, Черная, между речья Суллы, Соймы и Печоры. В Большеземель-



С. Кочанов



Г. Накул

ской тундре отмечены гнездования в среднем течении рек Черная и Море-Ю, верховьях р. Большая Роговая [5], окрестностях г. Воркута [7], верховьях р. Щугор (предгорье Урала) [2].

**Миграции.** Весенние миграции на территории Малоземельской тундры мало изучены. Известно, что на побережье Сенгейского пролива мигрирующие особи появляются 25 мая [5]. Летние кочевки начинаются в конце июня – начале июля. В устье р. Вельт первые неразмножающиеся птицы появляются 18 июля. Вторично они отмечены 5 августа, после чего наблюдается устойчивый пролет кочующих особей.

Летние миграции в дельте р. Печора отмечены с 19 июня 2000 г. Предмиграционные кормовые скопления птиц (20-90 особей) в дельте приурочены к участкам реки с обширными песчаными обнажениями и плесами: Месино, Андег, Малая Печора, Средний Шар. В Коровинской губе чайки (12-300 особей) концентрируются на островах и болотистых участках окружающей тундры. Эти скопления чаек состоят как из птиц двух-трехлетнего возраста (до 50 особей), так и взрослых птиц. Начало весенней миграции в районе Средней губы (Коровинская губа) в 2002 г. регистрировалось с 6 июля, в Печорской губе в 1995 г. – с 30 июля [8]. В период летней миграции (6-9 июля) первыми летят неполовозрелые (двух-трехлетние) птицы стаями по 10-30 особей, затем молодые – 12-21 августа. Для летних миграций сизой чайки характерны крупные скопления от 20 до 300 особей [8]. Под г. Воркута прилет и массовый пролет отмечены 24 мая – 11 июня 1982 г. [9]. В период суток наибольшая миграционная активность сизых чаек выражена с 13 до 22 ч.

В таежной зоне в долине среднего течения р. Вычегда и низовье р. Сысола весной первые птицы отмечаются с начала апреля. Пролет идет парами, небольшими группами (по пять-шесть особей) и стаями (по 20-300 особей) по долинам рек, реже вдоль железнодорожных линий и газопроводов. Средняя дата прилета в 1982-1989 гг. – 17 апреля, в 2000-2009 гг. – 10 апреля. Самая ранняя дата прилета (4 апреля) была в 2000 г., самая поздняя (27 апреля) – в 1987 г. На р. Ижма в 1972 г. сизые чайки появились 9 мая, а в верховье р. Печора в 1965-1967 гг. – 19-29 мая [3]. Весенний пролет растянут: в зоне тайги птицы интенсивно летят даже в то время, когда начинается период откладки яиц. В долине среднего течения р. Вычегда и в низовье р. Сысола в 1988 г. 5 мая шла интенсивная миграция, последние мигрирующие на север птицы отмечены 11 мая. В 2008-2009 гг. в этом же районе массовый пролет чаек был выражен 6-10 и 27-30 мая. На р. Косью в 1986 г. мигрирующие стаи регистрировались

Кочанов Сергей Калистратович – к.б.н., зав. лабораторией экологии наземных позвоночных. E-mail: [kochanov@ib.komisc.ru](mailto:kochanov@ib.komisc.ru). Область научных интересов: фауна, экология птиц, зоогеография, влияние естественных и антропогенных факторов.

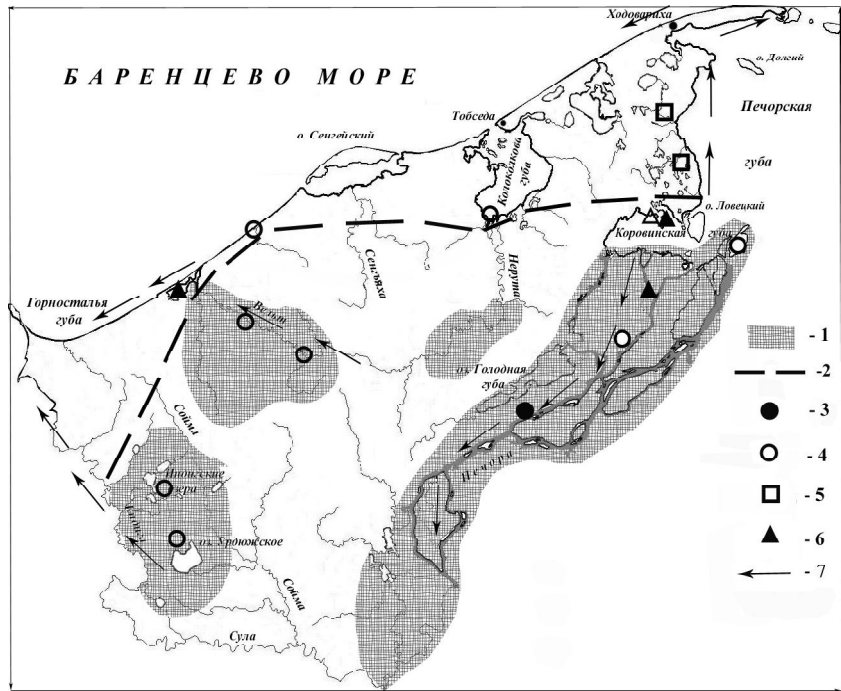
Накул Глеб Леонидович – к.б.н., н.с. этой же лаборатории. E-mail: [nakul@ib.komisc.ru](mailto:nakul@ib.komisc.ru). Область научных интересов: экология и миграция птиц, этология и биоэнергетика колониальных чайковых птиц.

7-9 июня. Там же на реках Сысола и Косью отмечены случаи пассивной миграции чаек, использующих течение рек.

Осенний отлет в Малоземельской тундре (в районе оз. Урдюжское) был наиболее активен в 1979 г. 11-26 сентября. Массовое передвижение небольших групп (по две-три особи) и стай (по 20-25 особей) отмечено в 1982 г. – с 24 сентября по 4 октября [5]. В период осенних миграций в районе Коровинской и Печорской губ птицы мигрируют на запад. В нижнем течении р. Печора 10-12 августа 2000 и 2007 гг. на отрезке русла между г. Нарьян-Мар и с. Щельяур (Ижемский район Республика Коми) отмечена кочевка взрослых и молодых птиц, которые двигались вверх по реке [8].

В 1985 г. 1 октября чайки еще держались близ г. Воркута [11]. На средней Печоре отлет птиц отмечен в 1967-1972 гг. во второй декаде сентября [3]. В низовье р. Сысола отлет птиц начинается с конца июля (в 1989 г. 25 июля отмечена стая птиц, летевшая на юг). Наиболее активно птицы летят в сентябре–начале октября. Пролет завершается перед ледоставом; в 1981 г. у г. Сыктывкар 7 ноября еще встречались отдельные особи.

**Местообитания.** В зоне тундры придерживается преимущественно крупных озер с сырыми или частично сухими берегами, поросшими ивняками (54.5 % встреч), реже на остальных типах озер (18.2 %) и малочисленны на реках (9 %) [7]. Гнездится на пойменных озерах – старицах тундровых рек с осоковыми зарослями и моховыми кочками, осоковых низинных болотах, сырых берегах мелководных озер, заболоченных и сильно увлажненных ивняково-крупноерниковых кустарничково-зеленомошных и осоково-сфагновых тундрах около озер, в холмистых и низинных мелкоерниковых и ерничково-кустарничковых тундрах. Во время коче-



Современное размещение сизой чайки в Малоземельской тундре: основные области гнездования (1), северная граница гнездового ареала (2), колониальное (3) и диффузное (4) гнездование, заветы (5), скопления кочующих особей (6), направления летне-осенних миграций (7).

вок вид встречается на морском побережье и островах заливов. В дельте р. Печора сизая чайка обычна на песчано-илистых отмелях, песчаных островах с ивняками. В таежной зоне для гнездования предпочитает поймы рек с развитой системой стариц и озера, припойменные верховые болота, но верховий рек, имеющих горный характер, избегает. С 80-х годов XX в. активно осваивает антропогенные ландшафты и в настоящее время довольно обычна на гнездовании в агроландшафтах, на окраинах населенных пунктов и многочисленна на городских свалках.

**Численность.** В Малоземельской тундре в бассейне р. Индига плотность населения вида была равна 0.3 [6], р. Вельт – 0.8 особей/км<sup>2</sup>. Наиболее многочисленны (21 особь/10 км) чайки в верхнем течении р. Вельт, в нижнем течении – до 7.6 особей/10 км. В бассейне р. Нерута средняя плотность



населения сизой чайки – 0.5 особи/км<sup>2</sup>. В дельте р. Печора в 1987 г. плотность населения чаек в пойменных ивняках колеблется от 4 до 11, в среднем 8.5 особи/км<sup>2</sup> [4]. Встречаемость вида в русле р. Печора – 8.3 особи/10 км. Плотность населения сизой чайки в тундровых местообитаниях неодинакова. В холмистой мохово-кустарничковой тундре она составила 1.04, холмистой мелкоерничковой тундре – 0.56, холмистой ерничково-кустарничковой тундре – 0.45 и низинной кустарничково-мохово-лишайниковой тундре – 0.11 особи/км<sup>2</sup>. В Малоземельской тундре осенью 1976 г. плотность птиц в районе Голодной губы была 0.8, в южной части п-ова Русский Заворот – 0.3, дельте р. Печора – 0.2, в августе 1979 г. в районе оз. Урджюжское – 0.03 особи/км<sup>2</sup> [7]. В Большеземельской тундре в бассейне р. Черная встречаемость сизой чайки на разных участках реки составила в среднем 4 особи/10 км, верховьях р. Коротаиха (правый приток р. Сядейю) – 13.7 особи/10 км. В бассейне р. Большая Роговая плотность птиц в 1973 и 1975 гг. достигала 0.4-0.6, низовье р. Черная в 1986 г. – 0.4 [7], районе Ващуткиных озер в 2007 г. – 0.3 особи/км<sup>2</sup>.

Наибольшая плотность вида отмечается в зоне тайги в поймах рек. В пойменных лугах-ивняках р. Вычегда в 1982 г. – 8-12, пойме р. Сысола в 1988 г. – 9, пригородах г. Сыктывкар – 6, в пределах его застроенной части – 1.5 особи/км<sup>2</sup>. Заметно ниже этот показатель для бассейна средней и верхней Печоры. Плотность птиц на злаковых лугах бассейна средней Печоры в 1967-1972 гг. была 0.4, на разнотравных лугах – 0.6, на р. Ижма – 0.4 особи/км<sup>2</sup>. В пойме реки у г. Печора плотность чаек составляла 6, а в самом городе – 3 особи/км<sup>2</sup>. В пойме р. Косью в 1986 г. плотность была 2.5, на ерничковых болотах – 8.0, сельскохозяйственных угодьях окрестностей г. Инта – 1.5, в пригородных лугах-ивняках – 11.0, городе – 2.5 особи/км<sup>2</sup> [2]. В низовье р. Печора близ с. Усть-Цильма в пойменных местообитаниях в 1987 г. отмечали 3-9, на сельскохозяйственных территориях – 3, в селе – 7 особей/км<sup>2</sup>. Встречаемость чаек в среднем и нижнем течении р. Сысола в 2008 г. составила 13.7 особи/10 км. В Приуралье в верховьях рек Илыч и Большая Сыня на 10 км маршрута встречалось 0.18 и 0.1 особи [2]. На руслах рек Ерса, Созьва и Харьяга (притоки нижней Печора) встречаемость чайки варьировала от 0.4 (р. Ерса) до 22.6 (р. Харьяга) особи/10 км, а плотность населения на припойменных болотах достигала 10.7 особи/км<sup>2</sup>.

**Размножение.** Диффузно-гнездящийся факультативно-колонияльный вид. В большинстве случаев (85 %) гнездится отдельными парами, реже небольшими колониями величиной от трех-четырех до 10-12 пар. Гнезда размещаются на плоских низинных субстратах и осоковых кочках среди болот, на увлажненных моховых островках и полуостровах озер и около водоемов.

На средней Вычегде птицы приступают к размножению в начале-середине мая, а на северной границе гнездового ареала (дельта р. Печора) – в середине-конце июня. Расположение гнезд может быть разнообразным. В поймах рек гнезда устраивают на песчаных косах, островах, обрывах на различных

предметах (бревна, торфяные буфы, кучи мусора и т.д.), выступающих над землей, и на речных боках. На болотах и берегах озер предпочитают кочки. Размер гнезд (n = 33): диаметр гнезда – 30 (19.5-46) см, диаметр лотка – 17 (14.5-22.0), высота гнезда – 8 (6-13), высота лотка – 4.5 (3.0-7.5) см. Гнездовой материал в основном включает в себя предметы, которые чаще встречаются около гнезда. В поймах рек гнезда выстилаются различными веточками, щепками, корой. Лоток строится из сухой травы (осока, хвощ, злаковые). На мелиорированных торфяниках в качестве гнездового материала используют палочки, корешки, оставшиеся после механической обработки земли. На верховых болотах – веточки карликовой березы, багульника, кассандры, мхи, сухие травы.

В тундре для гнезд строительным материалом служит сухая осока, опад можжевельника, ивы, карликовой березки, мхи и водные растения. Размеры гнезд (n = 3): размер гнезда в среднем 31.7×26.3, лотка – 16.5, глубина – 4.3 см. В верховьях р. Вельт чайки приступают к размножению в конце мая – начале июня. Первая кладка сизой чайки была найдена 12 июня в верхнем течении реки, а до конца июня 2001 г. гнезда были найдены также и в среднем течении р. Вельт. На южных Чаячьих островах Колоколковой губы кладки были найдены в первой декаде июля 2003 г. [10]. В дельте р. Печора около г. Нарьян-Мар начало откладки яиц отмечено 15 июня. В гнездах – от двух до трех яиц размером 54.0-63.0×40.5-42.0 мм [4]. По окраске фона яйца преобладают светло-буро-оливковые тона с пятнистым или пятнисто-линейным рисунком скорлупы. Вылупление птенцов в Малоземельской тундре приурочено ко второй декаде июня (среднее течение р. Вельт), летные молодые особи появляются в начале августа. Под г. Нарьян-Мар 20 июля 1987 г. наблюдали птенцов, возраст которых был около 7-10 дней [4].

Под г. Воркута слабонасиженные яйца найдены в 1984 г. (14 и 27 июня) и в 1985 г. (14 и 24 июня) [7]. Средний размер кладки (n = 37) на исследуемой территории составляет 2.64 яйца. Величина кладки – от одного до трех яиц. Количество болтунов и задохликов невелико и составляет 4.5 % (n = 87). Размер яиц (n = 66): 59.48 (53.4-64.6) ± 0.35×41.62 (38.3-45.0) ± 0.19 мм. Масса слабонасиженных яиц составляет 50.7 ± 0.56 г (n = 34). По окраске фона яйца преобладают оливково-серые (30 %), темно-песочные (28) и зеленовато-серые (24) тона, реже дымчатые (13 %) и буровато-серые (5). Рисунок скорлупы пятнистый (56 %) или пятнисто-линейный (44). Локализация рисунка чаще на тупом конце (81 %), в остальных случаях рисунок распределяется равномерно (17) или преобладает на остром конце яйца (2 %). Элементы глубокого рисунка обычно светло-серого цвета, поверхностного – темно-бурого, редко черного. Густота рисунка варьирует от 5 до 35 % площади яйца, в среднем 17 %.

В 1982-1989 гг. начало массовой кладки яиц на средней Вычегде и Сысоле отмечается 10-15 мая и завершается к началу июня, хотя кладки со слабонасиженными яйцами находили и в середине июня. В 2008 г. полные кладки отмечены 21 мая в ниж-



нем течения р. Сысола ( $n = 30$ ), а начало откладки проходило с 10 мая (окрестности пос. Межадор). В окрестностях г. Инта в 1986 г. начало кладки яиц отмечено 1 и 6 июня, г. Нарьян-Мар в 1987 г. – 15 июня.

Вылупление птенцов в южных районах начинается в начале июня. В 1982 г. первые птенцы отмечены 3 июня, массовое вылупление происходило 10-15 числа этого месяца. Севернее г. Инта в 1986 г. вылупление птенцов в одном гнезде отмечено 26 июня, в другом – 1 июля. У г. Воркута птенцов, достигающих размеров родителей, в 1982 г. находили 20 июля [10].

После вылупления птенцы три-четыре дня держатся в гнезде, после чего родители их уводят к ближайшему водоему, где птенцы прячутся в прибрежной растительности. Иногда в таких местах можно встретить объединенные выводки. Летные птенцы на средней Вычегде и Сыsole отмечаются к концу первой декады июля. Массовое поднятие молодых на крыло приходится на вторую половину июля. Севернее г. Инта первые летные птенцы нами зарегистрированы 28 июля 1986 г., под г. Воркута В.В. Морозовым [9] – 17-21 августа.

**Питание.** В дельте р. Печора сизая чайка добывает корм преимущественно на хорошо прогреваемых песчаных отмелях и берегах. На озерах чайки кормятся парами или одиночно, местами добывают рыбу из рыболовных сетей. В исследованных ( $n = 4$ ) желудках сизой чайки находились рыбные кости, а также водные насекомые.

В верхнем и среднем течении р. Вельт у гнезда чаек найдены погадки, содержащие шерсть и кости мышевидных грызунов (лемминги, полевки), а также рыбные кости. На побережье Баренцева моря кормовые скопления чаек (до восьми особей) обычны на отмелях после окончания отлива. Птицы кормятся морскими беспозвоночными (крабы, моллюски) и молодью рыбы, которых они добывают в поло-

се прибое. В устье р. Вельт и на мелководьях оз. Торавэй птицы вылавливают преимущественно молодь камбалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дементьев Г.П. Отряд Чайки (Lariformes) // Птицы Советского Союза. М., 1951. Т. 3. С. 373-603.
2. Естафьев А.А. Современное состояние, распределение и охрана авифауны таежной зоны бассейна р. Печоры. Сыктывкар, 1981. 54 с. – (Сер. Науч. докл. / Коми фил. АН СССР; Вып. 68).
3. Естафьев А.А. Сроки прилета, размножения и отлета гнездящихся птиц таежной зоны бассейна реки Печоры // Фауна Урала и прилегающих территорий. Свердловск, 1982. С. 25-34.
4. Кочанов С.К. *Larus canus*, сизая чайка // Фауна европейского северо-востока России. Птицы. СПб.: Наука, 1999. Т. 1, ч. 2. С. 31-34.
5. Минеев Ю.Н. Околоводные птицы тундр европейского северо-востока СССР // Фауна и экология птиц и млекопитающих европейского северо-востока СССР. Сыктывкар, 1982. С. 29-39. – (Тр. Коми фил. АН СССР; № 51).
6. Минеев О.Ю., Минеев Ю.Н., Рыжов С.А. К фауне птиц бассейна реки Индига // Рус. орнитол. журн. (Экспресс-выпуск), 2000. № 115. С. 18-23.
7. Минеев Ю.Н., Минеев О.Ю. Птицы прибрежно-морских экосистем Баренцева моря // Север: арктический вектор социально-экологических исследований. Сыктывкар, 2008. С. 258-281.
8. Минеев Ю.Н., Минеев О.Ю., Накул Г.Л. Динамика летней миграции чайковых птиц в дельте Печоры и Печорской губе // Рус. орнитол. журн. (Экспресс-выпуск), 2003. Т. XII, № 248. С. 1450-1457.
9. Морозов В.В. Новые данные по фауне и распределению птиц на востоке Большеземельской тундры // Орнитология, 1987. Вып. 2. С. 134-147.
10. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. М., 1953. 502 с. ❖

ЮБИЛЕЙ

В марте отметила 75-летний юбилей ветеран Института биологии **Анна Михайловна Швецова**. Весь ее трудовой путь связан с Коми научным центром, куда она поступила на работу в 1959 г. после завершения учебы в Пермском государственном университете. Начинала с должности старшего лаборанта в лаборатории биологии растений и геоботаники. Прошла курс обучения в очной аспирантуре, защитила кандидатскую диссертацию в 1970 г. и стала квалифицированным специалистом – физиологом растений. А.М. Швецовой впервые были исследованы основные закономерности водного режима северных агроценозов. Ею были разработаны и внедрены в производство приемы химического воздействия на растения, позволяющие повысить продуктивность и качество урожая сельскохозяйственных культур. Работа была отмечена бронзовой медалью Выставки достижений народного хозяйства (Москва, 1986 г.). А.М. Швецова опубликовала свыше 60 научных работ. Ее труд был неоднократно отмечен почетными грамотами и медалью «Ветеран труда». Сейчас А.М. Швецова на заслуженном отдыхе, живет в Москве, помогает воспитывать внуков. Пожелаем ей крепкого здоровья на долгие годы, счастливых и радостных дней.



Физиологи растений

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРТАТИВНОЙ ГАЗОМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -ГАЗООБМЕНА РАСТЕНИЙ

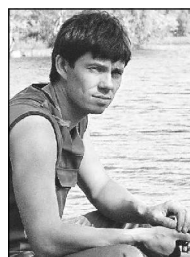
**Ш**ироко распространенный в фундаментальных и прикладных исследованиях газометрический способ определения концентрации  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  основан на принципах инфракрасного (ИК) газового анализа. Инфракрасные газоанализаторы (ИКГ) различных моделей широко используются для изучения углекислотного и водного обмена растений в связи с исследованиями механизмов и кинетики фотосинтеза, дыхания, баланса углерода, продуктивности фотосинтезирующих систем [5]. Применение ИК газового анализа не является чем-то принципиально новым в изучении  $\text{CO}_2$ -газообмена растений – это лишь относительно новый способ измерения концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе. Еще в 1840 г. Ж.Б. Буссенго экспериментально показал, что растения получают углерод из углекислого газа воздуха, подтвердив эксперименты Н.Т. Соссюра 1804 г. Многочисленные специальные работы, посвященные вопросам применения ИКГ для изучения  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена растений в лабораторных и полевых условиях, указывают на надежность и совершенство этих приборов [3, 4, 6, 7]. Несмотря на значительные технологические успехи, остаются нерешенными вопросы контроля параметров среды в ходе эксперимента и их оптимизации, конструкции идеальной ассимиляционной камеры, способов измерения газообмена биологических объектов разных форм и размеров [1].

На практике  $\text{CO}_2$ -газообмен является удобным интегральным показателем внешнего проявления жизнедеятельности растения и его метаболизма на действие факторов внешней среды. По изменению газового состава среды, в которой находится растение, можно определить процесс, который в данный момент происходит с наибольшей интенсивностью (фотосинтез или дыхание). На фоне небольшого содержания  $\text{CO}_2$  в воздухе (около 320-350 ppm) легко обнаружить даже малое изменение концентрации этого газа, использованное при фотосинтезе или выделенное в результате дыхания. При хорошем освещении, водоснабжении и оптимальных температурах  $\text{C}_3$ -растения могут усваивать в

среднем 10-15 ммоль/ $\text{m}^2\text{c}$   $\text{CO}_2$ . Изменение внешних условий (температура, освещение, газовый состав) существенно влияет на газообмен растений.

Водный режим также оказывает значительное действие на интенсивность фотосинтеза и дыхания растений, ростовые процессы и их продуктивность. Основная масса воды поступает в растение через корневые волоски из почвы. Вода проходит путь от корня через кору к ксилеме, поднимается к листьям и испаряется с поверхности листьев через клеточные стенки эпидермальных клеток (кутикулярная транспирация) и устьица (устычная транспирация). В среднем растение испаряет более 95 % поглощаемой воды. Интенсивность транспирации – количество воды, испаряемой растением на единицу площади листьев за единицу времени. Для многих сельскохозяйственных растений этот показатель составляет днем 15-250 г  $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{ч}$  (0.2-4.0 ммоль  $\text{H}_2\text{O}/\text{m}^2\text{c}$ ).

Водный обмен и  $\text{CO}_2$ -газообмен растений тесно связаны между собой функционально. В основе регуляторной системы, координирующей фотосинтетическую способность листа и устьичную проводимость, лежит принцип сохранения баланса между ассимиляцией  $\text{CO}_2$  и испарением  $\text{H}_2\text{O}$ . Основная роль устьиц – установить оптимальную для фотосинтеза межклеточную концентрацию  $\text{CO}_2$  с наименьшими потерями  $\text{H}_2\text{O}$ , т.е. достигнуть максимальной эффективности транспирируемой воды. Растение регулирует открытость устьиц, чтобы поддерживать относительно постоянное соотношение межклеточной и атмосферной концентрацией  $\text{CO}_2$ . Фиксация углекислого газа на свету продолжается до тех пор, пока содержание  $\text{CO}_2$  в газе, заполняющем межклетники хлоропластов, не опустится до 50-80 ppm, что в 3-6 раз ниже, чем в окружающем растению воздухе. После этого ассимиляция углекислого газа прекращается, поскольку он не может связываться рибулозобисфосфаткарбоксилазой (фермент, катализирующий присоединение  $\text{CO}_2$  к рибулозо-1.5-би-



И. Далькэ

фосфату в цикле Кальвина) при более низких концентрациях.

На практике для определения газообмена растений используют ИКГ с термостатируемыми листовыми камерами разной конструкции, источники света, датчики для определения интенсивности освещения

и спектрального состава света, температуры объекта исследования. Существуют комплексные газометрические системы для изучения  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена растений в лабораторных и полевых условиях (например, газометрические системы фирм LICOR.Inc, США; ADC, Англия; Walz, Германия; PP System, Hansatech Instruments, Англия). Изучение  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена с помощью ИКГ основано на работе ИК-сенсоров, которые состоят из нескольких основных элементов: источник ИК-излучения, детектор – ультрачувствительный температурный сенсор (термопара, пирометр), дихроические ИК-фильтры, оптическая трубка (газовая кювета), через которую движется газ и ИК-излучение.

ИК-излучение проходит через газовую кювету и попадает на детектор. В современных ИКГ с помощью дихроического фильтра удается разделить световой поток и определить количество углекислого газа и воды одновременно (рис. 1). Разница в количестве энергии, достигшей детектора, пропорциональна количеству исследуемого газа в пробе воздуха.

Часто в  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газоанализаторах используют два ИК-сенсора, которые устанавливают в контрольную и опытную кюветы. По одной из них постоянно протекает ток воздуха без изменения (контроль), по второй – воздух с измененной концентрацией  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  после камеры с объектом исследования (опыт). В случае использования одной газовой кюветы и ИК-сенсора ток воздуха поступает в нее попеременно: от контрольной или от рабочей листовой камеры. В обоих случаях в автоматическом или ручном режиме определяют разницу в показаниях количества  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  между контролем и опытом. Затем проводят расчет па-

Далькэ Игорь Владимирович – к.б.н., н.с. лаборатории экологической физиологии растений. E-mail: [dalke@ib.komisc.ru](mailto:dalke@ib.komisc.ru). Область научных интересов: ИК-газометрия, фотосинтез, дыхание.

раметров  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена объекта исследования. С помощью подобных измерительных систем можно достаточно точно и быстро определять газообмен листа, проводить мониторинг концентрации газов в естественных условиях, контролировать и регулировать газовый состав воздуха в фитотроне, теплице (рис. 2).

С учетом того, что к сложным измерительным приборам прилагаются подробные инструкции по эксплуатации оборудования, далее мы кратко опишем типовую систему и ее работу.

**Элементы портативной газометрической системы (ПГС).** В состав ПГС входят блок управления (консоль) и листовая камера (рис. 3). На блоке управления располагаются клавиша включения/выключения, клавиши управления режимами измерения, ЖК экран, слот для PC карты, колонки для поглощителей  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , место установки баллона с  $\text{CO}_2$ , разъем для соединения с листовой камерой, порт RS-232, аккумулятор, разъем для контроля влажности воздуха в листовой камере (рис. 3А). На листовой камере сверху закрепляется светодиодный источник освещения (LED-Light-emitting diode), снизу располагается блок термостатирования, в камере находится датчик измерения температуры листа, на камере – датчик измерения фотосинтетически активной радиации (ФАР), клавиша записи показаний, разъемы подключения системы контроля параметров окружающей среды, газовые трубки, электрические разъемы листовой камеры (рис. 3Б).

**Выбор режима измерения.** Установка температуры, освещения, концентрации  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  в листовой камере. В конфигурационном режиме можно изменить параметры листовой камеры и условий, при которых будут проведены измерения. Для листовой камеры (стандартной является «широкая» камера) указывают тип камеры, ее площадь, уровень сопротивления тока воздуха на границе камеры, факторы расчета температуры листа, способ измерения ФАР, скорость потока воздуха. В режиме контроля факторов среды можно установить температуру от 0 до 40 °C ( $\Delta 1$  °C), ФАР от 0 до 2000 мкмоль/м<sup>2</sup>с ( $\Delta 10$  мкмоль/м<sup>2</sup>с), концентрацию  $\text{CO}_2$  до 2000 ppm ( $\Delta 10$  ppm), величину относительной влажности воздуха.

Следует добавить, что для объектов разной формы и размеров производят разные листовые камеры: «стандартная» – для большинства ок-

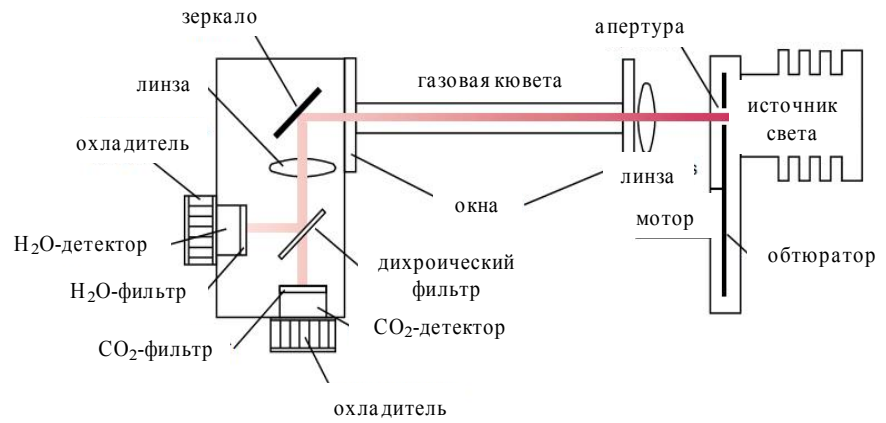


Рис. 1. Схема инфракрасного сенсора и оптический путь  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газоанализатора.

руглых листьев, «узкая» – для ланцетных, линейных, вытянутых листьев, «хвойная» – для листьев хвойных и другие камеры. Кроме того специальные камеры-насадки позволяют определять баланс  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  почвы и/или напочвенного покрова.

**Проведение измерений и запись результатов.** На основном и дополнительных экранах отражаются измеряемые параметры  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена листа и факторов среды (см. таблицу). Ведущими показателями функционального состояния объекта исследования являются скорость ассимиляции  $\text{CO}_2$  (A), транспирация (E), эффективность использования воды (A/E). Измерения  $\text{CO}_2$  в листовой камере позволяют также рассчитать количество  $\text{CO}_2$  в межклеточных листа. По

результатам определения давления паров воды, атмосферного давления рассчитывается устьичное сопротивление и проводимость для  $\text{H}_2\text{O}$ . В камере, учитывая факторы пропускания и отражения материалов, измеряется уровень падающей фотосинтетически активной радиации и температура листа.

Перед началом записи данных создают или выбирают текущий файл. Для записи данных в ручном режиме нажимают кнопку на блоке управления или на листовой камере. В режиме автоматической записи указывают интервал в минутах, через который будет производиться запись. В режиме контроля внешних параметров среды можно создать уникальный файл управления, где указывают уровни пара-

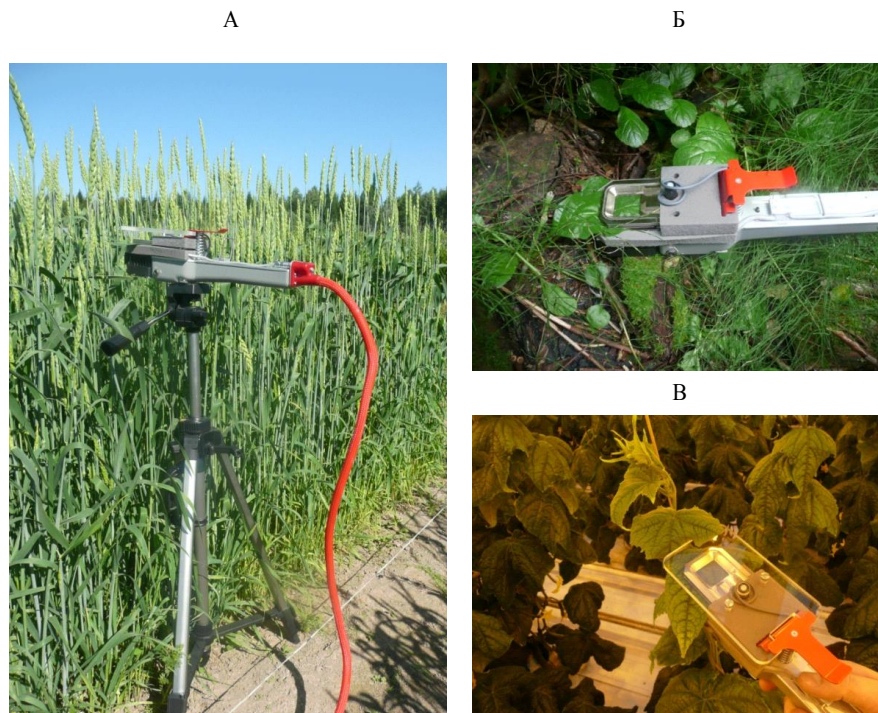


Рис. 2. Измерение  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена растений портативной газометрической системой ADC LCPго+ (Англия) в полевых условиях (А, Б) и теплице (В).

Показатели CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O-газообмена растений и факторов среды

Описание (символ)	Единица измерения	Диапазон	Способ получения
Показатель газообмена			
Скорость ассимиляции CO <sub>2</sub> (A)	мкмоль/м <sup>2</sup> с	0-100	Расчетная величина
Транспирация (E)	ммоль/м <sup>2</sup> с	—	То же
Проводимость H <sub>2</sub> O устьичная (gs)	моль/м <sup>2</sup> с	0.00-1.0	» »
Сопrotивление H <sub>2</sub> O устьичное (rs)	м <sup>2</sup> с/моль	0-100	» »
Концентрация CO <sub>2</sub> в межклетниках (ci)	Ррm (мкмоль/моль)	0-2000	» »
Температура листа (TI)	°C	-5...+50	Измеряемая и расчетная величина
Эффективность использования воды растениями (WUE = A/E)	мкмоль CO <sub>2</sub> /моль H <sub>2</sub> O	—	Расчетная величина
Параметр среды			
Радиация фотосинтетическая активная (Qleaf)	мкмоль/м <sup>2</sup> с	0-3000	Устанавливаемая и расчетная величина
Температура в листовой камере (Tch)	°C	-5...+50	То же
Концентрация CO <sub>2</sub> (c)	Ррm (мкмоль/моль)	0-2000	Устанавливаемая и измеряемая величина

метров среды (температура, освещение, концентрация CO<sub>2</sub>, влажность) и время экспозиции объекта в данных условиях. После записи управляющего файла (SEQ файла) его можно запустить и проводить автоматические измерения.

**Конвертация результатов работы (файлов) для дальнейшей обработки информации и анализа результатов работы.** Рабочие файлы с измеренными величинами записываются в текстовый формат CSV, предназначенный для представления табличных данных. Далее файлы можно конвертировать, копировать в табличные редакторы, статистические программы, где их обрабатывают и анализируют.

Сведения об отношении растений к факторам среды получены в результате большого объема исследований. Равнозначность действия факторов среды на объект означает, что ни один из них не может быть заменен другим, а их неравноценность проявляется в различной силе их воздействия на растения. Факторы среды и их влияние на растение представляют собой элементы системы, определяющие терморезистентность и продуктивность растений [3]. Первостепенными климатическими факторами, определяющими ассимиляционную способность растений, являются содержание углекислого газа, свет, температура, водный режим, влажность воздуха. Именно эти показатели и фиксируются в ходе работе газометрической си-

стемы параллельно с измерением уровня CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O-газообмена.

**Уровень CO<sub>2</sub> в воздухе.** Зависимость фотосинтеза от концентрации CO<sub>2</sub> описывается углекислотными кривыми фотосинтеза, имеющими вид непрямоугольных и прямоугольных гипербола. Кардинальной точкой на кривой является углекислотный компенсационный пункт (УКП) или концентрация CO<sub>2</sub>, при которой фотосинтез и дыхание растений уравниваются друг друга. Этот показатель можно использовать как диагностический при отборе растений с высокой продуктивностью фотосинтеза. Для большинства C<sub>3</sub> видов растений величина УКП близка к 0.005 %, у C<sub>4</sub> растений УКП на порядок ниже. Определение реакции растений на изменение концентрации CO<sub>2</sub> актуально при изучении характера конкуренции растений в естественных и агрофитоценозах под влиянием изменяющихся абиотических факторов. Исходя из относительно невысокого содержания CO<sub>2</sub> в воздухе, для нормального обеспечения растений углекислым газом требуется хороший воздухообмен. В естественных условиях важными факторами, которые следует учитывать, становятся ветер и вертикальные потоки воздуха.

**Свет.** Фотохимическая работа, которая совершается при поглощении энергии фотонов, выражается в квантовом выходе фотосинтеза, зависит от спектрального состава света и плотности потока квантов света, падающих на лист. В фотохимических реакциях растение использует только часть спектра в пределах от 380 до 710 нм (фотосинтетически активная радиация). На дневном солнечном свете в безоблачный день 1 мкмоль/м<sup>2</sup>с ФАР = 0.22 Вт/м<sup>2</sup> = 0.32 × 10<sup>-3</sup> кал/см<sup>2</sup>мин. при условии, что ФАР составляет 42 % общей солнечной радиации. Длинноволновая часть ФАР является источником энергии для образования углеводов, коротковолновая – белков.

Ответная реакция скорости фотосинтеза растений на световой поток выражается световой кривой, состоящей из двух фаз. В первой фазе, которая является линейной зависимостью интенсивности фотосинтеза от потоков фотонов, выделяют кардинальные точки – световой компенсационный пункт (СКП), эффективность работы фотосистемы, которую можно оценить по углу наклона начального участка прямой, интенсивность темнового дыхания. Во второй фазе световой кривой происходит постепенное уменьшение наклона кривой, и по мере уве-

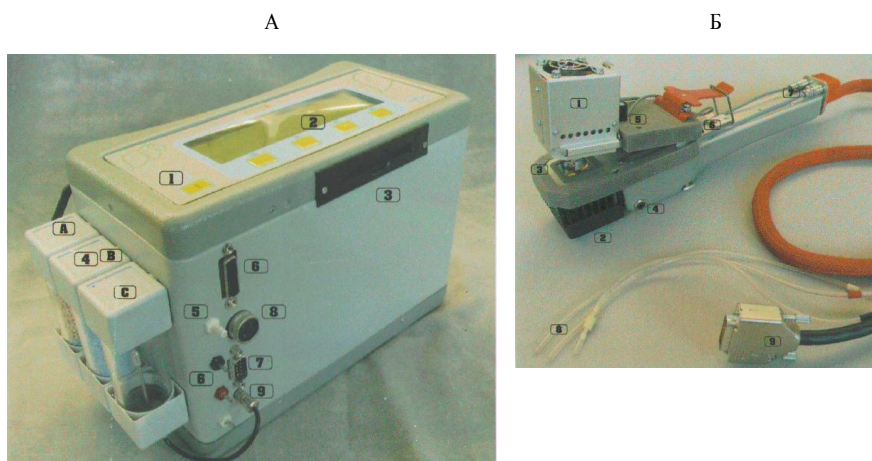


Рис. 3. Внешний вид портативной газометрической системы ADC LCPPro+ (Англия): блок управления и регистрации (А), камера с системой термостатирования и освещения листа (Б).

личения освещения  $\text{CO}_2$  газообмен становится постоянным. В линейной фазе скорость поглощения  $\text{CO}_2$  лимитируется светом, а на плато кривой зависит от мощности системы поглощения и восстановления  $\text{CO}_2$  и содержания  $\text{CO}_2$ . Точке изгиба световой кривой соответствует радиация, названная интенсивностью радиации приспособления [8]. Лесная растительность использует около 0.4 % падающей солнечной энергии ( $\text{КПД}_{\text{ФАР}}$ ).  $\text{КПД}_{\text{ФАР}}$  фитоценозов северных лиственничников составляет до 1.2 %, у 80-летних культур ели в полосе хвойно-широколиственных лесов и ясеневых древостоев – до 1 и 6 % соответственно. Изучение КПД использования света растениями, произрастающими под пологом леса, связано со значительными методическими трудностями. Это определяется разнообразием видов, сложным пространственным распределением, синэкологическими отношениями, режимом ФАР и оценкой коэффициента его пропускания под полог [8]. Понятно, что данные о биохимическом и структурном состоянии объекта выгодно дополняют результаты физиологического исследования и позволяют более точно оценить реакцию объекта на изменение показателей среды.

**Температура.** Температурный режим тесно связан с фактором освещения. Температура определяет интенсивность метаболизма организма в целом, скорость темновых реакций фотосинтеза, доступность для растений воды, элементов минерального питания. Сочетание низкой температуры и высокого уровня освещения может вызвать каскад изменений и фотодеструкцию пигментного аппарата (нарушение встраивания хлорофилла в мембрану, изменение скорости синтеза компонентов мембран, повышение вязкости мембран). Низкие температуры почвы затрудняют водоснабжение, ограничивают транспирацию растений, что сопровождается закрытием устьиц листьев, снижением устьичной проводимости  $\text{CO}_2$ , поступающего в межклетники, и, как следствие, снижением уровня фотосинтеза. Температура влияет на метаболизм обратимо и необратимо. Для большинства растений обратимое влияние на фотосинтез происходит в диапазоне темпе-

ратуры 5-45 °С, где скорость реакции темновой фазы сильно зависит от температуры ( $Q_{10}$  около 2-3). Адаптация отдельных звеньев фотосинтезирующей системы к температуре определяется условиями выращивания растений. При повышенной концентрации  $\text{CO}_2$  сильнее проявляется температурная зависимость активности карбоксилирующих ферментов, а фотодыхание подавлено; с уменьшением освещения снижается температурный оптимум фотосинтеза.

**Водный режим.** Вода имеет определяющее значение для жизнедеятельности растений. При фотосинтезе вода служит донором электронов и протонов, используемых на восстановительные биосинтезы. Вода обеспечивает терморегуляцию растения, определяет сопротивление диффузии  $\text{CO}_2$  в листьях. Несмотря на то, что в ходе поглощения  $\text{CO}_2$  используется всего 1 % поглощенной растением воды, ее дефицит существенно влияет на процесс фотосинтеза. Водный дефицит может непосредственно изменять эффективность отдельных звеньев фотосинтеза, влиять на конфигурацию мембран, ингибировать транспорт электронов и процесс фотифосфорилирования, снижать активность карбоксилирующих ферментов. Реакция фотосинтеза на снижение влагообеспеченности видо- и сортоспецифична и связана с засухоустойчивостью объекта. Устьица находятся в центре регуляторной системы, координирующей ассимиляционную способность листа и устьичную проводимость при дефиците влаги. Они под-

держивают такую межклеточную концентрацию  $\text{CO}_2$ , чтобы обеспечивать его поглощение со скоростью в зоне изгиба углекислотной кривой фотосинтеза. Реакция фотосинтеза на дефицит влаги зависит от многих факторов: возраста листа, донорно-акцепторных отношений, скорости наступления стресса и его повторяемости. Дефицит влаги часто вызывает дневную депрессию фотосинтеза, которая также определяется уровнем засухоустойчивости вида. Степень и длительность полуденной депрессии фотосинтеза часто используют для диагностики засухоустойчивости видов и сортов растений. Отношение скорости ассимиляции  $\text{CO}_2$  к скорости транспирации в одинаковых условиях свидетельствует об эффективности использования воды (ЭИВ) растениями в ходе фотосинтетической деятельности. Устойчивость к дефициту влаги может возрастать у растений с возрастом, увеличением концентрации  $\text{CO}_2$  в окружающей среде, при повторном наступлении стресса.

Движение воздуха существенно влияет на водно-тепловой и газовый режим биологических систем. Увеличение скорости ветра приводит к ускорению турбулентности и снижению уровня градиента  $\text{CO}_2$  в ценозе, увеличивает теплоотвод и снижает давление водяных паров у поверхности листьев. Это влияет на работу устьичного аппарата растений и регуляцию сопротивления диффузии  $\text{CO}_2$  в лист [3].

Анализ результатов  $\text{CO}_2$ -газообмена и транспирации растений позволяет прогнозировать реакцию растений при изменении условий среды. Ведение планируемого факторного эксперимента и анализ полученных моделей освещен во многих работах [2, 4, 6, 7, 9-12]. Показатели  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -газообмена растения отзывчивы на многочисленные воздействия внутренних и внешних факторов и указывают на уровень и направление метаболизма. Нами показана ранняя реакция и изменение ассимиляционных характеристик растений борщевика Сосновского на воздействие разных доз гербицида (рис. 4). Данные об ассимиляции и транспирации растений ячменя подтвердили, что растения-регенеранты, прошедшие отбор в селектив-

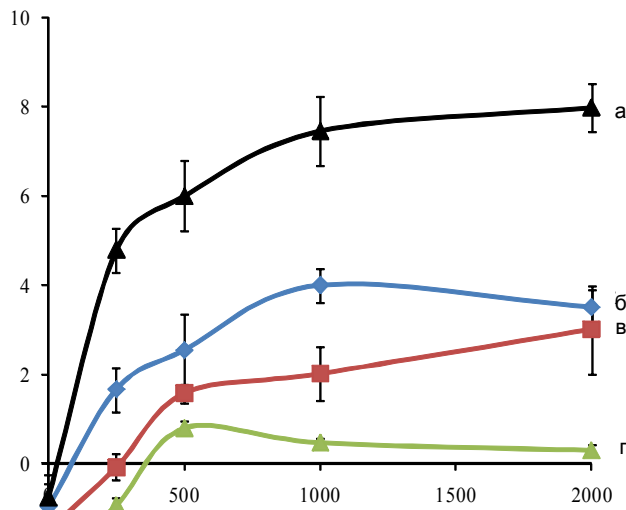


Рис. 4. Световая зависимость  $\text{CO}_2$ -газообмена листьев (мкмоль/м<sup>2</sup>·с; по оси ординат) растений борщевика Сосновского 1 в контроле (а) и через сутки после обработки препаратом Раундапа® в дозах 12 (б), 24 (в) и 48 (г) мг/л. Определения выполнены при температуре 26 °С. По оси абсцисс – ФАР, мкмоль/м<sup>2</sup>·с.

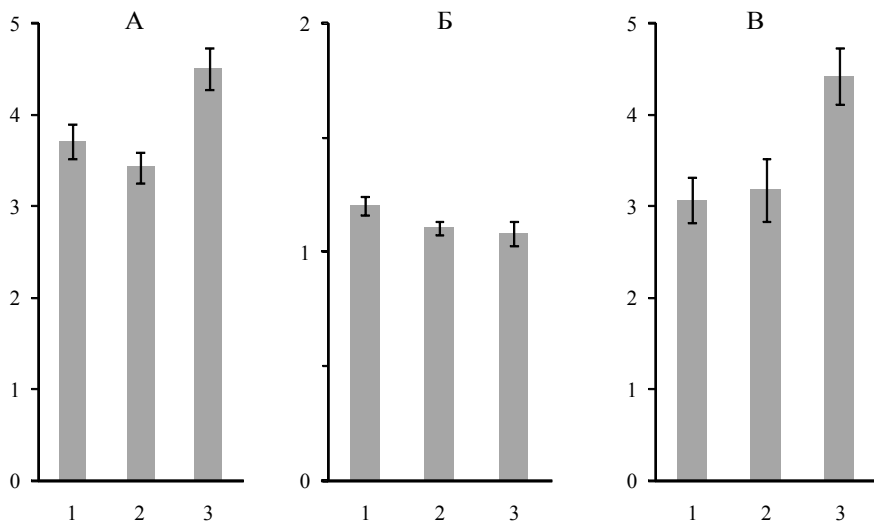


Рис. 5. Интенсивность видимого фотосинтеза (А;  $\mu\text{моль CO}_2/\text{м}^2\text{с}$ ), транспирации (Б;  $\text{ммоль H}_2\text{O}/\text{м}^2\text{с}$ ) и эффективность использования воды (В;  $\mu\text{моль CO}_2/\text{ммоль H}_2\text{O}$ ) листьями растений ячменя в контроле (1) и при использовании регенерантов без отбора (2) и отобранных в селективных системах (3).

ных системах по устойчивости к совместному действию алюминия и осмотического стресса, имеют явное преимущество перед исходными формами ячменя (рис. 5, результаты получены в ходе совместной работы в Зональном научно-исследовательском институте сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого РАСХН, г. Киров).

ЛИТЕРАТУРА

1. (Балаур Н.С.) Новая технология мониторинга  $\text{CO}_2$ -обмена у растений / Н.С. Балаур, В.А. Воронцов, Э.И. Клей-

ман, Ю.Д. Тон // Физиология растений, 2009. Т. 56, № 3. С. 466-470.  
 2. Голомазова Г.М. Влияние внешних факторов на фотосинтез хвойных. Красноярск, 1987. 118 с.  
 3. Дроздов С.Н., Курец В.К. Некоторые аспекты экологической физиологии растений. Петрозаводск, 2003. 172 с.  
 4. Карпушкин Л.Т. Газометрический компенсационный способ определения кинетических параметров  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$ -газообмена листьев растений // Физиология растений, 1994. Т. 41, № 3. С. 463-466.

5. Карпушкин Л.Т. Применение инфракрасного газоанализатора для изучения  $\text{CO}_2$ -газообмена растений // Биофизические методы в физиологии растений. М., 1971. С. 44-71.  
 6. Кособрюхов А.А. Активность фотосинтетического аппарата при периодическом повышении концентрации  $\text{CO}_2$  // Физиология растений, 2009. Т. 56, № 1. С. 8-16.  
 7. Назаров С.К., Сивков М.Д. Методы измерения и расчета баланса углерода в естественных фитоценозах. Сыктывкар, 1992. 16 с. – (Сер. Новые науч. методики / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 43).  
 8. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 246 с.  
 9. Evans J.R., Jakobsen I., Ogren E. Photosynthetic light-response curves. 2. Gradients of light absorption and photosynthetic capacity // Planta, 1993. Vol. 189, № 2. P. 191-200.  
 10. Farquhar G.D., von Caemmerer S., Berry J.A. A biochemical model of photosynthetic  $\text{CO}_2$  assimilation in leaves of  $\text{C}_3$  species // Planta, 1980. Vol. 149, № 1. P. 78-90.  
 11. Thornley J.H.M. Instantaneous canopy photosynthesis: analytical expressions for sun and shade leaves based on exponential light decay down the canopy and an acclimated non-rectangular hyperbola for leaf photosynthesis // Ann. Botany, 2002. Vol. 89, № 4. P. 451-458.  
 12. Ye Z.-P. A new model for relationship between irradiance and the rate of photosynthesis in *Oryza sativa* // Photosynthetica, 2007. Vol. 45, № 4. P. 637-640. ❖

ЮБИЛЕЙ



30 марта отметила свое 80-летие **Руфь Александровна Рощевская**. Она закончила Уральский госуниверситет в 1955 г. по специальности «физиология растений». Вначале работала в Уральском НИИ сельского хозяйства, а с конца 1960 г. — в лаборатории биологии растений и геоботаники Коми филиала АН СССР. С организацией Института биологии работает научным сотрудником лаборатории физиологии растений под руководством будущего академика ВАСХНИЛ П.П. Вавилова. Своими исследованиями Р.А. Рощевская внесла существенный вклад в познание закономерностей накопления основных элементов минерального питания и особенностей фосфорного обмена растений в условиях Севера. Р.А. Рощевская имеет 40 публикаций, она соавтор четырех монографий. Результаты ее исследований были использованы при разработке систем минерального питания растений в северных агроценозах, представлялись в экспозициях Института биологии на ВДНХ и были отмечены бронзовой медалью. Р.А. Рощевская награждена медалью «Ветеран труда», почетными грамотами Коми НЦ и Президиума РАН. С 1986 г. Р.А. Рощевская на заслуженном отдыхе. От всего сердца пожелаем ей крепкого здоровья, долголетия, хорошего настроения.

Неумолимо мчат года.  
 Их удержать не в нашей власти.  
 Так пусть же будет так всегда:  
 Чем больше лет, тем больше счастья.

С любовью, физиологи растений Института биологии



### РЕСУРСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ МОРОШКИ ПРИЗЕМИСТОЙ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

В настоящее время все большее значение придается поиску новых лекарственных средств растительного происхождения, что неизбежно ведет к увеличению заготовок дикорастущих лекарственных растений. Приоритетными задачами ресурсоведения являются изучение биохимического состава растений, определение запасов и объемов возможных заготовок, переработка сырья и перспективность использования [3]. Однако основой рационального хозяйственного использования и сохранения ресурсных видов в природе являются данные об их биоморфологии, сезонном развитии, структуре и способах самоподдержания ценопопуляций, их устойчивости к воздействию антропогенных факторов и другие аспекты популяционно-онтогенетического направления исследований. Комплексное изучение биологии полезных растений позволит выявить оптимальные условия для развития особей, определить стадию развития ценопопуляций и их продуктивность в различных типах сообществ, а также сроки и механизмы возобновления растений в случае сбора сырья.

Одним из видов сосудистых растений, характеризующихся богатым набором биологически активных веществ, является *Rubus chamaemorus* L., или морошка приземистая (сем. Rosaceae). Морошка активно используется в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности, особенно в Феноскандии и Канаде, где активно проводятся работы по культивированию этого вида [15-18].

*R. chamaemorus* – циркумполярный гипоарктический вид, распространенный на севере Западной и Восточной Европы, Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке, в Канаде, Соединенных Штатах (в основном штат Аляска) и Гренландии [10]. Южная граница распространения морошки в Европе проходит по территории России в Башкирии, Тверской, Ярославской и Московской областях [4, 6], а также в Польше и Германии [11, 13], где этот вид является реликтом перигляциальной (ледниковой) флоры. Республика Коми территориально совпадает с центральной частью ареала *R. chamaemorus*. Здесь морошка приземистая встречается в тундровых болотах на торфяных буграх и кочках, ивняковых и ерниковых тундрах, на верховых болотах в лесной зоне, в сфагновых еловых и сосновых лесах, реже в смешанных елово-березовых лесах [7].

Цель исследований – изучить некоторые ресурсные характеристики и структуру популяций *R. chamaemorus* в разных эколого-ценотических условиях в Республике Коми. Материал собран в 2009 г. в подзоне средней тайги на олиготрофных болотах в сосново-кустарничково-морошково-сфагновых и пу-



О. Валуиcких

шицево-кустарничково-сфагновых сообществах (Сыктывдинский и Троицко-Печорский районы), в подзоне северной тайги в кустарничково-пушицево-сфагновом и кустарничково-сфагновом болотах (Усть-Цилемский р-н) и на участках ивняково-ерниковой и крупнобугристой тундры (Воркутинский р-н). При проведении исследований применяли подходы и методы популяционной биологии растений [8]. В сообществах с участием *R. chamaemorus* закладывали трансекту длиной 20 м, где на пробных площадках (1×1 м) отмечали вегетативные и вегетативно-генеративные побеги с учетом их половой принадлежности, определяли урожайность морошки в 30-кратной повторности. Обработку данных проводили общепринятыми методами.

*R. chamaemorus* – травянистое летнезеленое двудомное поликарпическое длиннокорневищное растение (см. фото). Взрослая особь морошки представляет собой сложную побеговую систему, состоящую из травянистых однолетних дициклических (редко моноциклических) вегетативных или вегетативно-генеративных ортотропных побегов (рамет), связанных между собой симподиально нарастающими корневищами с придаточными корнями в узлах. Размножается морошка вегетативным и генеративным способами. Самоподдержание популяций происходит преимущественно за счет вегетативного размножения и осуществляется с помощью развития побегов из почек возобновления. Очень редко в популяциях *R. chamaemorus* можно встретить проростки, свидетельствующие о семенном размножении данного вида [5]. Нами всего в одной из десяти изученных популяций этого вида в районе исследований был обнаружен проросток морошки (на

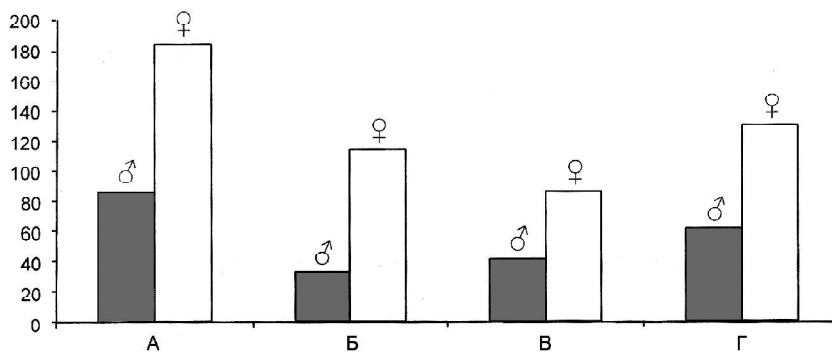


Плодоношение *Rubus chamaemorus* L.

верховом болоте в подзоне средней тайги). Семенной способ возобновления популяции очень медленный и неэффективный, так как период развития растения до цветения составляет от четырех до семи лет [5]. Популяция морошки часто состоит из нескольких клонов (мужских и женских), а в небольших по площади местообитаниях может быть представлена всего одним клоном [14]. Однако нельзя недооценивать значение семенного размножения, которое обеспечивает не только освоение новых мест обитания, но и поддержание генофонда вида в целом.

При изучении популяционной структуры *R. chamaemorus* установлено, что ценопопуляции (ЦП) этого вида в Республике Коми многочисленны, максимальная их плотность (142 побега/м<sup>2</sup>) наблюдается в тундровых сообществах, где пространственная структура близка к равномерной. На болотах в подзонах средней и северной тайги плотность варьирует от 65 до 120 побегов/м<sup>2</sup>. Здесь морошка в основном приурочена к окраинам верховых болот и растет на грядах грядово-мочажинного комплекса и сфагновых кочках разного диаметра совместно с багульником болотным (*Ledum palustre* L.), кассандрой (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench.), голубикой (*Vaccinium uliginosum* L.) и другими видами. В межкочечных понижениях плотность ЦП уменьшается до 15-57 побегов/м<sup>2</sup>.

Сезонное развитие морошки сопряжено с наступлением вегетационного периода, поэтому сроки наступления фаз в разных природных зонах сдвинуты. Весенний рост надземных побегов морошки на болотах в подзоне средней тайги начинается в первой-второй декаде мая, цветение – в первой половине июня. В тундровой зоне фаза вегетации, бутонизации и цветения сдвинуты на месяц позже. Урожайность популяций морошки непостоянна и кроме совокупности погодных условий, цикличности плодоношения, активности опылителей и других факторов определяется такими переменными величинами, как генеративная способность популяции и соотношение полов внутри нее [1, 2, 5, 9]. Выявлено, что генеративная способность морошки в разных ценопопуляциях варьирует от 29 до 40 %: максимальная доля цветущих побегов в среднетаежной зоне составила 37, северной тайге – 40, тундровой зоне (на открытых участках) – 35 %, минимальная – (14 %) отмечена в ерниковой тундре.



Соотношение женских (в том числе с поврежденным плодом) и мужских побегов в ценопопуляциях *Rubus chamaemorus* L. в бугристой (А) и ерниковой (Б) тундре, на болотах северной (В) и средней (Г) тайги на территории Республики Коми. По вертикали – число побегов, шт.

Соотношение женских и мужских рамет в популяциях непостоянно и может варьировать как в разных условиях обитания, так и по годам [6, 14]. Установлено, что его величина в таежной и тундровой зонах составляет от 1.6 до 2.8 и от 2.1 до 4.1 соответственно. В среднем наибольшая доля женских побегов отмечена в бугристой тундре, наименьшая – на олиготрофном болоте в северной тайге (см. рисунок). По абсолютному значению число женских цветков на единицу площади достигает максимума в бугристой тундре (от 5.0 до 8.7 шт./м<sup>2</sup>) при проективном покрытии морошки до 80 %. Преобладание женских рамет свидетельствует о благоприятности климатических или эколого-фитоценологических условий и соответствует нормальному распределению полов в популяциях *R. chamaemorus* [2]. При этом 2009 г. был относительно неурожайным: среди женских побегов в изученных популяциях только у 21 % особей наблюдали развитие плода. При подсчете образовавшихся завязей и оценке урожайности морошки в различных местах произрастания установлено, что в сообществах тундровой зоны плотность плодоносящих побегов варьирует от 0.1 до 10.6 шт./м<sup>2</sup>, масса ягод – от 0.6 до 2.0 г при среднем числе костянок в ягоде 11.4 ± 1.9. Число последних зависит от погодных условий в течение периодов опыления и оплодотворения [17], а также от доступности углерода во время развития плода [12]. В целом, урожайность ягод морошки в тундровой зоне колеблется от 0 до 14.3 г/м<sup>2</sup>, достигая максимальных для 2009 г. показателей в бугристой тундре.

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

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусова Л.С. Морфогенез побегов морошки приземистой // Охрана редких растений и фитоценозов. М., 1980. С. 81-91.
2. Белоусова Л.С. Морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.) в зонах средней тайги и подтайги европейской части СССР и ее продуктивность: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1986. 25 с.
3. Егорова Т.Л. Влияние антропогенных факторов на состояние ресурсов дикорастущих плодовых и лекарственных растений (на примере Кировской области): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Пермь, 2008. 44 с.
4. Мюхкюрэ Е.В., Сушенцов О.Е. Исследование локальной изолированной популяции морошки (*Rubus chamaemorus* L.) на южной границе ареала // Популяция, сообщество, эволюция: Матер. докл. V Всерос. популяц. семинара. Казань, 2001. С. 69.
5. Солоневич Н.Г. Материалы к эколого-биологической характеристике болотных трав и кустарничков // Растительность Крайнего Севера СССР и ее освоение. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Вып. 2. С. 307-498.



6. Степанов Б.П., Белоусова Л.С. Редкие виды растений центрально-лесного государственного заповедника // Охрана редких растений и фитоценозов. М., 1980. С. 73-80.

7. Флора северо-востока европейской части СССР. В 4-х томах / Под ред. А.И. Толмачева. Л.: Наука, 1976. Т. 3. С. 104-150.

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

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

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

11. Ehrlich D., Alsos I.G., Brochmann C. Where did the northern peatland species survive the dry glacials: cloudberry (*Rubus chamaemorus*) as an example // J. Biogeogr., 2008. Vol. 35. P. 801-814.

12. Jean D., Lapointe L. Limited carbohydrate availability as a potential cause of fruit abortion in

*Rubus chamaemorus* // *Physiol. Plantarum*, 2001. № 112. P. 379-387.

13. Koczur A. Newly discovered relic population of *Rubus chamaemorus* L. in the western Carpathians // *Acta Soc. Bot. Poloniae*, 2004. Vol. 73, № 2. P. 129-133.

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

15. Makinen Y., Oikarinen H. Cultivation of cloudberry in Fennoscandia // *Subarctic Res.*, 1974. Vol. 11. P. 90-102.

16. Production of Berries in Peatlands. Quebec (Canada): Univ. Laval Publ., 2009. 134 p. – (Peatland Ecology Research Group. Guide produced under the supervision of Line Rochefort and Line Lapointe).

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

18. Thiem B., Goslinska O. Antimicrobial activity of *Rubus chamaemorus* leaves // *Fitoterapia*, 2004. № 75. P. 93-95.

## ЮБИЛЕЙ

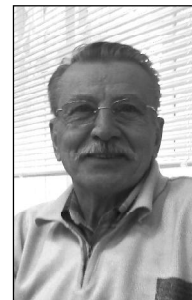
17 марта 2011 г. исполнилось 70 лет ведущему научному сотруднику лаборатории экологии наземных позвоночных отдела экологии животных Института биологии Коми НЦ УрО РАН, доктору биологических наук **Алексее Александровичу Естафьеву**.

Его путь в науке, посвященный фаунистике, систематике, зоогеографии, экологии и охране птиц европейского Севера, был нелегок и плодотворен. Алексеем Александровичем внесен значительный вклад в науку — исследованы фауна и население птиц тайги и тундры европейского Севера от Уральских гор до Финляндии и Швеции. Его многочисленные научные труды известны зоологам не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами. Возглавив в 1986 г. лабораторию экологии наземных позвоночных, он успешно руководил ею более 20 лет. В нелегкие 90-е годы XX в. его организаторский талант, целеустремленность и трудолюбие не только сохранили лабораторию, но и сплотили коллектив работой над фундаментальной многотомной сводкой «Фауна европейского северо-востока России», которая в 1999 г. была удостоена Государственной премии Республики Коми в области науки. В этом же году Алексей Александрович блестяще защитил докторскую диссертацию, впервые обобщив оригинальные и ранее опубликованные сведения о фауне и населении птиц равнин и горных систем европейского северо-востока России. Эта работа получила высокую оценку и признание в кругах специалистов-орнитологов как результат глубокого и всестороннего анализа огромного материала и закономерный итог научного исследования, имеющий огромное теоретическое и практическое значение.

Проработав многие годы на посту заведующего лабораторией экологии наземных позвоночных, Алексей Александрович показал умение руководить коллективом, проявляя индивидуальный подход к каждому сотруднику, ставить перед коллективом научные задачи и добиваться их выполнения. А в «неформальной обстановке» он очень жизнерадостный и обаятельный человек, «душа компании» и интересный рассказчик; примерный семьянин, любящий отец и счастливый дедушка.

Распоряжением президиума Коми научного центра Уральского отделения РАН № 19 от 18.03.2011 г. Алексею Александровичу Естафьеву присвоено почетное звание «Ветеран Коми научного центра Уральского отделения РАН» за многолетний добросовестный труд, значительный вклад в научные исследования в области орнитологии и в связи с 70-летием со дня рождения.

*Дорогой Алексей Александрович!  
Сердечно поздравляем Вас с юбилеем и присвоением почетного звания,  
от души желаем долгих лет активной жизни, крепкого здоровья,  
счастья и благополучия!*



Коллектив Института биологии

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РОСТА ПОБЕГОВ  
СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ И СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КУЛЬТУРАХ

Сосна скрученная *Pinus contorta* (Dougl. var. *latifolia* Engelm.), родиной которой является Северная Америка, интродуцирована во многие европейские страны [13]. На севере Европы первые опытные культуры этой древесной породы были созданы в 1920-1930-х годах в Швеции [17] и Финляндии [14]. На северо-западе России самые старые культуры сосны скрученной такого же возраста находятся в Ленинградской области и Карелии [1]. В 1980-1990-х годах несколько участков испытательных культур, а также лесосеменная плантация сосны скрученной были созданы в республиках Карелия и Коми, Архангельской и Вологодской областях [2, 4, 6].

Исследования, проведенные как в Скандинавии, так и на европейском севере России показали, что сосна скрученная значительно превосходит сосну обыкновенную по скорости роста [5, 8, 9, 16]. Величина годичного прироста дерева в высоту зависит от продолжительности периода роста [10], с другой стороны для выживания в условиях холодного климата ритм роста древесных растений должен быть синхронизирован с местным климатом [7, 12]. Риск повреждений низкими температурами зависит от начала и окончания роста побегов. Во то же время быстрый рост играет важную роль в конкуренции с другими деревьями в насаждении.

Изучение сезонной (фенологической) изменчивости роста сосны скрученной и сосны обыкновенной в условиях Фенноскандии показало, что сосна скрученная начинает рост раньше и заканчивает его позже сосны обыкновенной [3, 11, 15]. В отличие от Фенноскандии, климат Республики Коми является умеренно-континентальным и проявление фенологической изменчивости роста сосны скрученной и сосны обыкновенной здесь может быть иным. Кроме того, данные о сезонной изменчивости роста сосны скрученной необходимы для разработки эффективной селекционной программы этой древесной породы. Цель данной работы – исследовать сезонную изменчивость роста побегов сосны скрученной различного происхождения в сравнении с местной сосной обыкновенной.

Исследование проведено в испытательных культурах, заложенных в Сыктывкарском лесничестве Республики Коми весной 2006 г. Для посадки

использовали двухлетние сеянцы, выращенные в полиэтиленовой теплице. Размещение посадочных мест 3×1 м. Линейные (рядовые) деланки (от 15 до 77 растений) расположены в блоках рендомизированно в пятикратной повторности. Сохранность культур в сентябре 2009 г. составила от 93 до 96 % для сосны скрученной (в зависимости от происхождения) и 76 % для сосны обыкновенной. Причиной более высокого отпада растений сосны обыкновенной по сравнению с сосной скрученной было «снежное шютте», вызываемое патогенным грибом *Phacidium infestans*L.

В опыт были включены шесть вариантов сосны скрученной, выращенной из семян, заготовленных на лесосеменных плантациях в Швеции. Контрольный образец семян был заготовлен на лесосеменной плантации сосны обыкновенной в Сыктывкарском лесничестве Республики Коми (табл. 1). Когда растения достигли пятилетнего возраста (2009 г.), в каждой деланке случайным образом было отобрано по четыре растения, т.е. по 20 растений каждого происхождения. Впоследствии 18 из 140 растений были исключены из исследования в связи с повреждением побегов.

Ранней весной, до начала набухания почек на центральном побеге фломастером наносили черту на расстоянии 10 см от верхнего окончания верхушечной почки. В период набухания почки в мае измерения длины побега от этой черты проводили еженедельно, затем с интервалом в две недели и в конце периода роста (в июле) снова еженедельно. В сентябре было проведено окончательное измерение годичного прироста верхушечного побега. Абсолютные значения прироста были переведены в относительные значения, выраженные в долях годичного прироста. Датами начала и окончания роста были приняты дни, когда относительный прирост составлял около 10 и 90 % соответственно.

Сумму эффективных температур с начала вегетационного периода на даты измерений прироста рассчитывали по данным метеостанции Сыктывкар, расположенной примерно в 15 км от испытательных культур. Зависимость



А. Федорков

между суммами температур (календарными днями) и относительными приростами была аппроксимирована с помощью уравнения вида  $y = 1/(1 + be^{(rx+c/x)})$ . Для статистического анализа был использован пакет программ Statistica 6.0.

Различия между сосной скрученной и сосной обыкновенной были статистически значи-

мыми по величине годичного прироста в высоту, началу и окончанию роста ( $p < 0.05$ ) (табл. 2). В среднем для всех происхождений сосны скрученной величина годичного прироста составила 315 мм, для сосны обыкновенной – 215 мм. Темп роста верхушечного побега был также выше у сосны скрученной, но эти отличия не были статистически значимы (табл. 2, 3).

Растения сосны обыкновенной начали рост на два-пять дней позднее растений сосны скрученной и, соответственно, при более высокой (на 20-40 градусо-дней) сумме температур. Окончание роста произошло на 2-12 дней раньше у растений сосны обыкновенной при меньшей (на 25-115 градусо-дней) сумме температур. Северные происхождения сосны скрученной показали более раннее начало и окончание роста, а также более высокий его темп, но эти различия были статистически незначительны ( $p > 0.10$ ) (табл. 2).

В целом, в условиях умеренно-континентального климата в Республике Коми, как и в условиях морского климата в Швеции [11, 15], сосна скрученная начинает рост раньше и заканчивает его позже сосны обыкновенной. Растения происхождения Скорсрум показали более раннее начало и окончание роста, чем растения более северных происхождений Нарлинге и Оппала. Это может быть связано с тем, что насаждения, в которых отобраны материнские деревья для этой лесосеменной плантации, расположены выше над уровнем моря, чем остальные. Известно также, что сохранность сосны скрученной в географических культурах Британской Колумбии (Канада) лучше в том случае, если материнские насаждения расположены выше над уровнем моря [18].

В условиях континентального климата раннее начало роста сосны скрученной может быть преимуществом

Федорков Алексей Леонардович – к.с.-х.н., в.н.с. отдела лесобиологических проблем Севера. E-mail: [fedorkov@ib.komisc.ru](mailto:fedorkov@ib.komisc.ru). Область научных интересов: лесная селекция.

Таблица 1

**Характеристика семейственных лесосеменных плантаций,  
на которых были заготовлены семена для закладки испытательных культур**

Название	Географическая координата		Год закладки	Расположение материнских деревьев в Канаде	Зона использования семян в Швеции и России
	широта	долгота			
Нарлинге	60°03'	~17°	1987	60°44'–63°40'	60°44'–63°40'
Оппала	60°46'	~17°	1983-1985	59°17'–62°40'	59°17'–62°40'
Скорсерум	58°00'	~17°	1984-1985	57°36'–60°38'	57°36'–60°38'
Ларслунд	58°46'	~17°	1982	55°38'–58°40'	55°38'–58°40'
Румхулт	57°41'	~17°	1981	54°17'–56°08'	54°17'–56°08'
Остерби	58°08'	~17°	1981	50°51'–53°50'	50°51'–53°50'
Сыктывкар*	61°55'	50°38'	1979-1981	61°05'–62°30'	60°00'–64°00'

\* Здесь и далее: лесосеменная плантация сосны обыкновенной, остальные – сосны скрученной [9].

перед сосной обыкновенной в использовании короткого вегетационного периода. С другой стороны, позднее окончание роста привело к поврежде-

нию южных происхождений Румхулт и Остерби низкими температурами в конце зимы–начале весны 2010 г. В то же время следует отметить, что север-

ные происхождения сосны скрученной, более близкие к сосне обыкновенной по окончанию роста, не были повреждены (см. фото).



Повреждение низкими температурами (конец зимы–начало весны 2010 г.) сосны скрученной различного происхождения: Нарлинге (1), Оппала (2), Скорсерум (3), Ларслунд (4), Румхулт (5) и Остерби (6).

Таблица 2

Дисперсионный анализ полученных данных

Признак	Источник варьирования							
	порода				Происхождение сосны скрученной			
	df	MS	F	p	df	MS	F	p
Прирост годичный	1	42629	5.956	0.020	5	1268	0.134	0.983
Рост								
темп	1	14.039	2.194	0.148	5	0.401	0.046	0.998
начало	1	0.00416	9.570	0.004	5	0.0008	2.031	0.110
окончание	1	0.01735	10.974	0.002	5	0.0030	1.950	0.124

10. Eriksson G., Ekberg I., Clapham D. An introduction to forest genetics. – (www.vbsg.slu.se/forgen/ – 2006. 186 p.)

11. Hagner M. A genecological investigation of the annual rhythm of *Pinus contorta* Dougl. and a comparison with *Pinus sylvestris* L. // *Studia Forestalia Suecica*, 1970. №81. 26 p.

12. Hannerz M. Genetic and seasonal variation in hardiness and growth rhythm in boreal and temperate conifers – a review and annotated bibliography. Uppsala, 1998. 52 p. – (Report of the Forestry Research Institute of Sweden; № 2).

Таблица 3

Годичный прирост (мм), темп прироста (мм/сутки), относительный прирост на начало (28 мая) и окончание (2 июля) роста сосны скрученной и сосны обыкновенной

Происхождение	Годичный прирост			Темп прироста			Начало роста			Окончание роста		
	среднее	min	max	среднее	min	max	среднее	min	max	среднее	min	max
Нарлинге	303	180	391	11.8	7.9	15.6	0.103	0.079	0.124	0.926	0.898	0.956
Оппала	329	204	468	11.6	8.1	15.4	0.099	0.083	0.118	0.903	0.845	0.931
Скорсерум	291	201	462	11.3	8.0	17.2	0.119	0.093	0.167	0.925	0.888	0.942
Ларслунд	333	185	421	11.4	7.2	13.7	0.110	0.083	0.122	0.894	0.856	0.919
Румхулт	315	232	446	11.1	7.6	13.4	0.084	0.063	0.102	0.895	0.850	0.931
Остерби	320	230	453	11.1	8.7	14.5	0.088	0.057	0.115	0.860	0.762	0.931
Сыктывкар	215	195	255	9.5	9.0	10.5	0.069	0.059	0.075	0.965	0.953	0.975

Успех выращивания сосны скрученной на европейском севере России зависит в значительной степени от происхождения материала, и для того, чтобы сделать окончательные выводы, необходимы более длительные наблюдения за выживаемостью и ростом этой древесной породы в испытательных культурах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиргидов Д.Я. Сосна Муррея и дуб красный в северо-западных районах СССР // Лесное хозяйство, 1952. № 7. С. 8-10.
2. Стафеев Б.Л. Особенности выращивания сеянцев сосны скрученной в Архангельской области // Материалы отчетной сессии по итогам НИР за 1989 г. Архангельск, 1990. С. 79-80.
3. Раевский Б.В. Фенология и особенности развития сосны скрученной на ранних этапах онтогенеза // Лесной журн., 1992. № 2. С. 35-40.
4. Раевский Б.В. Опыт интродукции сосны скрученной на европейском севере России // Экологические проблемы северных регионов и пути их ре-

шения: Матер. междунар. конф. Апатиты, 2004. С. 78-80.

5. Раевский Б.В., Мордась А.А. Рост и продуктивность испытательных культур сосны скрученной в южной Карелии // Лесной журн., 2000. № 5-6. С. 74-81.

6. Федяев А.Л., Бормотов В.И., Бирюков С.Ю. Американка на европейском севере России // Экологические проблемы Севера. Архангельск, 2003. С. 98-100. – (Межвузовский сб. науч. тр. / Отв. ред. П.А. Феклистов; Вып. 6).

7. Aitken S., Hannerz M. Genecology and gene resource management strategies for conifer cold hardiness // *Conifer cold hardiness* / Eds. I. Bigras, S.J. Colombo. Amsterdam: Kluwer Acad. Publ., 2001. P. 23-53.

8. Elfving B., Ericsson T., Rosvall O. The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden – a review // *Forest ecology and management*, 2001. № 141. P. 15-20.

9. Ericsson T. Lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*) breeding in Sweden – results and prospects based on early evaluations. Savar (Sweden), 1994. 32 p.

13. Lindgren D. Breeding *Pinus contorta* in different countries // *Pinus contorta* from untamed forest to domesticated crop / Ed. D. Lindgren. Umeo (Sweden), 1993. P. 264-270.

14. (Lahde E.) Older lodgepole stands in southern Finland / E. Lahde, J. Nieminen, K. Etholen, P. Suolanti // *Folia Forestalia*, 1982. № 533. 38 p.

15. Nilsson J-E. Seasonal changes in phenological traits and cold hardiness of F1-populations from plus-trees of *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* of various geographical origins // *Scand. J. Forest Res.*, 2001. №16. P. 7-20.

16. Ruotsalainen S., Velling P. *Pinus contorta* provenances in northern Finland // *Pinus contorta* from untamed forest to domesticated crop / Ed. D. Lindgren. Umeo (Sweden), 1993. P. 122-136.

17. Segebagen G. Lodgepole pine in Sweden – a situation report // *Pinus contorta* from untamed forest to domesticated crop / Ed. D. Lindgren. Umeo (Sweden), 1993. P. 8-23.

18. Ying C.C. Performance of lodgepole pine provenances in southwestern British Columbia // *Silvae Genetica*, 1991. № 40. P. 215-233.

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Андрею Федоровичу Осипову с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (03.02.08 – экология) «Динамика содержания органического углерода в заболоченных сосняках средней тайги» (диссертационный совет Д 004.007.01 при Институте биологии Коми НЦ УрО РАН)!

Желаем дальнейших творческих успехов!



К ЭКОЛОГИИ *POECILUS VERSICOLOR* (STURM, 1824) (COLEOPTERA: CARABIDAE)

Отдельные аспекты экологии жужелиц, включая особенности жизненных циклов и поло-возрастной структуры популяций отдельных видов, обсуждались как зарубежными, так и отечественными исследователями. В частности, показана поливариантность жизненного цикла *Harpalus affinis* [7], географическая изменчивость жизненного цикла *Pterostichus melanarius* [6] и поло-возрастной структуры популяций *Broscus cephalotes* [9], рассмотрены особенности жизненных циклов *Poecilus cupreus*, *Pterostichus niger*, *Harpalus rufipes* [18], разработанная типология жизненных циклов жужелиц Западной Палеарктики [8]. В качестве модельных в этих исследованиях часто выступают широко распространенные, экологически пластичные полизональные виды, составляющие ядро доминантов в природных и антропогенно нарушенных экосистемах, а также в агроценозах [11, 17].

Одним из таких видов является *Poecilus versicolor*. Длина его тела варьирует в пределах от 8.5 до 12 мм, верх медно-красный, бронзовый, зеленый или черный с зеленым блеском, иногда двуцветный (см. фото). Этот термофильный, мезоксерофильный вид, распространенный в лесной зоне Европы и Сибири, вплоть до побережья Тихого океана, предпочитает увлажненные местообитания, в Европе доминирует в агроценозах [1, 11]. Жизненная форма характеризуется как зоофаг и стратобионт подстилочно-почвенный. По принадлежности к экологической группе это лугово-полевой вид [15]. Входит в состав обязательных доминирующих видов жужелиц на лугах разных географических точек лесной зоны Европы и европейской части России [14]. На лугах подзоны средней тайги Архангельской области этот вид действительно преобладает по численности среди жужелиц. На лугах подзоны северной тайги Архангельской области *P. versicolor* встречается единично в связи с тем, что не способен к изменению жизненного цикла [12, 13]. Доминирует в луговых и парковых ценозах городов [5, 12]. Важными природными факторами, определяющими численность этого вида, являются влажность почвенного покрова и длительность существования биоценоза [5]. Для вида характерен весенний тип размножения [2], обычно период размножения приходится на весну и начало лета. Зимует имаго.

Материалом для настоящего исследования послужили сборы А.А. Таскаевой, проведенные во второй декаде июля 2009 г. на речных островах Пуштади и Бияизъяди, расположенных в бассейне среднего течения р. Илыч (Печоро-Ильчский заповедник, предгорья Северного Урала). Исследуемые участки представляют собой стадии первичных сукцессий пойменных экосистем на аллювиальных наносах. На начальных этапах первичной сукцессии формируются открытые группировки, а затем сообщества травянистых многолетников. В их составе определяющую роль играют виды сначала прибрежноводно-болотной, а по мере постепенного формирования поймен-



Т. Конакова

ной террасы – луговой долиной эколого-ценотических групп [3]. Высокое относительное обилие *P. versicolor* отмечено в разнотравных сообществах на галечниках островов Пуштади и Бияизъяди.

Сбор материала проводили при помощи стандартных почвенно-зоологических методов [4]. Жуков отлавливали почвенными ловушками [16], в качестве которых использовали пластиковые стаканы емкостью 0.25 л и диаметром ловчего отверстия

68 мм. В качестве фиксирующей жидкости применяли концентрированный раствор NaCl. В каждом изучаемом биоценозе устанавливали по 10 ловушек с расстоянием между ними 3 м. За исследуемый период отработано 300 ловушко-суток, при этом собрано 125 экз. имаго *P. versicolor* (27 и 83 экз. – на галечниках (Т2) и (Т3) о-ва Пуштади, 15 экз. – на галечнике (Т5) о-ва Бияизъяди).

Определение поло-возрастной структуры популяций *P. versicolor* проводили по методике Валлина [19] с выделением четырех физиологических состояний имаго обоих полов. Эта методика предусматривает распределение имаго по степени изношенности мандибул и репродуктивного состояния гонад на возрастные группы:

1. *Ювенильные*. Недавно отродившиеся особи, часто с мягкими элитрами и светлой окраской. У самок не различаются развитые ооциты или жировые запасы. У самцов не развиты семенники. Мандибулы острые.

2. *Имматурные*. У незрелых самок кутикула полностью затвердела, яиц в яичниках нет; яичники компактные, непрозрачные, белые, боковые яйцеводы небольшие и узкие; желтые тела отсутствуют; жировые запасы часто большие. Мандибулы острые. Особи со следами развития ооцитов, но без желтых тел, отнесены к имматурным. У самцов семенники белые, непрозрачные, занимают менее половины длины брюшка.

3. *Генеративные*. В яичниках у самок полностью сформированные яйца, т.е. это жуки либо размно-

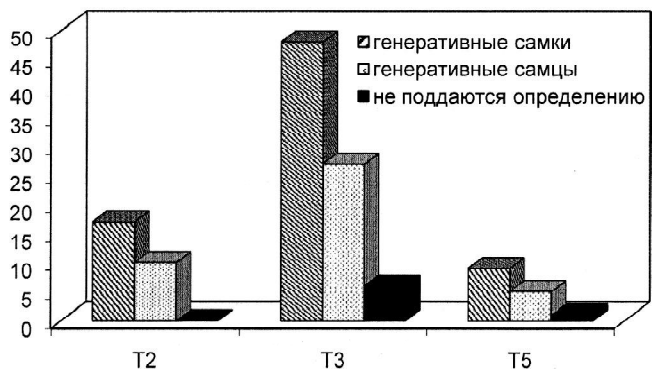
Внешний вид *Poecilus versicolor*. Фото В.И. Гуменюк. – ([www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/](http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/)).

жающиеся первый сезон (без желтого тела; мандибулы неизношенные), либо уже размножавшиеся, по крайней мере, один сезон (желтое тело отчетливое, мандибулы изношенные); жировые запасы небольшие. Семенники самцов большие и раздутые, заполняющие почти всю полость брюшка.

4. *Постгенеративные.* У самок нет яиц в яйцеводах или яичниках; боковые яйцеводы большие, желтые тела часто видны как темные пятна у основания каждой яйцевой трубки; нет жировых запасов. Мандибулы изношенные. Желтые тела иногда с трудом просматриваются у самок, совсем не имеющих жировых запасов, но эти особи отличаются от незрелых жуков увеличенными яйцеводами и изношенными мандибулами. Семенники постгенеративных самцов регрессирующие, желтого цвета, занимают менее 1/2 длины брюшка.

В результате изучения поло-возрастной структуры популяций *P. versicolor*, населяющих на речных островах Пуштади и Бияизъяди разнотравные сообщества на галечниках, было выявлено, что из 125 экз. имаго жужелиц более половины в разнотравных сообществах на галечниках речных островов составляют генеративные самки с большим количеством яиц, 36 % имаго жужелиц – генеративные самцы. У остальных особей (6.4 %) определение поло-возрастной структуры невозможно. В каждой популяции *P. versicolor* соотношение самок и самцов составляет 2:1 (см. рисунок).

По данным Б.Ю. Филиппова [11], *P. versicolor* имеет одногодичный жизненный цикл с раннелетним размножением в средней тайге. Его жизненный цикл сформировался на основе весеннего типа развития с зимовкой неполовозрелых имаго. Размножение у таких видов происходит в начале сезона, развитие личинок – в течение лета. Во второй половине сезона появляется молодое поколение жуков, которые уходят на зимовку и приступают к размножению в начале следующего сезона. Возможно, на начальных стадиях первичных сукцессий пойменных экосистем, формирующихся на аллювиальных наносах (в предгорьях Северного Урала), *P. versicolor* приступает к размножению позднее, если его жизненный цикл полностью проходит в этих сообществах. Однако *P. versicolor* обладает высокой миграционной активностью – хорошо развиты крылья и способность к полету. Этот вид активно осваивает открытые пространства [17]. Поэтому он мог появиться в биоценозах речных остро-



Поло-возрастная структура популяций *Poecilus versicolor* в разнотравных сообществах на галечниках островов Пуштади (T2 и T3) и Бияизъяди (T5).

вов в результате расселения, в таком случае в разнотравных сообществах на галечниках *P. versicolor* проходит только часть жизненного цикла. Для более детального изучения поло-возрастной структуры популяций *Poecilus versicolor* и особенностей жизненного цикла этого вида на изолированных речных островах необходимо изучение сезонной и межгодовой динамики популяций.

Исследования проведены при поддержке гранта Республики Коми и РФФИ (09-04-98813-р-север\_а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин А.Г. Зоогеографический анализ фауны жужелиц (Coleoptera: Carabidae) лесной зоны Среднего Урала // Энтомол. обозрение, 2000. Т. 79, № 2. С. 328-339.
2. Грюнталь С.Ю. Организация сообществ жужелиц (Coleoptera: Carabidae) лесных биогеоценозов Восточно-Европейской (Русской) равнины. М., 2008. 484 с.
3. Дегтева С.В. Анализ первичных сукцессий в пойменных ландшафтах Печоро-Ильчского заповедника на примере острова Пуштади / С.В. Дегтева, Е.М. Лаптева, А.А. Колесникова, А.Б. Новаковский // Труды Печоро-Ильчского заповедника. Сыктывкар, 2010. Вып. 16. С. 42-49.
4. Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. 287 с.
5. Коровина Н.А. Жуки-жужелицы (Coleoptera: Carabidae) урбанизированных луговых ценозов (на примере г. Кемерово): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2007. 20 с.
6. Маталин А.В. Географическая изменчивость жизненного цикла *Pterostichus melanarius* (Coleoptera: Carabidae) // Зоол. журн., 2006. Т. 85, № 5. С. 573-585.
7. Маталин А.В. Поливариантность жизненного цикла *Harpalus (s.str.) affinis* Schrank и ее адаптивное значение // Изв. РАН. Сер. биол., 1998. № 4. С. 496-505.
8. Маталин А.В. Типология жизненных циклов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Западной Палеарктики // Зоол. журн., 2007. Т. 86, № 10. С. 1196-1220.
9. Маталин А.В., Будилов П.В. Географическая изменчивость поло-возрастной структуры популяций и жизненного цикла *Brosicus cephalotes* (Coleoptera, Carabidae) // Зоол. журн., 2003. Т. 82, № 12. С. 1445-1453.
10. Семенова О.В. Экология жужелиц в промышленном городе // Экология, 2008. № 6. С. 468-474.
11. Филиппов Б.Ю. Население и динамика демографической структуры популяций жужелиц (Coleoptera: Carabidae) в лесах северной тайги: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2000. 16 с.
12. Филиппов Б.Ю. Пути адаптации и экологические закономерности освоения жужелицами (Coleoptera: Carabidae) севера Русской равнины: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2008. 42 с.
13. Филиппов Б.Ю., Зезин И.С. Жужелицы (Coleoptera: Carabidae) лугов пригорода Архангельска // Вестн. Поморского ун-та. Сер. естественных и точных наук, 2004. № 2 (6). С. 40-52.
14. Филиппов Б.Ю., Зезин И.С. Жужелицы (Coleoptera: Carabidae) лугов карстового ландшафта северной тайги // Вестн. Поморского ун-та. Сер. естественных и точных наук, 2005. № 1 (7). С. 72-83.
15. Филиппов Б.Ю., Зезин И.С. Экологическая характеристика населения жужелиц (Coleoptera: Carabidae) лугов северной тайги Архангельской области // Изв. РАН. Сер. биол., 2006. № 4. С. 482-490.
16. Целищева Л.Г., Алалыкина Н.М. Фауна жужелиц (Coleoptera: Carabidae) Кировской области и

возможность использования данных в оценке экологического состояния ее территории // Закономерности зональной организации комплексов животного населения европейского северо-востока России. Сыктывкар, 2005. С. 189-205. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 177).

17. Шарова И.Х., Денисова М.И. Сезонная динамика лесных популяций жуужелиц рода *Pterostichus* (Coleoptera: Carabidae) // Зоол. журн., 1997. Т. 76, № 4. С. 418-427.

18. Barber H. Traps for cave-inhabiting insects // Elisha Mitchel Sci. Soc., 1931. P. 256-259.

19. (Sander A.C.) Landscape effects on the genetic structure of the ground beetle *Poecilus versicolor* (Sturm, 1824) / A.C. Sander, T. Purtauf, S. Holzhauser, V. Wolters // Biodiversity and conservation, 2006. Vol. 15. P. 245-259.

20. Wallin H. Distribution, movements and reproduction of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) inhabiting cereal fields. Uppsala (Sweden), 1987. 26 p.

21. Wallin H. The influence of different age classes on the seasonal activity and reproduction of four medium-sized Carabid species inhabiting cereal fields // Holartic Ecol., 1989. Vol. 12, № 3. P. 201-212.

## ЮБИЛЕЙ

В марте отметила свой юбилей известный специалист в области бриологии, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института биологии, лауреат Государственной премии Республики Коми в области науки **Галина Виссарионовна Железнова**.

Г.В. Железнова родилась в г. Куйбышев (ныне Самара). С 1964 по 1969 г. обучалась в Ленинградском государственном университете на кафедре биогеографии географического факультета. В 1969 г. была принята на работу в Институт биологии Коми филиала Академии наук СССР в лабораторию геоботаники и систематики растений на должность старшего лаборанта. С первых же дней Галина Виссарионовна активно включилась в бриологические исследования, проводимые на территории Республики Коми под руководством к.б.н. И.Д. Кильдюшевского. Вместе с Игорем Дмитриевичем она провела очень большую и кропотливую работу по созданию научного гербария споровых растений в Институте биологии. На настоящий момент в гербарии представлена самая большая коллекция печеночников и листоватых мхов на европейской части северо-востока России, насчитывающая более 48 тыс. образцов, из которых более 15 тыс. собраны лично Галиной Виссарионовной. Исследованиями, выполненными ею за годы работы в Институте биологии, охвачена практически вся территория Республики Коми.

Г.В. Железнова внесла большой научный и практический вклад в исследования флоры мохообразных европейского северо-востока России. Обучаясь в заочной аспирантуре Коми филиала Академии наук СССР с 1972 по 1976 г., Г.В. Железнова собрала материал для кандидатской диссертации по теме «Флора мохообразных Среднего Тимана», защита которой состоялась в 1984 г. на заседании специализированного совета при Ленинградском государственном университете. Докторская диссертация (2000 г.) Галины Виссарионовны посвящена изучению флоры листоватых мхов обширной территории Республики Коми. В этой научной работе автором обобщены 30-летние материалы изучения бриофлоры, показаны зональные особенности ее таксономической, географической, экологической и эколого-ценотической структур, выполнено бриофлористическое районирование исследованной территории, дана оценка современного состояния, выявлены редкие виды, составлены карты распространения видов. Особое внимание в своих исследованиях Г.В. Железнова уделяет вопросам охраны редких видов растений. Сведения о 55 редких видах мхов, нуждающихся в охране, послужили основой для написания раздела «Мохообразные» Красной книги Республики Коми (1998, 2009).

Материалы исследований использованы при составлении Государственного доклада о состоянии окружающей природной среды Республики Коми, создании электронного кадастра «Редкие растения Республики Коми», чтении курса лекций ботанических дисциплин студентам Сыктывкарского государственного университета. Полученные научные результаты создают теоретическую основу для решения проблем сохранения биоразнообразия и устойчивого функционирования экосистем в изменяющихся условиях природы, вносят вклад в решение проблемы рационального использования и возобновления природных ресурсов при антропогенном освоении территории, дают материал для выяснения истории формирования флоры региона.

Творческий потенциал Г.В. Железновой реализован в многочисленных публикациях. Она автор и соавтор 123 опубликованных работ, в том числе 17 монографий. Это закономерные результаты ее неизменного трудолюбия и большой работоспособности.

Г.В. Железнова проводит большую научно-организационную работу. Под ее руководством защищены две кандидатские диссертации. С 2001 г. является членом диссертационного совета Института биологии Коми НЦ УрО РАН по защитах кандидатских и докторских диссертаций, с 2003 г. возглавляет экспертную комиссию Института, курирует работу гербария мохообразных.

Коллеги ценят Галину Виссарионовну не только как высококлассного специалиста, но и как чуткого, отзывчивого и доброго человека. Она обладает огромным личным обаянием. С ней всегда приятно и легко работать.

*В этот знаменательный день хочется от всей души пожелать Галине Виссарионовне доброго здоровья, неиссякаемой энергии, успехов в работе, счастья и семейного благополучия!*

Коллектив Института биологии



## СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛУКЕ *ALLIUM SCHOENOPRASUM* L. И ДИНАМИКА ЕЕ РАЗРУШЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Лук – удивительное растение. Его целебную силу испытали на себе многие поколения людей. Еще древние медики утверждали, что луки можно применять как лечебное средство. И в наше время исследования показывают, что наряду с ценными питательными свойствами они обладают большим разнообразием биологически активных веществ и жизненно важных микронутриентов, что позволяет рассматривать их как интересные объекты фармаконутриентологии. Из всего многообразия растений рода *Allium* во флоре Республики Коми встречаются три вида – *Allium angulosum* L. (лук угловатый, луговой), *A. schoenoprasum* L. (лук скорода, резанец, шнитт) и *A. strictum* Schrad. (лук торчащий). В ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН данные виды выращиваются из семян, поступивших из Главного ботанического сада РАН (Москва) и других ботанических садов России и зарубежья. Ценным свойством многолетних луков является способность накапливать азотистые вещества, различные сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза), полисахариды, липиды, органические кислоты (лимонная, яблочная), витамины (PP, C, B<sub>1</sub>, B<sub>12</sub>), микро- и макроэлементы.

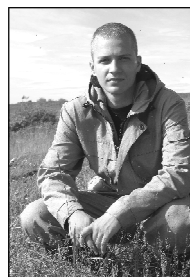
Витамины – это жизненно необходимые органические соединения, которые в небольших количествах постоянно требуются для нормального протекания биохимических реакций в организме человека [7]. В 1880 г. русский ученый Н.И. Лунин высказал предположение, что для нормального развития и жизни животных кроме белков, жиров, углеводов, солей и воды, необходимы еще особые, неизвестные в то время вещества, названные позднее витаминами. Они относятся к группе низкомолекулярных органических соединений различного химического строения [5]. В настоящее время описано более 50 витаминов и витаминоподобных веществ, из которых 20 человек должен получать из пищи. Среди них на первом месте стоит витамин С [7]. Впервые он был выделен русским ученым Н.А. Бессоновым из сока капусты в 1922 г. [2]. Венгерский ученый Сент-Гиорги (Szent-Georgi) обнаружил,

что полученный им препарат витамина С является гексуроновой кислотой. В связи с физиологическим действием витамина С он получил новое название – аскорбиновая кислота. Структуру этого витамина почти одновременно расшифровали английские ученые Эйлер, Хирст и немецкий исследователь Михель [3].

Аскорбиновая кислота представляет собой бесцветные кристаллы и имеет эмпирическую формулу (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>), молекулярную массу 176 и в химическом отношении представляет собой лактон 2,3-диенол-1-гулоновой кислоты. В кристаллической форме аскорбиновая кислота устойчива, однако в водных растворах быстро теряет свою биологическую активность, особенно в присутствии воздуха и следов металлов. Аскорбиновая кислота является одноосновной кислотой, дающей соли типа C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>6</sub>Me. Она легко растворяется в метиловом спирте, но в высших спиртах почти не растворима [4]. Витамин С – близкое к сахарам соединение с сильными восстановительными свойствами [1]. Наличие в молекуле этого витамина так называемой диэнольной группировки обуславливает подвижность двух атомов водорода. При окислении аскорбиновая кислота переходит в дегидроаскорбиновую кислоту [2].

В растениях и организме человека и животных витамины ведут себя весьма активно. Если человек и животные приспособились получать готовые витамины из растений, то растениям приходится синтезировать их из простых соединений. Для этого в ходе эволюции они освоили сложные биохимические реакции, идущие с использованием солнечной энергии [7].

Возможности витамина С сложны и многогранны. Он является непрямым участником биосинтеза белков в животных организмах, прежде всего коллагена и эластина, которые обеспечивают прочность и эластичность кожи, костей, хрящей. Аскорбиновая кислота участвует в окислительно-восстановительных процессах, происходящих в тканях, обезвреживании ток-



Н. Матистов

сичных веществ, биосинтезе гормонов и других необходимых для организма веществ, в освоении животным организмом минеральных и питательных веществ из пищи. Без нее невозможно выздоровление организма от ран, воспалительных процессов, язвенных поражений желудка, кишечника.

Аскорбиновая кислота повышает адаптационные возможности и сопротивляемость организма к неблагоприятным воздействиям [3]. Когда потребность в витамине С удовлетворяется не полностью, возникает его недостаточность – гиповитаминоз. В условиях большого дефицита развивается авитаминоз (цинга). В северных регионах, где длинный холодный период и отсутствие солнечного света приводит к нехватке витаминов, в том числе аскорбиновой кислоты, восполнить их недостаток можно потреблением зелени шнитт-лука, который отрастает ранней весной, и его нежная зелень содержит более 200 мг аскорбиновой кислоты на 100 г сырого продукта.

Целью наших исследований была оценка содержания аскорбиновой кислоты в луке *A. schoenoprasum* и динамика ее разрушения в процессе хранения в различных условиях.

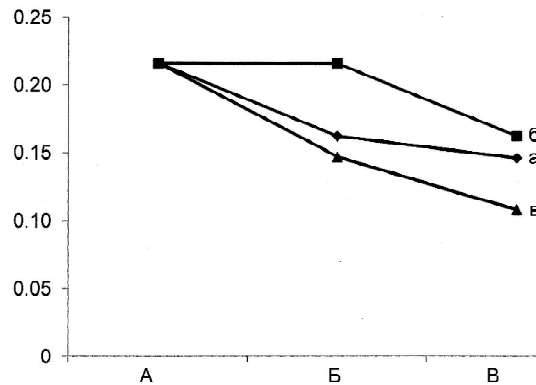
Для анализа количественного содержания аскорбиновой кислоты взята свежая зелень лука (лист) *A. schoenoprasum* в фазу отрастания и сухая биомасса, высушенная при температуре 35 °С и постоянном вентилировании. Для анализа использовали метод титрования раствора аскорбиновой кислоты щелочным раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия. Количественное определение витамина С проводили титруя исследуемый раствор, подкисленный соляной кислотой, щелочным раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола, имеющем синюю окраску. Витамин С в титруемом растворе обесцвечивает приливаемый щелочной раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола за счет образования восстановленной формы. При полном окислении титруемый раствор приобретал розовую окраску. Зная количество 2,6-дихлорфенолиндофено-



ла, израсходованное на титрование, и его титр (титр определяли раствором  $KJ O_3$  0.001 н.), установленный по аскорбиновой кислоте, вычисляли ее содержание в исследуемом растворе. Для анализа брали точную навеску исследуемого материала и гомогенизировали его в химическом стакане, постепенно прибавляя дистиллированную воду. Полученную смесь оставляли на 5-10 мин. для экстракции. Гомогенат тщательно перемешивали, фильтровали через бумажный фильтр и фильтрат использовали для определения витамина С. К 1 мл фильтрата добавляли 1 мл 2%-ного раствора соляной кислоты, 13 мл дистиллированной воды, титровали из бюретки 0.001 н. раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола до появления розового окрашивания, не исчезающего около 30 с [6].

Титрометрическое определение показало, что свежая зелень лука содержит 0.2164 % (216.4 мг/100 г) аскорбиновой кислоты, тогда как в высушенном образце ее содержание составило 0.0266 % (26.6 мг/100 г), т.е. при сушке при температуре 35 °С ее содержание падает многократно.

Для определения динамики разрушения аскорбиновой кислоты в процессе хранения полученный экстракт из свежей зелени лука хранили в различных условиях: при комнатной температуре ( $t = +23$  °С), в холодильной ( $t = +3$  °С) и морозильной камерах ( $t = -23$  °С) в течение семи суток (см. рисунок). Изменение количественного содержания аскорбиновой кислоты определяли титрованием на третьи и



Содержание (%) аскорбиновой кислоты в луке *Allium schoeoprasum* в процессе его хранения при комнатной температуре (а), в холодильной (б) и морозильной (в) камерах в первые (А), третьи (Б) и седьмые (В) сутки.

седьмые сутки после ее извлечения из растения. После хранения в течение трех суток максимальное ее содержание сохранилось в экстракте, хранившемся в холодильной камере при температуре +3 °С, разрушения витамина С практически не произошло. В экстрактах, хранившихся при комнатной температуре и в морозильной камере, произошло значительное снижение содержания аскорбиновой кислоты (на 25 и 32 % соответственно). На седьмые сутки максимальное снижение (50 %) ее содержания наблюдалось в образце, хранившемся в морозильной камере. В образце, хранившемся при комнатной температуре, снижение количественного содержания аскорбиновой кислоты составило 32 %. Наименьшая потеря АК наблюдалась для образца, хранившегося в холодильной камере (25 %).

Таким образом, наилучшими условиями хранения шнитт-лука для сохранения содержания аскорбиновой

кислоты можно считать хранение в холодильной камере при температуре +3 °С, при которой сохраняются и все органолептические свойства гомогената (цвет, запах, консистенция). При хранении в условиях комнатной температуры наблюдалось более значительное снижение ее содержания и ухудшение органолептических свойств – раствор приобрел темно-зеленый цвет, неприятный запах гнилого лука и коллоидную консистенцию, образовав темно-зеленые хлопья по всему объему раствора. При хранении в морозильной камере органолептические свойства гомогената не претерпевали изменений, но потеря в витамине С на седьмые сутки составила 50 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гребинский С.О. Биохимия растений. Львов: Высш. школа, 1975. 279 с.
2. Карабанов И.А. Витамины и фитогормоны в жизни растений. Минск, 1977. 110 с.
3. Колотилова А.И., Глушанков Е.П. Витамины (химия, биология, физиологическая роль). Л.: Изд-во ЛГУ, 1976. 248 с.
4. Кретович В.Л. Основы биохимии растений. М.: Высш. школа, 1971. 464 с.
5. Лебедев С.И. Физиология растений. М., 1988. 544 с.
6. Фармакопея СССР. М.: Медицина, 1968. С. 43-44.
7. Шараев П.Н. Каждому о витаминах. Ижевск, 1994. 92 с.

## РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ НА ПОЛИЭЛЕМЕНТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Возрастание нагрузки на агроландшафты в результате техногенной трансформации биосферы требует объективной оценки уровня загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ), одним из критериев которого является рост и развитие растений. Наиболее часто встречается полиэлементное загрязнение. Воздействие комплекса элементов на растения во многом отличается от их реакции на отдельный элемент [1, 2]. Исследования же в основном сосредоточены на изучении моноэлементного



Г. Елькина

загрязнения. В связи с этим актуально оценить влияние полиэлементного загрязнения на сельскохозяйственные культуры. Целью наших исследований было изучить влияние моно- и полиэлементного загрязнения на рост кормовых культур и транслокацию ТМ в растения.

Исследования проведены на легкосуглинистой пахотной подзолистой почве в двух последовательных экспериментах. В первом (мелкоделяночном) изучали влияние контрастных уровней загрязнения. При этом

Елькина Галина Яковлевна – д.с.-х.н., с.н.с. отдела почвоведения. E-mail: [elkina@ib.komisc.ru](mailto:elkina@ib.komisc.ru). Область научных интересов: минеральное питание растений, микроэлементы, тяжелые металлы.

минимальный уровень таких элементов, как медь, цинк и кобальт соответствовал оптимальному содержанию для подзолистых почв; а свинца и кадмия – расчетному поступлению с туками и мелиорантами в течение 10-15 лет. Для формирования первого уровня цинк и медь вносили в количестве 500 (1.7 мг/кг), кобальт и свинец – 100 (0.33 мг/кг), кадмий и ртуть – 10 мг/м<sup>2</sup> (0.03 мг/кг). При полиэлементном загрязнении эти элементы вносили в комплексе. Для создания среднего и высокого уровня загрязнения дозы увеличивали в 10 и 100 раз соответственно. В первый год возделывали однолетние травы (горох и овес в смешанном посеве), во второй-третий год – клевер, в четвертый – овес. Разные по содержанию ТМ образцы почвы для второго (микрополевого) опыта были получены в результате смешивания максимально загрязненной почвы мелкоделяночного эксперимента с почвой контрольных делянок. Оценка полиэлементного загрязнения осуществлялась при среднем и высоком уровне загрязнения. Валовое содержание ТМ в почвах после разложения смеси азотной, фтористоводородной и хлорной кислот определяли методом атомной абсорбции на приборе фирмы «Hitachi» (модель 180-80 Z). В почвах наряду с валовым содержанием анализировали подвижные формы, переходящие в 1 М НСl, ацетатно-аммонийный буфер (вытяжка Н.К. Крупского и А.М. Александровой). Определение ТМ в растениях осуществляли после разложения смесью азотной кислоты и перекиси водорода на СВЧ-минерализаторе «Минотавр-1» методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Низкий уровень загрязнения в мелкоделяночном эксперименте не вызвал снижения продуктивности. При среднем загрязнении медью и цинком происходило снижение всхожести семян и ингибирование роста, а максимальное загрязнение медью привело к гибели растений (табл. 1). При избытке кобальта произошла гибель гороха. Наибольшей токсичностью обладал кадмий. При дозах в 10 раз ниже, чем свинца, и в 50 раз ниже, чем меди и цинка, выжили лишь отдельные растения овса. Среднее

загрязнение комплексом металлов вызвало более значительное снижение продуктивности гороха (-64%), чем моноэлементное. При более сильном загрязнении, как и при максимальном поступлении в почву меди, произошла гибель трав. Значительное снижение биомассы овса наблюдали при загрязнении кадмием и кобальтом. Избыток меди и кобальта проявлялся в виде хлоротичных пятен на листьях гороха и светлых полос на листьях овса. Максимальное загрязнение всеми металлами одновременно в дополнение к хлорозу привело к скручиванию листьев овса.

Клевер, как и горох, был менее толерантен к загрязнению почв ТМ. Высокие дозы меди, кобальта и кадмия, а также и комплекса металлов, привели к гибели растений. При среднем загрязнении комплексом ТМ биомасса клевера первого года пользования была на 43 % ниже фона, тогда как по отдельным металлам разница с фоном составила 10-39 %. На клевере второго года пользования токсическое действие ТМ, как при моно-, так и при полиэлементном загрязнении было ниже. На четвертый год снижение биомассы овса было менее существенно, чем непосредственно после внесения. Однако ингибирующее действие полиметаллического загрязнения оставалось высоким. Снижение токсичности обусловлено закреплением ТМ почвенно-глобализирующим комплексом, вымыванием и отчуждением растениями.

Валовое содержание меди в почве микрополевого опыта изменялось с 9.8 до 182.8, цинка – с 33.8 до 219.2, кобальта – с 6.2 до 65.5, свинца – с 9.7 до 62.4, кадмия – с 0.1 до 5.6 мг/кг (табл. 2). Количество свинца, меди и кадмия при максимальном загрязнении превышало ПДК, а свинца и кобальта – ОДК. Вследствие слабой буферности подзолистых почв, обусловленной низким содержанием органического вещества и кислой реакцией среды, с повышением уровня загрязнения происходило увеличение не только абсолютных величин, но и относительного количества экстрагируемых соединений. Из максимально загрязненной отдельными ТМ поч-

Таблица 1

Биомасса трав при загрязнении почв тяжелыми металлами, г сухой массы/м<sup>2</sup> (мелкоделяночный опыт)

Доза, мг/кг	Горохо-овес	Клевер I г.п.	Клевер II г.п.	Овес
Фон	263	620	1048	62
Cu17	221 (-16)	558 (-10)	736 (-28)	73 (18)
Cu170	0 (-100)	0 (-100)	0 (-100)	21 (-66)
Zn17	331 (26)	448 (-28)	842 (-20)	69 (11)
Zn170	154 (-41)	180 (-71)	639 (-39)	42 (-32)
Co3.3	274 (4)	456 (-26)	870 (-17)	64 (3)
Co33	66 (-75)	0 (-100)	0 (-100)	20 (-68)
Pb3.3	206 (-22)	376 (-39)	929 (-11)	62 (0)
Pb33	188 (-29)	364 (-41)	868 (-17)	44 (-29)
Cd0.3	245 (-7)	428 (-31)	863 (-18)	48 (23)
Cd3.3	26 (-90)	0 (-100)	0 (-100)	14 (-78)
Cu17Zn17Co3.3Pb3.3Cd0.3	222 (-19)	354 (-43)	810 (-22)	42 (-32)
Cu170Zn170Co 33Pb33Cd3.3	0 (-100)	0 (-100)	0 (-100)	6 (-90)
НСР <sub>0.05</sub>	28	55	107	7

вы в вытяжку 1 М НСl переходило 77 % меди, 50 % цинка и кобальта, 66 % свинца, 96 % кадмия. Эти показатели по кобальту, цинку и меди в 2.0-3.5, свинцу и кадмию в 4-5 раз выше, чем в контроле. Особенно значительные изменения наблюдались в отношении форм, вытесняемых ацетатно-аммонийным буфером: доля их в загрязненных почвах увеличилась в 10-20 раз. В почвах с высокой степенью загрязнения преобладали наиболее опасные с экологической точки зрения мобильные соединения ТМ.

При одновременном присутствии в почве некоторых ТМ в большом количестве значительная часть из них не связывается почвой, остается в мобильном состоянии. Подвижность меди, цинка, свинца и кобальта, особенно на высоком уровне за-

Примечание: в скобках указана разница с фоном, %; I и II г.п. – первый и второй год пользования соответственно.

Таблица 2

Содержание (мг/кг; *верхняя строка*) и подвижность (доля валового содержания, %; *нижняя строка*) тяжелых металлов в подзолистой почве

Вариант	Медь		Цинк		Кобальт		Свинец		Кадмий	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	2.13	0.21	5.7	0.55	1.6	0.18	1.5	0.3	0.022	0.005
	21.8	2.1	16.9	1.6	25.8	2.9	15.5	3.3	0.0	5.6
Загрязнение, уровень										
моноэлементное										
средний	73.3	39.6	37.8	25.5	22.5	11.6	21.3	8.6	1.92	1.44
	77.7	42.0	34.5	23.3	60.0	30.9	58.4	23.6	73.8	55.4
высокий	140.9	84.2	108.0	78.2	32.6	19.1	41.3	21.3	5.36	4.54
	77.1	46.1	49.5	35.7	49.8	29.2	66.2	34.1	96.4	81.7
полиэлементное										
средний	77.6	41.7	40.5	27.3	24.9	13.4	27.6	10.8	2.08	1.71
	84.3	45.4	38.8	26.1	60.9	32.8	70.2	27.5	74.3	61.1
высокий	151.4	88.0	107.0	86.8	37.2	22.4	45.3	24.8	5.48	4.91
	86.1	50.3	52.2	42.4	58.9	35.4	71.3	39.3	97.9	87.7

Примечание: 1 – 1 М НСl, 2 – ацетатно-аммонийный буфер (рН 4.8).

грязнения, была выше, чем при моноэлементном загрязнении. Кадмий обладал наиболее высокой подвижностью как при моно-, так и при полиэлементном загрязнении. Количество ТМ, извлекаемое ацетатно-аммонийным буфером, при наличии в почве нескольких элементов было также выше. При этом содержание подвижных форм ТМ не всегда было пропорционально общему содержанию. Показано, что полиметаллическое загрязнение цинком, свинцом и кадмием в большей мере увеличивало подвижность цинка и кадмия [2].

Медь и цинк при среднем содержании в почве оказали положительное действие на рост и развитие гороха (табл. 3). В какой-то мере позитивное их действие продолжалось и при максимальном содержании, но биомасса была ниже, чем при среднем количестве. Свинец при содержании до 62.4 мг/кг также стимулировал рост гороха. При высоком содержании кобальта происходило незначительное снижение биомассы. Кадмий при среднем и максимальном уровне снижал биомассу трав на 50 и 72 % соответственно. Несмотря на стимулирующий эффект отдельных микроэлементов, биомасса бобового растения при среднем и максимальном полиметаллическом загрязнении была ниже на 64 и 80 % соответственно. Медь и кадмий, особенно при максимальном содержании, негативно влияли на рост овса – биомасса его в первый год была в два-четыре раза ниже, чем в контроле. Ингибирующее действие меди при максимальном загрязнении ощущалось и в последствии. Как и бобовое растение, овес в большей мере пострадал от действия комплекса металлов. Кумулятивный эффект проявился во внешнем виде (хлоротичность, некроз нижних листьев) и развитии репродуктивных органов (цветки и метелки не сформировались).

С повышением содержания подвижных форм в почве возрастала транслокация ТМ в растения. При высоком загрязнении цинком, среднем и высоким кадмием и кобальтом количество токсичных элементов в бобовом растении превысило максимально-допустимый уровень (МДУ). Повышение подвижности элементов при полиметаллическом загрязнении вызвало более значительные изменения в поглощении ТМ растениями. При загрязнении комплексом элементов в горох более интенсивно поступали медь, цинк и свинец. Если содержание меди в биомассе бобового растения при максимальном загрязнении его составляло 26 мг/кг, то при полиэлементном – 53, цинка – соответственно 443 и 560 мг/кг. Кобальт и кадмий при наличии в почве нескольких загрязняющих элементов, наоборот, поглощались менее интенсивно. Хотя непосредственно после загрязнения кадмий в горох и овес поступал более интенсивно, чем остальные ТМ, что возможно и вызвало более значительную токсичность одновременного присутствия в почве нескольких элементов. При загрязнении комплексом металлов МДУ

содержания их в растительной продукции был превышен по всем изучаемым элементам, за исключением меди на среднем и свинца на обоих уровнях загрязнения.

Причины изменений в транслокации элементов связаны с их взаимодействием как в процессе по-

Таблица 3

Продуктивность однолетних трав первого (*верхняя строка*) и второго (*нижняя строка*) года пользования при среднем (I) и высоком (II) уровнях загрязнения почв тяжелыми металлами (микрополевой опыт)

Вариант	Масса одного растения воздушно-сухая, г	
	горох	овес
Контроль	0.36 ± 0.05	0.40 ± 0.04
	0.15 ± 0.07	0.19 ± 0.04
Загрязнение		
Cu I	2.33 ± 0.14	0.17 ± 0.02
	0.83 ± 0.10	0.34 ± 0.02
Cu II	1.32 ± 0.09	0.11 ± 0.02
	0.69 ± 0.08	0.06 ± 0.02
Zn I	2.34 ± 0.14	0.53 ± 0.04
	1.22 ± 0.08	0.61 ± 0.03
Zn II	1.71 ± 0.13	0.39 ± 0.04
	0.56 ± 0.08	0.15 ± 0.03
Co I	0.38 ± 0.03	0.55 ± 0.07
	0.19 ± 0.02	0.32 ± 0.04
Co II	0.30 ± 0.02	0.50 ± 0.06
	0.15 ± 0.02	0.35 ± 0.04
Pb I	1.18 ± 0.13	0.60 ± 0.04
	0.88 ± 0.09	0.47 ± 0.04
Pb II	2.80 ± 0.13	0.45 ± 0.04
	1.51 ± 0.09	0.60 ± 0.04
Cd I	0.18 ± 0.03	0.26 ± 0.03
	0.16 ± 0.02	0.22 ± 0.02
Cd II	0.10 ± 0.02	0.18 ± 0.03
	То же	0.19 ± 0.02
(CuZnCoPbCd) I	0.13 ± 0.03	0.07 ± 0.02
	0.11 ± 0.03	0.04 ± 0.02
(CuZnCoPbCd) II	0.07 ± 0.02	0.03 ± 0.02
	0.05 ± 0.02	То же

глощения, так и транспорта и обмена веществ. Механизмом, приводящим к снижению количества элемента, может быть конкуренция в передаче его по метаболической цепи. Так, при монозагрязнении медь и цинк сдерживали поступление кобальта в горох. Эти элементы, взаимно ограничивая поступление, способствовали поглощению кадмия, который в свою очередь усиливал поступление меди. Кобальт, выступая антагонистом по отношению к меди, цинку и свинцу, способствовал поглощению кадмия бобовым растением. В овсе параллельно с ростом количества меди увеличилось содержание свинца. При полиметаллическом загрязнении эти связи могли усиливаться или ослабевать, а взаимодействия между ионами отличаться более сложным характером. Кроме того, изменениям были подвержены и соединения металлов в почве, и их доступность для растений.

В целом, полиэлементное загрязнение, увеличив подвижность металлов в почве и вызвав более значительные нарушения в метаболизме растений, ока-

зывало более сильное ингибирующее действие ТМ на одно- и многолетние травы по сравнению с моноэлементным. Повышенные концентрации ТМ в почве вели к интенсивному поступлению ТМ в травы, ухудшая качество продукции. Превышение МДУ в кормовых травах происходило при более низких концентрациях, чем снижение продуктивности. Токсичность ТМ уменьшалась в последствии за счет связывания, миграции и выноса растениями. Негативные проявления ТМ на подзолистых почвах отмечались при меньших уровнях загрязнения, чем на дерново-подзолистых почвах центра Нечерноземья, что отражает региональные отличия подзолистых почв.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва–растение. Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.
2. Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В.Ф. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Кн. 5. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. Пуццоно, 2001. 148 с.



## КОНФЕРЕНЦИИ



### ГЕНЕРАЛЬНАЯ АССАМБЛЕЯ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА НАУК О ЗЕМЛЕ 2011 (Вена, Австрия)

К.Г.Н. А. Пастухов

С 3 по 8 апреля 2011 г. в Вене проходила самая большая и самая представительная в мире международная конференция, посвященная наукам о Земле. Для того, чтобы понять масштаб подобной Ассамблеи, приведу некоторые цифры, опубликованные на официальном сайте <http://meetings.copernicus.org/egu2011>. Количество зарегистрированных участников составило 10725 человек из 96 стран. Россия по количеству участников (235 человек), заняла 10 место. Количество научных сессий – 707. Количество прочитанных устных и постерных докладов – 4333 и 8439 соответственно.

Научная программа Генеральной Ассамблеи 2011 включала в себя симпозиумы, посвященные работе различных научных обществ и союзов, в том числе European Geophysical Union (EGU), American Geophysical Union (AGU), Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), междисциплинарные сессии, образовательные и социально-ориентированные симпозиумы, а также полный спектр научных секций, посвященных наукам о Земле и изучению космического пространства.

Кроме того, в рамках Ассамблеи проходили ключевые и «медальные» лекции ведущих ученых, были организованы краткие курсы и мастер-классы. В течение Ассамблеи постоянно работала ярмарка вакансий с предложениями рабочих мест как для аспирантов, так и для докторов наук в ведущих университетах мира.

На выставке Ассамблеи были представлены ведущие мировые научные издательства – Springer, Oxford University Press, Royal Society Publishing, Nature Publishing Group, Elsevier, Copernicus.org, Cambridge University Press, Wiley-Blackwell и др. Например, проводился мастер-класс подготовки к публикации статьи в журнале «Nature» от Nature Publishing Group. В экспозиции принимали участие ведущие фирмы-изготовители научного оборудования – Bartington Instruments, CAMECA, Decagon Devices, Delta Analytics OHG, Delta-T Devices Ltd., LI-COR Biosciences, Nanometrics Inc., UMS GmbH и др., а также фирмы-производители программного обеспечения – IVS 3D, ESRI и др. В течение Ассамблеи выходила ежедневная газета, ос-

вещающая основные события дня, а также работал Интернет-блог.

Генеральная Ассамблея 2011 стартовала с официального открытия и приема участников. Научная программа конференции началась уже на следующий день.

Наибольшее внимание участников вызвали ключевые и так называемые «медальные» доклады. Мне удалось присутствовать на одном из пяти ключевых докладов – лекции Симона Мадда «Количественное определение геоморфологической и геохимической эволюции эродированных ландшафтов». Он подсчитал и определил время и степень изменения эродированных ландшафтов как под влиянием климатических изменений, так и тектонических флуктуаций. Среди «медальных» лекций – лекций ученых, получивших медаль за вклад в развитие той или иной отрасли науки, необходимо отметить выступление Ульфа Рибеселла (Ulf Riebesell), лауреата медали им. В.И. Вернадского<sup>1</sup>. В его лекции «Влияние океанических изменений на биогеохимию и морские пелагические экосистемы» было убедительно показа-

<sup>1</sup> Медаль В.И. Вернадского присуждается за выдающийся вклад в биогеохимию, в данном случае была присуждена за достижения в области биологической океанографии и морской биогеохимии.

но, какое потенциальное биогеохимическое влияние могут оказать повышение океанической кислотности (уменьшение pH), увеличение пула углекислого газа в воде, потепление поверхности океанов и связанное с этим вертикальное перемешивание и изменение океанических течений на экологию пелагических сообществ.

Я был единственным представителем Института биологии на данной Ассамблее, участвовал в работе секций «Мерзлотоведение» и «Почвоведение», выступил в подсекции «Запасы почвенного углерода» с устным докладом «Запасы почвенного углерода в экотоне лесотундры на северо-востоке Европы» (соавторы Д. Каверин, Г. Мажитова, Г. Хугелиус, О. Шахтарова).

Несмотря на мой уже достаточно большой опыт участия в международ-

ных конференциях, я впервые принимал участие в столь масштабном научном мероприятии, поэтому мне хочется отметить «плюсы» и «минусы», которые ждут потенциального участника подобной Ассамблеи. Плюсы (возможности): участвовать в работе сессий смежных наук, так как фактически ты участвуешь в нескольких конференциях одновременно; составить свою индивидуальную программу; ознакомиться с современным научным оборудованием «вживую»; возможность побеседовать со своим потенциальным работодателем в течение работы ярмарки вакансий. Минусы (недостатки): «теряешься» в огромной массе людей; интересные тебе сессии могут проходить в одно и то же время; ориентация в основном на молодежь, сравнительно мало докладов ведущих ученых с мировым именем.

Резюмируя, хочется отметить следующие факты – на Ассамблее слышна русская речь (количество зарегистрированных российских ученых составило 2.2 %), и в некоторых отраслях науки, таких как мерзлотоведение, степень участия российских ученых все еще велика. В Ассамблее приняло участие достаточно большое количество российских студентов (в основном из МГУ) и аспирантов. Но в то же время не было ни одного российского ученого<sup>2</sup>, кто выступал бы с ключевой или «медальной» лекцией, не было представлено ни одного российского научного издательства и ни одной российской фирмы, выпускающей научное оборудование... И это все на фоне таких амбициозных проектов, как Сколково, или создание условий возвращения ведущих ученых из-за рубежа обратно в российскую науку.



## МАЛАЯ АКАДЕМИЯ



### ШАГ ЗА ШАГОМ

21-25 марта 2011 г. 13 школьников и студентов Республики Коми приняли участие в юбилейном Всероссийском форуме научной молодежи «Шаг в будущее» в Москве. Авторитетное жюри высоко оценило наших молодых исследователей, которым вручены дипломы, присуждены различные номинации, выданы рекомендации для публикации, а научным руководителям исследовательских работ вручены сертификаты.

Анастасии Анатольевне Таскаевой, научному сотруднику Института биологии, был вручен сертификат за высокий уровень научного руководства исследовательской работой лауреата конференции. Работу «Исследование почвенной микрофауны Сереговского месторождения каменной соли» представлял Евгений Матвеев, десятиклассник Коми республиканского лицея при СГУ. Материалом для исследования послужили почвенные пробы, которые А. Таскаева передала нам для разбора. При этом она не только научила нас отличать ногохвосток от клещей, но помогала консультациями, добрыми советами и при выполнении других этапов работы.

Доклад о сереговских почвах вызвал большой интерес и был оценен по достоинству: Женя Матвеев получила диплом III

степени и свидетельство кандидата для участия в научной выставке «ЭКСПО – НАУКА» в г. Братислава.

Продолжается плодотворное сотрудничество лицея с Институтом биологии, и мы еще раз выражаем огромную благодарность нашим научным консультантам Елене Николаевне Патовой, Ольге Васильевне Дымовой, Евгению Александровичу Порошину, Елене Борисовне Фефиловой, Татьяне Николаевне Пыстиной, Сергею Николаевичу Плюснину, Анастасии Анатольевне Таскаевой. Спасибо им всем большое!

Р .S. Первого апреля состоялась школьная экологическая конференция, ежегодно организуемая Малой академией Института биологии.

Пользуясь случаем, хотим поблагодарить бесценных руководителей экологического отделения Малой академии Светлану Витальевну Загирова и Светлану Николаевну Плюснину за их самоотверженный труд и любовь к детям.

**Н. Герасименко,**  
учитель биологии и экологии  
Коми республиканского лицея  
при СыктГУ,  
**Евгения Матвеева,**  
ученица 10 кл.



Е. Матвеева.

<sup>2</sup> Здесь автор подразумевает только тех российских ученых, кто работает на территории Российской Федерации, а не за границей.



**ЧЕРНОБЫЛЬ ОСТАНЕТСЯ В НАШЕЙ ПАМЯТИ НА ВСЮ ЖИЗНЬ\***

д.б.н. А. Кудяшева

С ним нас связывает 10-летняя плодотворная, интересная работа в экстремальных условиях. Прошло 25 лет после беспрецедентной по своим масштабам аварии как в ядерной энергетике, так и в атомной промышленности нашей страны. Четверть века – небольшой отрезок времени для истории. Однако когда они приходится на экстремальные события, к которым, безусловно, относится и чернобыльская катастрофа, остаются надолго в памяти любого человека. Ликвидация последствий Чернобыльской катастрофы потребовала в мирное время мобилизации сил и средств всей страны. На эти цели в очень короткие сроки были направлены огромные ресурсы, а к решению многочисленных проблем Чернобыля были привлечены ведущие ученые и специалисты из различных регионов Советского Союза.

Многолетний опыт радиоэкологических исследований в сложных условиях позволил сотрудникам отдела радиоэкологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН одним из первых среди академических учреждений приступить по поручению правительственной комиссии, руководимой тогда академиком Велиховым, к цитогенетическому обследованию лиц, подвергшихся облучению после аварии, и определению у них поглощенных доз. При поддержке председателя президиума Коми филиала АН СССР М.П. Рощевского и горячего желания директора Института биологии А.И. Таскаева попробовать свои силы в огромной по масштабам научной проблеме, первый десант от отдела во главе с самим Анатолием Ивановичем в зону аварии на ЧАЭС выехал уже 23 июня 1986 г. Под руководством и лично А.И. Таскаевым в 30-километровой зоне ава-

рии были выбраны первые 26 полигонов для постановки многолетних стационарных исследований, на большей части которых впоследствии работали специалисты из других академических и отраслевых институтов всего Советского Союза. В дальнейшем сотрудниками отдела радиоэкологии и отдела леса Института были развернуты широкомасштабные семилетние исследования влияния радиоактивного загрязнения на флору и фауну. Можно отметить, что за время пребывания в экспедициях в 30-километровую зону аварии сформировался сплоченный дружный коллектив единомышленников, которым удалось собрать уникальный научный материал в первые семь лет после аварии. Вокруг нас образовалось большое ядро академических институтов, и мы работали по единой программе. Наш Институт одним из первых опубликовал научную информацию о тех исследованиях, которые мы проводили в Чернобыле. Эти данные в первые два года были закрыты для общего пользования. Сегодня опубликована полная библиография этих работ. Но главный итог нашей деятельности в Чернобыльской зоне, как отметил А.И. Таскаев, – это спасение жизни, принятие рекомендаций, направленных на оздоровление радиационной обстановки в зоне, правильные научные прогнозы, а также девять монографий, шесть сборников, девять научных сообщений и более 150 статей в отечественных и международных изданиях. За семь лет в Чернобыльской зоне работали 44 сотрудника Института биологии и 10 водителей Коми научного центра. За 1986-1992 гг. в район аварии выезжали 25 экспедиционных отрядов, отработавших в общей сложности 4862 человеко-дня. Все участники работ в разные годы получили ордена, медали, нагрудные знаки, почетные грамоты, благодарности. Последний научный десант в зону отчуждения состоялся 21 год спустя, когда пять сотрудников Института в течение недели благодаря помощи и поддержке сотрудников международной радиоэкологической лаборатории (г. Славутич) провели исследования на тех стационарных участках, которые были использованы еще в первые годы после аварии. Благодаря кратковременному выезду в зону аварии сотрудникам отдела радиоэкологии удалось получить новые данные о состоянии мышевидных грызунов в зоне и сравнить результаты, полученные в разные периоды исследований.

К 50-летию радиоэкологических исследований в Институте биологии и приуроченной к этой дате международной конференции «Биорад-2009» был издан сборник воспоминаний участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, в большинстве сотрудников нашего Института, – «Чернобыль не отпускает...», материалы которого показывают, что работа в зоне аварии не прошла бесследно для нас и мы помним и храним в наших сердцах те события, происшедшие 25 лет назад. За это время не стало с



Слева направо: водитель гаража АН СССР Андрей, В.А. Шевченко, А.И. Кичигин, Н.Л. Печуренков, Л.А. Башлыкова, Г.И. Вилкина, А.И. Таскаев, А.В. Рубанович – первый десант на Чернобыльскую АЭС. 1986 г.

\* При подготовке использованы публикации сотрудников отдела радиоэкологии в «Биографе Института биологии» (1996), «Вестнике Института биологии» (1998), сборнике «Чернобыль не отпускает...» (2009), газете «Республика» (февраль 2009), материалах конференции «Радиоэкологические и радиоэкологические аспекты Чернобыльской катастрофы» (Славутич, 2011).



Чернобыльская больница, лаборатория. Морфометрические измерения мышевидных грызунов ведет Л.Д. Материй (слева); Л.А. Башлыкова за приготовлением хромосомных препаратов. Чернобыль, 1986 г.

нами Н.Н. Вовкодава, П.А. Бородкина, В.М. Горбачева, В.А. Артемова, Л.Д. Материй, В.Б. Ларина, Г.Н. Козубова, А.О. Ракина, А.И. Таскаева, работавших в разные годы в зоне аварии.

И сегодня, в 25-летнюю годовщину аварии на Чернобыльской АЭС, на международной конференции (апрель, г. Славутич) Д.М. Гродзинский, академик Национальной академии наук Украины, подводя итоги исследованиям разнообразных медико-биологических последствий Чернобыльской катастрофы, отметил, что за эти прошедшие со дня аварии на Чернобыльской АЭС годы сформировалось дружное братство радиобиологов и радиозэкологов, которые посвятили свою жизнь изучению индуцированных хроническим облучением и других условий жизни, порожденных Чернобыльской катастрофой, эффектов в отдельных клетках и многоклеточных организмах. Актуальность этих исследований не является кратковременной и преходящей: зловещие события на АЭС «Фукусима-1» в Японии показали, что человечество не смогло достичь того уровня ядерных технологий, при которых полностью исключаются крупномасштабные аварии, сопровождающиеся выходом радиоактивных материалов в среду обитания человека. Поэтому так важны достоверные знания о природе радиобиологических явлений, обусловленных загрязнением окружающей среды радиоактивными веществами, что вызывает возрастание уровня заболеваемости населения и оскудение биоты в окружающем нас мире.

Подводя итоги проделанной за четверть столетия работы, испытываешь определенное чувство гордости за наш общий многолетний самоотверженный труд, который с первых дней аварии был начат в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС. За эти годы была написана новая глава радиобиологии и радиозэкологии – глава, полная раскрытых закономерностей действия хронического облучения, новых подходов к практическим достижимым мерам защиты человека и всей биоты от отдаленных эффектов облучения. И пусть судьба благоприятствует всем членам нашего «чернобыльского братства», которое неустанно трудится над решением проблем, возникающих в атомную эпоху жизни человека!



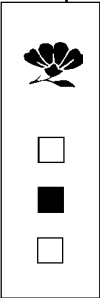
Чернобыльский десант сотрудников Института биологии Коми НЦ УрО РАН при поддержке Международной радиозэкологической лаборатории Чернобыльского центра. Славутич, Украина, сентябрь 2007 г.



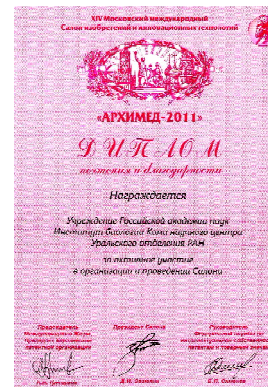
Сотрудники Института биологии, участвующие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, награжденные правительственными наградами. Слева направо: А.Г. Кудяшева, А.И. Кичигин, Л.А. Башлыкова, А.И. Таскаев, Н.В. Ладанова, Г.М. Козубов, С.В. Загирова, В.Г. Зайнуллин (фото Г.Е. Лисецкого).

## НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

*Ивану Федоровичу Чадину  
и Игорю Владимировичу Далькэ  
с награждением Бронзовой медалью  
за разработку  
«Способ уничтожения борщевика Сосновского»*



*Зиновию Петровичу Мартынюку  
с награждением Бронзовой медалью  
за разработку  
«Система контроля и учета объема и качества древесины»*



*Владимиру Витальевичу  
Володину  
(ООО «Колибиофарм»)  
с награждением  
Золотой медалью  
за разработку  
«Противодиабетическое  
и гиполлипидемическое средство  
из растительного сырья»*

