



# ВЕСТНИК

Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН

№ 12  
(158)

## В номере

### СТАТЬИ

- Маслова С., Гармаш Е., Огородникова С.** Влияние метилфосфоновой кислоты – форсфорорганического ксенобиотика – на растения корневищного злака (двукосточник тростниковидный) ..... 2
- Батурина М.** Разнообразие фауны малоцетинковых червей в малых водотоках среднетаежной зоны ..... 5
- Загорская Н.** Состав фосфолипидов липидов печени мышевидных грызунов, обитающих в 30-километровой зоне ЧАЭС ..... 8
- Юшкова Е., Зайнуллин В.** Адаптивный ответ и реакция популяций дрозофилы на воздействие малых доз ионизирующей радиации ..... 11

### КОНФЕРЕНЦИИ

- Фефилова Е., Батурина М.** Международная конференция по мейобентосу ..... 15
- Торлопова Н.** Международная конференция молодых ученых «Актуальные проблемы ботаники и экологии» ..... 17
- Дулин М.** Международная научная конференция «Бриофлора российского Дальнего Востока: таксономия, генезис, географические связи» ..... 18
- Пастухов А.** Участие в рабочем совещании по международному проекту «Permasom» ..... 21
- Раскоша О., Ермакова О.** Международная конференция «Современные проблемы радиобиологии» ..... 22
- Евсеева Т., Белых Е.** Итоги заключительного совещания по проекту «INTRANOR» ..... 23
- Елсаков В.** Радарные исследования экосистем европейского Севера – перспективы и возможности ..... 24

### МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- Гурьев Д.** Научное сотрудничество с лабораторией радиационной биологии Института ядерной физики (Леньяро, Италия) ..... 26
- Пономарев В.** Первые результаты проекта ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми ..... 26

### АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Перечень материалов, опубликованных в 2010 г. .... 32

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

**ВЛИЯНИЕ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ – ФОСФОРОРГАНИЧЕСКОГО КСЕНОБИОТИКА – НА РАСТЕНИЯ КОРНЕВИЩНОГО ЗЛАКА (ДВУКИСТОЧНИК ТРОСТНИКОВИДНЫЙ)**

Одной из важных экологических проблем является химическое загрязнение окружающей среды [2]. Среди поллютантов абиогенного характера, попадающих в окружающую среду, наиболее опасны фосфорорганические соединения – фосфонаты. Источниками фосфорорганики могут являться пестициды на основе алкилфосфоновых кислот и продукты разложения фосфорсодержащих отравляющих веществ (ФОВ) в процессе уничтожения химического оружия [1]. При гидролизе ФОВ образуется метилфосфоновая кислота (МФК), которая сохраняется в почве десятилетиями [13]. Согласно современным данным, МФК проявляет высокую токсичность по отношению к некоторым низшим животным и водорослям, негативно влияет на биологическую активность почв и жизнедеятельность растений [14]. Сотрудниками Института биологии Коми НЦ УрО РАН впервые выявлено, что уже в низких концентрациях ( $1 \cdot 10^{-3}$ – $10^{-5}$  М) кислота существенно влияет на основные функции растений [8, 11, 14]. Это на один-три порядка ниже доз глифосата (близкий по структуре фосфорорганический гербицид), рекомендуемых для уничтожения сорной растительности. В более высоких концентрациях (0.10-0.01 М) МФК вызывает в клетках окислительный стресс, изменение фотосинтетической и дыхательной активности растений, что в конечном итоге приводит к угнетению их роста [14]. Необходимо отметить, что результаты были получены на культурных и некоторых дикорастущих растениях, которые не являются ценозообразующими видами в естественных сообществах.

Для получения объективной оценки фитотоксичности МФК, а также выявления устойчивых к действию ксенобиотика видов необходимо изучение ответных реакций растений, играющих важную роль в формировании растительных сообществ. Доминантами луговых сообществ, пастбищ и сенокосных угодий являются многолетние корневищные травы, доля которых в травостое может составлять 80-90 % [12]. К таким видам относится двукисточник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch) – многолетнее травянистое длиннокорневищное растение из сем. Роасеае. На территории Республики Коми данный вид встречается от подзоны южной тайги до тундры, образует чистые и смешанные сообщества [15]. Обладая интенсивным семенным и вегетативным размножением, высокой урожайностью, долголетием, устойчивостью к низким температурам, засухам и болезням, *P. arundinacea* является перспективной кормовой культурой, особенно для северных районов. Его подземные органы (корне-



С. Маслова



Е. Гармаш



С. Огородникова

вища, корни) отличаются активным метаболизмом, образуют большой запас вегетативных меристем и способны к саморегуляции [7]. Показано, что корневищные злаки устойчивы к неблагоприятным факторам среды [7, 19], нефтяному загрязнению и перспективны для фиторекультивации нарушенных территорий [4].

Для изучения реакции растений на действие стрессовых факторов как правило используют показатели роста и накопления биомассы. Оценка жизнедеятельности корневищных злаков только на основе изменения ростовых параметров под влиянием фактора усложняется в связи с многолетним развитием и большим жизненным циклом. В этом случае наиболее информативными для оценки состояния растений и их устойчивости к действию неблагоприятных факторов являются показатели фотосинтеза, дыхания [21] и параметры, характеризующие уровень окислительного стресса [5, 14].

Цель данной работы – изучение эффектов МФК на процессы жизнедеятельности двукисточника тростниковидного в связи с оценкой устойчивости вида к фосфорорганическому загрязнению.

Исследования проводили на экспериментальной биологической станции Коми научного центра вблизи г. Сыктывкар (61°40' с.ш.). В опытах использовали растения *P. arundinacea* второго года жизни. Растения выращивали из семян сплошным рядовым способом (15 см в междурядьях). Пересадку рассады проводили осенью с площадью питания 0.40×0.70 м<sup>2</sup>. Для работы применяли метилфосфоновую кислоту, содержащую 98 % действующего вещества, из которой были приготовлены растворы двух концентраций – 0.01 и 0.10 М. Растения обрабатывали в фазу трубкования путем опрыскивания до полного смачивания листовой поверхности. Отбор проб проводили через 4-7 дней после обработки. Изучали действие МФК на рост (накопление биомассы и ее распределение между органами), уровень окислительного стресса, ферменты антиоксидантной системы, пигментный комплекс, фотосинтез, дыхание, скорость теплопродукции.

**Маслова Светлана Петровна** – к.б.н., с.н.с. лаборатории экологической физиологии растений. E-mail: [maslova@ib.komisc.ru](mailto:maslova@ib.komisc.ru). Область научных интересов: морфогенез и адаптация растений.

**Гармаш Елена Владимировна** – к.б.н., с.н.с. этой же лаборатории. E-mail: [garmash@ib.komisc.ru](mailto:garmash@ib.komisc.ru). Область научных интересов: дыхание, альтернативная оксидаза, рост, тяжелые металлы, окислительный стресс.

**Огородникова Светлана Юрьевна** – к.б.н., н.с. лаборатории биомониторинга. Область научных интересов: биоиндикация, биотестирование.

Поглощение CO<sub>2</sub> на свету (видимый фотосинтез) или выделение CO<sub>2</sub> в темноте (темновое дыхание) определяли при температуре 20 °С в открытой системе инфракрасным газоанализатором «Infralit» (Германия). В экспериментах по определению активности альтернативного пути дыхания (АП) применяли манометрический метод измерения дыхания по поглощению O<sub>2</sub>. Для определения АП использовали специфический ингибитор альтернативной оксидазы – салицилгидроксамовую кислоту в концентрации 25 мМ. Долю АП в общем дыхании находили по разности между дыханием контрольных и инкубированных в растворе SHAM образцов. Скорость теплопродукции (q) в тканях молодых листьев и верхушках корневищ измеряли при 20 °С с помощью многоканального микрокалориметра Биотест-2 (Россия). Содержание хлорофилла *a* [17], хлорофилла *b* и сумму каротиноидов [8] определяли в ацетоновых вытяжках на спектрофотометре Shimadzu UV-1700 (Япония) при длинах волн 662, 644 и 470 нм соответственно. Активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по накоплению в тканях малонового диальдегида (МДА) – одного из конечных продуктов этого процесса [6]. Активность пероксидаз определяли по Михлину.

Для оценки эффектов МФК в полевом эксперименте растения двукисточника тростниковидного обрабатывали путем опрыскивания надземной части. Для этого использовали МФК в диапазоне концентраций, рекомендуемых для глифосата [20]. Показано, что при таких концентрациях МФК уже через сутки может оказывать токсический эффект на растения [10, 11, 14], при этом отмечено, что МФК обладает системным действием, хорошо поглощается листовой поверхностью, слабо метаболизируется и быстро транспортируется в корни [11].

В начале эксперимента основные события, вызванные действием ксенобиотика, развивались в листьях, непосредственно подвергнутых опрыскиванию. МФК в высокой концентрации (0.1 М) вызвала значительные их повреждения. Через сутки после обработки отмечали появление на листьях единичных небольших хлорозных пятен, что связано с действием сильноокислого раствора МФК (рН 2). Инфильтрация МФК в ткани листа сопровождалась нарушениями в пигментном комплексе. У опытных растений через неделю после обработки содержание хлорофиллов и каротиноидов снижалось при сохранении их относительного содержания в тканях (рис. 1). Изменения в пигментном фонде, по-видимому, связаны с окислением молекул пигментов и ингибированием процессов их биосинтеза под действием МФК. Известно, что гербицид глифосат угнетает биосинтез предшественника хлорофилла – 5-аминолевулиновой кислоты [16]. Деструкция пигментов повлекла изменения фотосинтетической деятельности. Скорость видимого фотосинтеза листьев при обработке растений МФК высокой концентрации составляла 32.7 + 1.8 мг CO<sub>2</sub>/г сухой массы·ч, что на 30 % меньше по сравнению с контролем.

К числу наиболее значимых неспецифических изменений под действием какого-либо стрессора относится повышение генерации активных форм кислорода (АФК), которые вызывают окислитель-

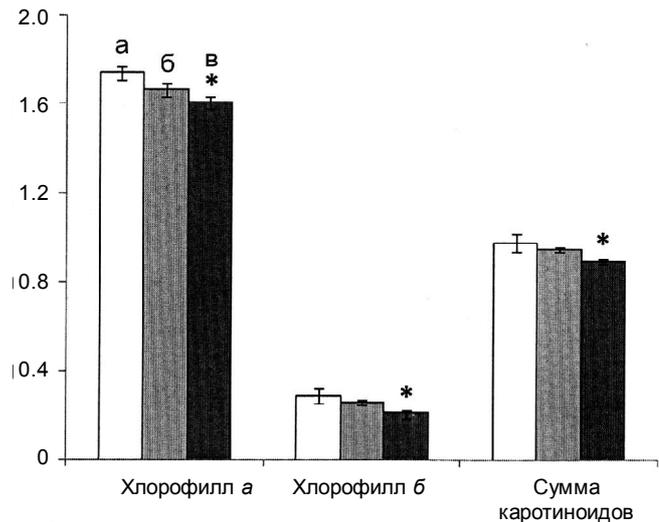


Рис. 1 Содержание пигментов (мг/г сухой массы) в листьях *Phalaroides arundinacea* в контроле (а) и на пятые сутки после обработки 0.01 (б) и 0.10 (в) М метилфосфоновой кислотой. Здесь и далее: разница между опытом и контролем достоверна при  $p \leq 0.05$  (\*).

ные изменения в клетке [5]. Одним из показателей окислительного стресса является усиление ПОЛ, в результате которого происходит окисление входящих в состав мембранных липидов ненасыщенных жирных кислот [5, 18]. Через неделю после обработки высококонцентрированным раствором МФК отмечали накопление МДА в листьях, количество которого было в 1.5 раза выше, чем в контроле (табл. 1), при этом активность пероксидаз была на 20-35 % ниже по сравнению с листьями контрольных растений. Известно, что пероксидазы снижают уровень H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – предшественника инициирующего ПОЛ гидроксильного радикала [9]. Эти данные указывают на возникновение стойкого нарушения в клетках листьев про-/антиоксидантного равновесия [9]. В корневищах опытных растений, напротив, активность ПОЛ снижалась, а пероксидаз – увеличивалась по сравнению с контролем (табл. 1). Это свидетельствует об эффективной антиоксидантной защите в корневищах как органах со сравнительно высокой метаболической активностью. Возможно также, что по мере транслокации МФК в подземную часть (высота растений составляла в среднем 50 ± 2 см в фазу трубкования) происходила ее

Таблица 1  
Влияние метилфосфоновой кислоты на растения *Phalaroides arundinacea* (4-5 сутки после обработки)

Часть растения	Вариант		
	контроль	0.01 М	0.10 М
Скорость дыхания, мгСО <sub>2</sub> /г сухой массы ч			
Листья	2.84 ± 0.03	3.63 ± 0.23*	3.68 ± 0.22*
Корневища	1.96 ± 0.40	1.86 ± 0.08	1.68 ± 0.19
Содержание МДА, нмоль/г сырой массы			
Листья	37.15 ± 2.80	44.22 ± 5.22	55.95 ± 2.43*
Корневища	37.94 ± 2.20	29.56 ± 2.60*	27.85 ± 3.25*
Активность пероксидазы, мл I <sub>2</sub> /г сырой массы			
Листья	20.12 ± 0.17	6.50 ± 0.30*	13.10 ± 0.80*
Корневища	6.19 ± 0.46	12.60 ± 0.30*	9.80 ± 0.30*

\* Разница между опытом и контролем достоверна при  $p \leq 0.05$ .

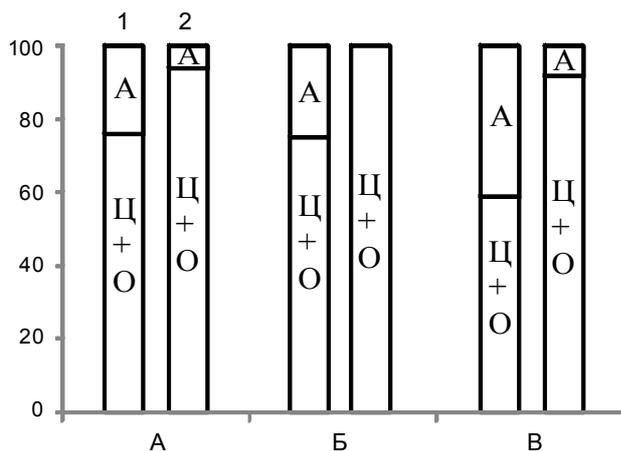


Рис. 2. Соотношение дыхательных путей в листьях (1) и корневищах (2) растений *Phalaroides arundinacea* в контроле (А) и на седьмые сутки после обработки 0.01 (Б) и 0.10 (В) М метилфосфоновой кислотой. По вертикали: доля суммарного дыхания, %. Условные обозначения: А – альтернативный путь, Ц + О – цитохромный путь + остаточное дыхание.

постепенная метаболизация и дезактивация антиоксидантными системами, поэтому корневища в отличие от листьев не испытывали сильного окислительного стресса. Отсутствие значительных нарушений в антиоксидантной системе корневищ, вызванных действием ксенобиотика, подтверждают данные о дыхании, активации альтернативного (цианидрезистентного) пути дыхания и скорости тепловыделения. Эти показатели отражают энергопластический обмен клетки и в целом уровень ее метаболизма [22]. Считается, что энергетически малоэффективное АП участвует в защите клетки от окислительного стресса [22, 23]. Вовлечение АП сопровождается диссипацией энергии в виде тепла.

При обработке растений МФК дыхательная активность (табл. 1) и соотношение дыхательных путей (рис. 2) в подземных органах практически не менялись, а скорость тепловыделения снижалась (рис. 3). В отличие от корневищ, в листьях и стеблях растений обработка МФК приводила к значительному повышению дыхания и тепловыделения. Ингибитор АП – SHAM – подавлял дыхание корне-

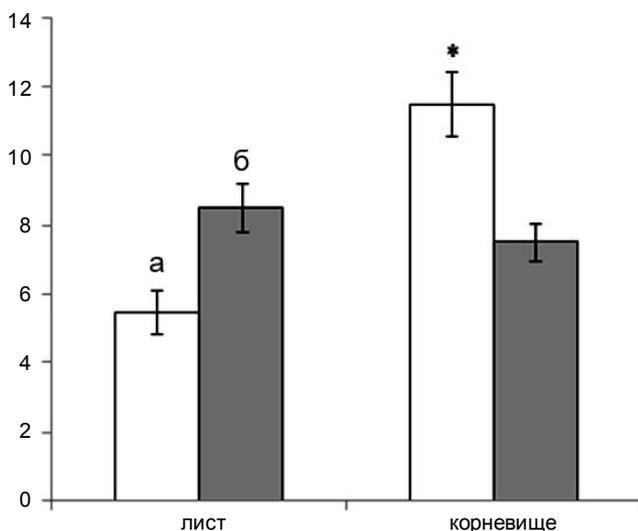


Рис. 3. Скорость тепловыделения (q, мкВт/мг сухой массы) органов *Phalaroides arundinacea* в контроле (а) и на седьмые сутки после обработки 0.10 М метилфосфоновой кислотой (б).

Таблица 2  
Сухая биомасса растений *Phalaroides arundinacea* на седьмые сутки после обработки метилфосфоновой кислотой, г/растение

Вариант	Листья	Стебли	Подземная часть
Контроль	5.6 ± 0.4	4.3 ± 0.3	5.2 ± 0.7
0.01 М	4.0 ± 0.2	5.7 ± 0.4	5.8 ± 0.5
0.1 М	4.1 ± 0.3	4.5 ± 0.6	5.5 ± 0.6

вищ сильнее при действии 0.1 М раствора МФК: доля АП в общем дыхании составляла более 40 %, что на 10-15 % больше, чем в контроле (рис. 2). Эти данные указывают на активацию обменных процессов, направленных на поддержание функциональной целостности и репарацию индуцированных ксенобиотиком повреждений [10]. Усиление теплопродукции и вовлечения АП в дыхание при стрессе может свидетельствовать об интенсификации митохондриальных защитных систем, снижающих мембранный потенциал путем рассеивания энергии в виде тепла [24].

Адаптация растений к стрессовым условиям как правило сопровождается торможением роста и развития. В литературе отмечены ингибирующие рост эффекты МФК [10, 14]. В нашем эксперименте через неделю после обработки МФК не обнаружено изменений в накоплении сухой биомассы растений, которая в опыте и контроле составляла около 15 г/растение в фазу трубкования (табл. 2). Доля корневищ в биомассе целого растения была в среднем 60 %. Отсутствие значимого эффекта МФК на рост растений можно объяснить особенностями биологии и жизненной стратегии растений *P. arundinacea*. На второй год жизни двукисточник тростниковидный формирует мощную подземную часть (корневища, корни), которая образует большой запас вегетативных меристем (50 000 подземных узлов/м<sup>2</sup>), характеризуется интенсивным метаболизмом [7] и, согласно нашим результатам, эффективной клеточной системой антиоксидантной защиты. Это способствует активному самовосстановлению растений и устойчивости вида к неблагоприятным факторам.

Таким образом, показано влияние метилфосфоновой кислоты на физиолого-биохимические характеристики длиннокорневищного злака двукисточника тростниковидного. Обработка надземной части раствором МФК в концентрации 0.1 М вызывала в листьях стойкий окислительный стресс, нарушения в пигментном комплексе, снижение интенсивности фотосинтеза. При этом отмечали усиление скорости дыхания, вовлечения альтернативного пути в дыхание и тепловыделения. В отличие от листьев, корневища не испытывали сильного негативного влияния МФК. В результате МФК не оказала значимого эффекта на рост растений, что отражает успешную адаптацию корневищного злака к действию ксенобиотика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашихмина Т.Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров, 2002. 544 с.  
2. Бутовский Р.О. Проблемы химического загрязнения почв и грунтовых вод в странах Европейского Союза // Агрохимия, 2004. № 3. С. 74-81.

3. Гармаш Е.В., Головки Т. К. Влияние кадмия на рост и дыхание ячменя при двух температурных режимах выращивания // Физиология растений, 2009. Т. 56, № 3. С. 382-387.

4. (Котелина Н.С.) Особенности природопользования и перспективы природовосстановления на Крайнем Севере России / Н.С. Котелина, И.Б. Арчегова, Г.Г. Романов и др. Екатеринбург, 1998. 146 с.

5. Лукаткин А.С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск, 2002. 208 с.

6. Лукаткин А.С., Голованова В.С. Интенсивность перекисного окисления липидов в охлажденных листьях теплолюбивых растений // Физиология растений, 1988. Т. 35, вып. 4. С. 773-780.

7. Маслова С.П., Табаленкова Г.Н. Морфологические и физиолого-биохимические характеристики *Phalaroides arundinacea* (Poaceae) при различной плотности посева // Растительные ресурсы, 2008. Вып. 1. С. 40-50.

8. Маслова Т.Г., Попова И.А., Попова О.Ф. Критическая оценка спектрофотометрического метода количественного определения каротиноидов // Физиология растений, 1986. Т. 33, № 3. С. 615-619.

9. Минибаева Ф.В., Гордон Л.Х. Продукция супероксида и активность внеклеточной пероксидазы в растительных тканях при стрессе // Физиология растений, 2003. Т. 50, № 3. С. 459-464.

10. Огородникова С.Ю., Головки Т.К. Влияние метилфосфоновой кислоты на растения пелюшки // Агробиология, 2005. № 4. С. 37-41.

11. Огородникова С.Ю., Головки Т.К., Ашихмина Т.Я. Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновую кислоту. Сыктывкар, 2004. 24 с. – (Сер. Науч. докл. / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 464).

12. Попова А.М. Луговая растительность поймы среднего течения реки Вычегда: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2008. 18 с.

13. (Савельева Е.И.) Исследование продуктов превращений фосфорорганических отравляющих ве-

ществ методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии / Е.И. Савельева, И.Г. Зенкевич, Т.А. Кузнецова и др. // Рос. хим. журн., 2002. Т. 46, № 6. С. 82-91.

14. (Скугорева С.Г.) Фитотоксичность фосфорорганических соединений и ртути / С.Г. Скугорева, С.Ю. Огородникова, Т.К. Головки и др. Екатеринбург, 2008. 153 с.

15. Турубанова Л.П. Культура канареечника в Коми АССР. Сыктывкар, 1988. 20 с. – (Сер. Науч. рекомендации – народному хозяйству / Коми НЦ УрО АН СССР; Вып. 69).

16. Федке К. Биохимия и физиология действия гербицидов. М., 1985. 223 с.

17. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154-170.

18. Anderson J. A. Lipid peroxidation and plant tissue disorders: introduction to the workshop // Hort. Sci., 1995. Vol. 30. P. 196-197.

19. Barnes W.J. The rapid growth of a population of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) and its impact on some riverbottom herbs // Torrey Bot. Soc., 1999. Vol. 126, № 2. P. 133-138.

20. Glyphosate. The pesticide manual // Proc. Amer. Chem. Soc., 1997. 56 p.

21. Larcher W. Physiological Plant Ecology. Berlin-New York: Springer, 2003. 513 p.

22. Maxwell D.P., Wang J., McIntosh L. The alternative oxidase lowers mitochondrial reactive oxygen production in plant cells // Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1999. Vol. 96. P. 8271-8276.

23. Millenaar F.F., Lambers H. The alternative oxidase: in vivo regulation and function // Plant Biol., 2003. Vol. 5. P. 2-15.

24. (Navrot N.) Reactive oxygen species and antioxidant systems in plant mitochondria / N. Navrot, N. Rouhier, E. Gelhaye et al. // Physiol. Plantarum, 2007. Vol. 129. P. 185-195. ❖

### РАЗНООБРАЗИЕ ФАУНЫ МАЛОЩЕТИНКОВЫХ ЧЕРВЕЙ В МАЛЫХ ВОДОТОКАХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ЗОНЫ

Сведения о фауне малощетинковых червей на территории европейского севера России очень фрагментарны. Слабая изученность олигохет данной территории может привести к недооценке их фаунистической и функциональной роли в водных экосистемах региона. Река Вычегда – вторая по величине река Республики Коми – протекает по территории средней тайги. Эта подзона занимает большую часть площади республики. Здесь преобладают еловые и сосновые леса на подзолистых и глеево-подзолистых почвах, которые бедны гумусом, имеют малый запас питательных элементов и высокую кислотность. Средние и малые притоки Вычегды относятся к разным гидрологическим районам и отличаются

своими характеристиками по физико-географическим и геологическим причинам. Наибольшая густота речной сети характерна для среднего участка реки [1]. Некоторые сведения о составе фауны олигохет указанного бассейна приведены в работах О.С. Зверевой и Д.И. Ласточкина [3, 4]. Авторы приводят сведения о фауне олигохет в основном русле реки и прирусловых водотоках, однако информация о фауне малощетинковых червей из малых притоков отсутствует.

В обсуждение мы включили материалы исследований, проведенных в период май-август 2005-2008 гг. на 13 малых притоках р. Вычегда различно-



М. Батурина

го порядка, относящихся к среднему течению реки. Одновременно пробы отбирали в прирусловых водотоках и двух средних реках – Сысола и Локчим. При описании условий обитания учитывали тип грунта (ил, песок, гравий, галька), температуру и химический состав воды, глубину, скорость течения. На некоторых точках отбирали пробы грунта и измеряли долю азота, углерода и гумуса в донных отложениях (см. таблицу). Для каждой пробы определяли видовой состав олигохет, их численность и биомассу. Для оценки разнообразия фауны олигохет рассчитывали индекс Шеннона (H), коэффициент

Сьеренсена, индекс доминирования Симпсона (D). Для статистического анализа фауны применяли пакет программ «Statistica 6.0» для Windows.

Встречаемость олигохет в пробах зообентоса из малых притоков р. Вычегда составляла 90 %, на их долю приходилось 29 % общей численности и 18 % общей биомассы бентоса. Наибольшие количественные показатели развития олигохет отмечались в малых водотоках (2466 экз./м<sup>2</sup> и 500 мг/м<sup>2</sup>) и стоячих водоемах (1682 экз./м<sup>2</sup> и 824 мг/м<sup>2</sup>). В средних реках (Сысола и Лок-

чим) численность и биомасса червей были минимальны и составляли 232 экз./м<sup>2</sup> и 12 мг/м<sup>2</sup>.

Во всех исследованных водоемах и водотоках нами было установлено 48 форм малощетинковых червей из семи семейств, которые включают 36 видов и 12 форм, не идентифицированных до вида. Из этого списка 36 видов и 11 форм встречены в малых реках, при этом 19 из них характерны только для этого типа водотоков. Число видов червей варьировало в реках от 1 до 21. Разнообразие видов в ма-

лых притоках было выше по сравнению с более крупными реками (27 против 14). По числу видов в фауне преобладавало сем. Naididae, было отмечено 13, 8 и 9 видов в малых притоках, средних реках и стоячих водоемах соответственно. В сем. Tubificidae всего было установлено 10 видов, которые распространены во всех исследованных водоемах. Виды *Nais pseudobtusa* Pignet, 1906, *Uncinais uncinata* (Orsted, 1842), *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862, *Tubifex tubifex* (Muller, 1774) и *Lumbriculus variegatus* (Muller, 1774) встречались очень часто и доминировали по численности. Эти виды являются обычными и широко распространенными в пресных водоемах севера европейской части России [6]. В целом, можно утверждать, что фауна олигохет в малых водотоках средне-таежной зоны является характерной для пресных водоемов севера Европы [2, 10].

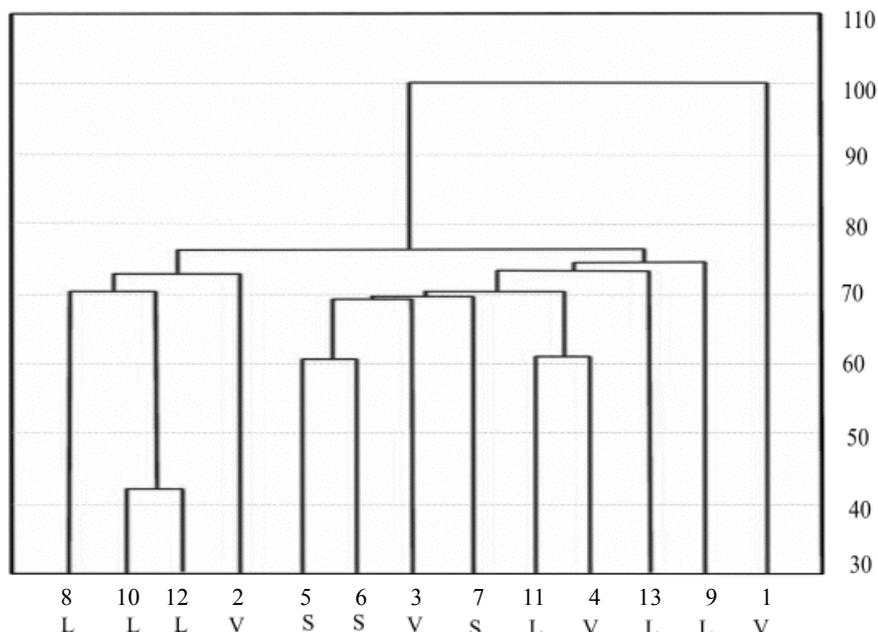
По численности в малых притоках доминировали тубифициды, составляя до 90 % общей численности олигохет в водотоке. В средних реках (Сысола и Локчим) на их долю приходилось 54.4 % общей численности, заметную роль играли сем. Naididae (19.2 %) и Protoparidae (20.6 %). В стоячих водоемах доминирующими группами также были Tubificidae (75.1 % общей численности) и Naididae (24.3 %).

Известно, что экологическая валентность малощетинковых червей по отношению к абиотическим факторам сильно варьирует, и условия существования для одних и тех же видов олигохет, обитающих в однородных биотопах, но в разных климатических зонах, оказываются весьма различны [6]. Одним из таких факторов многие исследователи считают тип грунта. В рассматриваемых нами водотоках все грунты можно подразделить на твердые (гравий, галька, валуны) и мягкие (песок, ил). На обоих типах субстрата черви имели близкую по значениям плотность (2578.2 и 2508.0 экз./м<sup>2</sup> соответственно), однако их биомасса отличалась: на мягком и твердом субстратах она составляла соответственно 665.3 и 247.0 мг/м<sup>2</sup>. Твердый субстрат населяли преимущественно Tubificidae (около 48 %) и Naididae (около 30 %). Доминировали виды *Nais pseudobtusa*, *N. behningi* Michaelsen, 1923 и неполовозрелые (соответственно не определенные до вида) представители сем. Tubificidae. На мягких субстратах большинство олигохет (87 %) относилось к тубифицидам (такие как *Tubifex tubifex*, *Limno-*

Некоторые характеристики исследованных водотоков

Река	Глубина, м	Тип субстрата	Скорость течения, м/с	Температура воды, °С
Река Вычегда с притоками I порядка				
1. Кужоб-ю	1.5	Песок	0.20	13.3
2. Нем	2.0	То же	0.20	16.3
3. Новик	1.0-1.5	Гравий, песок	0.05	14.0
4. Чортас	0.5	Гравий	0.30	13.9
Река Сысола с притоками II порядка				
5. Важъелью	0.15-2.5	Песок, галька, гравий, ил	0.15	14.8
6. Тыб-ю	0.2-1.0	Гравий, песок	0.20	14.4
7. Ю-ил*	0.4	Песок, гравий	0.10	15.0
Река Локчим с притоками II порядка				
8. Большой Певк	0.5-2.0	Песок	0.20	14.3
9. Ель	0.7	Гравий	0.01	14.7
10. Лек-шор	0.2	Песок	0.20	11.2
11. Мор	0.2-0.7	Гравий, песок	0.10	10.7
12. Сед-ель	0.3	Песок, галька	0.15	10.4
13. Собинка	0.3-0.8	Ил, гравий	0.10	15.9

\* Ю-ил – приток III порядка.



$(D_{link}/D_{max}) \cdot 100$

Дендрограмма отличий фауны олигохет в исследованных малых реках бассейнов Локчима (L), Сысолы (S) и Вычегды (V). Условные обозначения:  $D_{link}/D_{max} \cdot 100$  – нормированное евклидово расстояние.

По горизонтали – порядковые номера водотоков те же, что и в таблице.

*drilus hoffmeisteri*). Видовое сходство червей на обоих типах грунта было невысоким и составляло 35 %. Наблюдаемые нами незначительные различия в количественных показателях развития олигохет и видовом составе мы связываем с сильной перемешиваемостью грунтов в малых водотоках. Только несколько видов тубифицид показали положительную зависимость своей численности от типа грунта и его гранулометрического состава. На основании этого предполагаем, что для данного типа водоемов этот фактор не является ведущим.

Для всех водотоков был рассчитан индекс разнообразия Шеннона. Наиболее высокое его значение ( $H = 2.3$ ) указывается для р. Мор, где характерны биотопы с каменистым (гравий и галька) грунтом. Самое низкое значение индекса ( $H = 0.1$ ) установлено для рек Кужоб-ю и Сед-ель, обе характеризуются преобладанием песчаного дна. Для этих же рек отмечали наибольшие показатели индекса Симпсона ( $D = 1$ ), что говорит о наличии доминирующих видов. В этих реках либо встречен всего один вид, или среди нескольких видов отмечен один доминант. В реках, где индексы Шеннона ( $H = 0.5-1.4$ ) и Симпсона ( $D = 0.6-0.8$ ) имеют средние показатели, сообщество более выровнено, т.е. отсутствуют явные доминанты и значение всех видов в структуре сообщества равно. Такую картину мы наблюдали в реках Важелью, Ель, Лек-шор, Тыб-ю. Значения индекса Сьеренсена во всех исследованных реках варьировали от 0 до 0.67. Наибольшее сходство фауны было установлено между реками Седель и Лек-шор. Эти реки относятся к бассейну р. Локчим, характеризуются песчаным дном, редко с илом или гравием, средней скоростью течения 0.2 м/с, имеют сходный состав видов олигохет. Они входят в общий кластер с водотоками, где указывается один или несколько видов олигохет в составе фауны (см. рисунок). В другом кластере водотоки с большим числом видов олигохет выделяются в группы по принадлежности к бассейну (Локчим, Сысола или Вычегда).

Еще в начале работы мы следовали известному положению, что разнообразие, распространение и количественные показатели развития олигохет зависят от различных экологических факторов. Проведенный корреляционный анализ показал достоверную ( $p < 0.05$ ) положительную зависимость между общей численностью олигохет и гранулометрической фракцией грун-

та ( $r = 0.45$ ), содержанием в субстрате азота ( $r = 0.85$ ), углерода ( $r = 0.85$ ) и гумуса ( $r = 0.84$ ). Олигохеты позитивно реагируют на количество органических веществ в воде, наращивая свою численность. Примером этому служит большая численность олигохет в р. Важелью, где наблюдается мощное органическое загрязнение стоками птицефабрики. Общая биомасса олигохет положительно и достоверно коррелирует с глубиной водоема ( $r = 0.84$ ,  $p < 0.05$ ). В малых реках наибольшая глубина отмечалась на участках с низкой скоростью течения, в основном с песчаными, заиленными грунтами. Основными видами, обитающими в таких условиях, были тубифициды. Они крупнее других олигохет и их большое количество обеспечивает высокую биомассу. Тубифициды имели также значительную численность в малых притоках, характеризующихся заиленным дном или высоким содержанием детрита. Некоторые виды Tubificidae (*Pothamotrix hammoniensis*, *Spirosperma ferox*, *Tubifex tubifex*, *T. ignotus* (Stolc, 1886)) демонстрировали положительную корреляцию с типом грунта. Известно, что эти виды предпочитают богатые органическими веществами мягкие грунты [10, 13, 14].

Корреляция между общей массой олигохет и температурой воды была достоверной ( $r = 0.7$ ,  $p < 0.05$ ), однако эта зависимость требует более подробного изучения сезонной динамики развития олигохет в малых водотоках. Температура воды оказывает заметное влияние на распределение и разнообразие олигохет [10]. В исследуемом регионе различие зимних и летних температур очень высоко. Только два вида (*Nais behningi* и *Stylodrilus heringianus*) являются stenotherмными холодолюбивыми видами. Температурный предел их развития ограничен  $12^{\circ}\text{C}$  [6]. Все другие виды демонстрируют высокую толерантность к этому фактору [2, 12]. Таким образом, зависимость видового состава олигохет от температуры воды является предметом дальнейших исследований.

Положительная корреляция ( $r = 0.3-0.5$ ,  $p < 0.05$ ) была установлена также между численностью некоторых видов олигохет, а именно *Tubifex tubifex*, *T. ignotus*, *Nais pseudobtusa*, *Chaetogaster diastrophus* (Gruithuisen, 1928), *Stylaria lacustris* (Linnaeus, 1767) и структурой грунта. Численность других видов (*Ch. diaphanus* (Gruithuisen, 1928), *Uncinails uncinata*) достоверно коррелировала со скоростью течения в водотоках.

Достоверную зависимость от наличия моховых или водорослевых обрастаний показала численность видов *Arcteonais lomondi* (Martin, 1907) ( $r = 0.3$ ), *Spirosperma ferox* Eisen, 1879 ( $r = 0.6$ ), *Nais pseudobtusa* ( $r = 0.4$ ), *N. behningi* ( $r = 0.4$ ), *N. alpina* Sperber, 1948 ( $r = 0.3$ ) и *Stylodrilus heringianus* ( $r = 0.7$ ). В целом высокое разнообразие наидид в малых водотоках также связано с наличием моховых и водорослевых обрастаний на твердых субстратах. В исследованных реках была установлена достоверная положительная зависимость развития некоторых видов наидид от наличия и степени обрастания грунта. Доминирование наидид, питающихся водорослями в малых водотоках с дном, покрытым растительными обрастаниями, было показано ранее [9]. Большинство наидид относят к фитофагам с широким спектром питания [5, 15]. Глубина водоема также является одним из ведущих экологических факторов для развития олигохет [10, 11]. Однако в нашей работе позитивную корреляцию с глубиной показали только четыре вида червей. Это ожидаемый результат именно в наших исследованиях, учитывая ограниченный предел абсолютной глубины в малых притоках.

С помощью корреляционного и регрессионного анализа между общей численностью олигохет и численностью отдельных видов, с одной стороны, и химическими показателями воды (более 20 параметров), с другой стороны, мы установили, что обилие олигохет находится в тесной зависимости только от концентрации ионов натрия и марганца ( $R = 0.6$  и  $0.8$  соответственно,  $p = 0.001$ ). Увеличение данного параметра указывает на загрязнение водотока, в том числе накопление органических элементов. Вероятно, что возрастание общей численности червей связано больше с последним фактором. В результате регрессионного анализа была установлена зависимость общей численности доминирующего вида *Tubifex tubifex* с концентрацией в воде ионов хлора, кальция и общего фосфора ( $R = 0.6$ ,  $0.9$  и  $0.8$  соответственно,  $p = 0.003$ ). Реки средней тайги имеют гидрокарбонатно-кальциевый состав воды. Некоторые виды (например, *Tubifex tubifex*) достоверно меняют свою численность при снижении-увеличении концентрации  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , общего фосфора и  $\text{Cl}^-$ . Не редко отмечают зависимость численности видов и химического состава воды [8]. Увеличение концентрации натрия и магния, так же как ионов

хлора и общего фосфора, часто связывают с наличием в водотоке загрязнения. Ухудшающееся качество воды связано и с накоплением органики. Можно предположить, что возрастание численности олигохет в таких водоемах связано именно с увеличением органического загрязнения. Так, именно возрастание численности вида *Tubifex tubifex* в водоемах часто связывают с нарушением в нем химического баланса [7, 11]. Есть указания и на то, что данный вид использует органическое вещество, как пищу [5, 14].

В результате наших исследований установлено, что фауна олигохет на исследуемой территории очень разнообразна. Наибольшее разнообразие видов характерно для малых притоков с плотными грунтами, покрытыми водорослевыми и моховыми обрастаниями и высокой скоростью течения. Низкое разнообразие червей характеризует реки с песчаными грунтами. Количественные показатели олигохет в малых реках региона довольно схожи. Различия в видовом составе олигохет между водотоками зависят от экологических факторов, таких как химический состав воды, скорость течения, наличие обрастаний, состав грунта, в меньшей степени – глубина и температура. При этом можно утвер-

ждать, что в малых реках, даже расположенных в одной географической зоне, складывается специфический комплекс условий, позволяющий формироваться уникальному комплексу видов в каждом отдельном водотоке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев А.С. Сплавные реки Коми АССР М., 1964. 202 с.
2. (Батурина М.А.) Baturina M. Oligochaeta of the Pechora River Basin, Russia // Acta Hydrobiol. Sinica, 2007. Vol. 31. P. 36-46.
3. Зверева О.С. Особенности биологии главных рек Коми АССР в связи с историей их формирования. Л., 1969. 279 с.
4. Ласточкин Д.А. Малоцетинковые черви (Oligochaeta) р. Вычегда // Изв. Коми фил. Всесоюз. геогр. об-ва, 1955. Вып. 3. С. 62-65.
5. Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. М., 1998. 319 с.
6. Попченко В.И. Водные малоцетинковые черви (Oligochaeta limnicola) Севера Европы, 1988. 288 с.
7. Casellato S., Caneva F. Composition and distribution of bottom oligochaete fauna of a north Italian eutropic lake (Lake Ledro) // Hydrobiol., 1994. Vol. 278. P. 87-92.
8. Dumnicka E., Pasternak K. The influence of physicochemical properties

of water and bottom sediments in the river Nida on the distribution and numbers of Oligochaeta // Acta Hydrobiol., 1978. Vol. 20. P. 215-232.

9. Dumnicka E. Communities of oligochaetes in mountain streams of Poland // Hydrobiol., 1994. Vol. 278. P. 107-110.

10. Martinez E., Prat N. Oligochaeta from profundal zones of Spanish reservoirs // Hydrobiol., 1984. Vol. 115. P. 223-230.

11. Milbrink G. An improved environmental index based on the relative abundance of oligochaete species // Hydrobiol., 1983. Vol. 102. P. 89-97.

12. Nijboer R.C., Wetzel M.J., Verdonchot P.F.M. Diversity and distribution of Tubificidae, Naididae and Lumbriculidae (Annelida: Oligochaeta) in the Netherlands: an evaluation of twenty years of monitoring data // Hydrobiol., 2004. Vol. 520. P. 127141.

13. Schenkova J., Komarek O., Zahradkova S. Oligochaeta of the Morava and Odra River basin (Czech Republic): species distribution and community composition // Hydrobiol., 2001. Vol. 463. P. 235-240.

14. Slepuhina T. D. Comparison of different methods of water quality evaluation by means of oligochaetes // Hydrobiol., 1984. Vol. 115. P. 183-186.

15. Smith M.E., Kaster J.L. Feeding habits and dietary overlap of Naididae (Oligochaeta) from bog stream // Hydrobiol., 1986. Vol. 137. P. 193-201. ❖

**СОСТАВ ФОСФОЛИПИДОВ ЛИПИДОВ ПЕЧЕНИ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ, ОБИТАЮЩИХ В 30-КИЛОМЕТРОВОЙ ЗОНЕ ЧАЗС**

**П**осле Чернобыльской катастрофы обширные территории, загрязненные искусственными радионуклидами, стали полигоном для исследований радиоэкологов, одна из задач которых – постоянное слежение за природными популяциями в естественных местообитаниях с целью оценки реакции различных видов на хроническое воздействие ионизирующих излучений. Подобные исследования приобрели особое значение и в связи с возникшей необходимостью прогноза масштаба экологических последствий аварии. Имея многолетний опыт и результаты работ сотрудников отдела радиоэкологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН на участках с повышенным уровнем естественной радиоактивности в Республике Коми [1, 15], было чрезвычайно интересно и важно исследовать этапы ответной реакции популяций мышевидных грызунов на экстремальный фактор среды обитания.

Известно, что перекисное окисление липидов (ПОЛ) является одним из патогенетических звеньев механизма действия ионизирующего излучения [7]. Облучение инициирует и существенно ускоряет



Н. Загорская

ПОЛ, развивающееся по свободнорадикальному механизму, который является важнейшим и необходимым этапом лучевого поражения. Установлено, что накопление в мембранах продуктов окисления меняет структуру мембран и приводит к изменению их функциональной активности [4, 22]. При этом важная роль в качестве основного субстрата окисления биологических мембран отводится фосфолипидам (ФЛ) [10]. Скорость окисления зависит от

состава ФЛ мембран (особенно от количества двойных связей в ненасыщенных жирных кислотах), структурированности липидной фазы мембраны, присутствия ингибиторов, активаторов и прочих веществ, высокоэффективных даже в малых концентрациях [4]. По мнению многих радиобиологов, фосфолипиды могут быть отнесены к молекулам-мишеням хотя бы по той причине, что повреждение их даже в небольших количествах приводит к изменению проницаемости биологических мембран, нарушению ионного гомеостаза, энергетических и обменных процессов в клетке [11]. Высокая чувствительность состава ФЛ наряду с другими пара-

Загорская Надежда Гавриловна – н.с. лаборатории радиоэкологии животных. E-mail: zagorskaya@ib.komisc.ru. Область научных интересов: радиоэкология, биохимия липидов.

метрами физико-химической системы регуляции окислительных реакций в липидах к действию низкоинтенсивного хронического облучения была показана нами неоднократно [13], что позволило использовать ее как биохимический тест при оценке степени длительности воздействия радиации.

В качестве органа исследований была выбрана печень, играющая ведущую роль в метаболизме липидов всего организма [6]. Долгое время полагали, что печень является резистентным органом, так как в нормальных условиях гепатоциты не делятся. Выполняя многочисленные жизненно важные функции, печень обладает очень большими резервными возможностями и способна поддерживать, по-видимому, нормальную функцию, несмотря на повреждение ее большей части [17]. Клинические и биохимические изменения в ней после различных воздействий на организм возникают лишь тогда, когда суммарный объем поврежденных клеток достигает определенной «критической» массы [23].

Целью работы явилось изучение изменчивости состава фосфолипидов липидов печени мышевидных грызунов, длительное время обитавших в районе 30-километровой зоны ЧАЭС.

Объектом исследований служили неполовозрелые и половозрелые самцы полевых мышей (*Apodemus agrarius* Pall.), отловленные в полевой сезон 1987 и 2007 гг. на участке (далее – участок 1) с высоким уровнем радиоактивного загрязнения, расположенном в 2 км к западу от Чернобыльской АЭС. Подробное описание участка и его характеристика приведены в работе [12]. Контролем служили грызуны, отловленные в пригородах г. Киев в 1993 г. Всего исследовано 25 зверьков.

Для разделения фосфолипидов печени грызунов на отдельные фракции использовали тонкослойную хроматографию [2]. Метод определения фракций фосфолипидов приведен в работе [16]. В качестве суммарных показателей липидного обмена были взяты такие, как доля фосфолипидов в составе общих липидов (% ФЛ), соотношение сумм более легкоокисляемых и более трудноокисляемых фосфолипидов ( $\Sigma$ ЛЮФЛ/ $\Sigma$ ТОФЛ) и соотношение фосфатидилхолина и фосфатидилэтаноламина (ФХ/ФЭ). Сумму ЛЮФЛ составляют фракции фосфатидилнозита (ФИ), фосфатидилсерина (ФС), фосфатидилэтаноламина (ФЭ), кардиолипина (КЛ) с фосфатидной кислотой (ФК), которые в своем составе, как правило, содержат больше ненасыщенных жирных кислот [10]. Сумма ТОФЛ включает фракции лизофосфатидилхолина (ЛФХ), сфингомиелина (СМ), фосфатидилхолина (ФХ), в составе которых обычно содержится больше насыщенных жирных кислот [10]. Об антипероксидной активности (АПА) печени, т.е. способности липидов печени разлагать пероксиды, судили на основании снижения концентрации пероксидов при добавлении липидов в метилолеат [27]. Достоверность различий определяли общепринятыми статистическими методами [14].

#### Оценка радиоактивного загрязнения животных в зоне Чернобыльской АЭС

Для характеристики радиационного воздействия на обследуемые группы животных были использованы данные о внешнем  $\gamma$ - и  $\beta$ -облучении. Оценива-

ли дозовую нагрузку от инкорпорированных в организме грызунов радионуклидов. С учетом времени, прошедшего после аварии, основной вклад в поглощенную дозу у грызунов могли вносить следующие источники: внешнее  $\gamma$ - и  $\beta$ -облучение от выпавших на почвенно-растительный покров радионуклидов; покровное  $\alpha$ - и  $\beta$ -облучение животных за счет радионуклидов на внешней поверхности тела (шерсть, кожа и т.п.); пероральное поступление радионуклидов за счет дыхания, потребления пищи и воды [12, 20].

По данным литературы, основное поступление радионуклидов в организм животных в 1986 г. происходило за счет заглатывания радиоактивных частиц, находящихся на поверхности растений, тела и почвы, а уже в 1987 г. основное количество радионуклидов поступало в составе кормов [19]. В первые три года после аварии значительно изменился состав радионуклидов и их парциальный вклад в суммарную активность. В 1987-1988 гг. произошло значительное снижение как общего радиоактивного загрязнения животных (прежде всего из-за распада короткоживущих изотопов, вклад которых в первые дни после выброса достигал 80 % общей активности), так и уровней накопления  $^{137}\text{Cs}$  (за счет вертикальной миграции). В 1989-1990 гг. отмечали [18, 19] повторное повышение уровней загрязнения мелких млекопитающих. Основное объяснение этому находят в описанном явлении деструкции выпавших топливных частиц и повышении биологической доступности радионуклидов [8]. В 2005 г. увеличивается поступление из почвы наиболее подвижных радионуклидов, возрастает накопление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в организме мелких млекопитающих [5]. По прогнозам авторов, в дальнейшем и в большем временном интервале динамика радиоактивного загрязнения мелких млекопитающих в среднем будет отражать лишь динамику физического распада  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , однако сезонные и локальные вариации будут очень значительными. Уровень внешнего  $\gamma$ -фона значительно снизился (300-500 и 0.3-0.8 мР/ч соответственно в 1987 и 2007 г. [12]), что может быть связано с распадом основного дозообразующего радионуклида  $^{137}\text{Cs}$ . Миграция  $^{90}\text{Sr}$  в биоценозах схожа с перераспределением  $^{137}\text{Cs}$  и также обусловлена в основном процессами диффузии и биогенного переноса, хотя подвижность стронция намного выше, чем цезия [24]. Загрязнение животных  $^{90}\text{Sr}$  происходит по аналогии с  $^{137}\text{Cs}$ . За 20-летний период удельная активность данных дозообразующих радионуклидов в тушках животных снизилась.

#### Динамика состава фосфолипидов – одно из звеньев регуляторной системы перекисного окисления липидов

Полученные результаты (см. таблицу) указывают на нарушения, протекающие в мембранных структурах печени зверьков, отловленных на участке 1 в 1987 г.: повышена жесткость клеточных мембран печени (ФХ/ФЭ) и снижена их окисляемость ( $\Sigma$ ЛЮФЛ/ $\Sigma$ ТОФЛ). Рост трудноокисляемых фракций ФЛ, способствующих снижению окисления мембран гепатоцитов, происходит преимущественно за счет увеличения токсичных лизоформ фосфолипидов. Количественное содержание ЛФХ в составе

**Суммарные показатели состава фосфолипидов липидов печени самцов полевых мышей, отловленных на радиоактивном участке 1, X ± m**

Возраст животных	Год отлова	Параметр		
		А	Б	В
Половозрелые (контроль)	1993	17.84 ± 0.53	1.35 ± 0.20	1.15 ± 0.22
Неполовозрелые	1987	37.25 ± 2.20	2.02 ± 0.04	0.58 ± 0.02
Половозрелые	2007	37.81 ± 1.84	2.06 ± 0.04	0.56 ± 0.01
Неполовозрелые		53.09 ± 1.16	1.54 ± 0.04	0.89 ± 0.03
Половозрелые		57.95 ± 0.09	1.52 ± 0.02	0.90 ± 0.02

Примечание: А – фосфолипиды, %, Б – соотношение фосфатидилхолина и фосфатидилэтаноламина, В – соотношение сумм более легко- и более трудноокисляемых фосфолипидов.

фосфолипидов липидов печени у зверьков, обитающих на радиоактивном участке, составляет 23.84 (половозрелые) и 16.72 % (неполовозрелые), что соответственно в три и два раза выше по сравнению с контрольными значениями. Необходимо указать и на обедненность липидов печени полевых мышей этого участка антиоксидантами, что было показано нами ранее [12, 26] при изучении антиоксидательной активности (АОА) органа. В пользу неблагоприятного состояния грызунов в этот период исследований свидетельствуют и изменения цитоморфологической картины печени (дистрофия гепатоцитов, некрозы, аномальные многоядерные клетки и т.д.), обнаруженные у этих же животных нашими сотрудниками [20]. Все вышперечисленное может способствовать нарушению липидного обмена в организме зверьков [9]. Однако, как показано в работе [20], на фоне пестрой картины деструктивных изменений в печени зверьков, отловленных в 1987 г., происходят и процессы репарации. Большое количество двуядерных клеток у облученных животных, по мнению авторов, может свидетельствовать о высокой физиологической активности ткани в целом, а отмеченный нами достоверный рост ( $p < 0.05$ ) доли ФЛ в составе общих липидов (см. таблицу), а также рост доли ФХ ( $p < 0.01$ ) в составе фосфолипидов липидов печени позволяет говорить о сохранении в ткани процессов окислительного фосфорилирования и биосинтеза ФЛ. Изменения в составе ФЛ, наблюдаемые на исследуемом участке в 1987 г., происходят на фоне снижения уровня внешнего  $\gamma$ -фона в два раза (до 150-200 мР/ч).

Результаты анализа состава ФЛ липидов печени полевых мышей разных возрастных групп, отловленных в 2007 г., указывают на происходящую в составе ФЛ липидов печени нормализацию как в относительном содержании отдельных фракций, так и суммарных показателей липидного обмена животных по сравнению с 1987 г. При этом как у половозрелых, так и у неполовозрелых самцов эти изменения носят однонаправленный характер, а исследуемые параметры имеют весьма близкие значения, что позволило нам объединить зверьков в одну группу. В дальнейшем речь пойдет о среднегрупповых значениях изучаемых показателей. Так, к 2007 г. в мембранных структурах печени увеличивается содержание ФЛ в составе общих липидов (на 20 % ;  $p < 0.001$ ), что обусловлено достоверным ростом относительного содержания основных фракций – ФХ и ФЭ, необходимых для обеспечения нормального липидного обмена всего организма. Низкое содержание фракций, определяющих структу-

ру клеточных мембран гепатоцитов в 1987 г., могло указывать на повышение интенсивности свободнорадикального окисления в первые годы после аварии [6]. Увеличение содержания ФЭ привело к изменению отношения ФХ/ФЭ, определяющего жесткость клеточной мембраны, наблюдается достоверное снижение этого показателя в 2007 г. примерно в 1.4 раза (см. таблицу). Снижается и уровень трудноокисляемых фракций ФЛ, что способствует росту соотно-

шения  $\Sigma$ ЛОФЛ/ $\Sigma$ ТОФЛ, мембранные структуры клеток печени становятся более легкоокисляемыми за счет преобладания в них ненасыщенных жирных кислот. Наряду с этим происходит достоверное снижение ( $p < 0.05$ ) высокоокисляемых лизоформ фосфолипидов. Липиды печени полевых мышей, отловленных в этот полевой сезон, обладают способностью разлагать пероксиды (АПА =  $0.40 \pm 0.07$  ммоль/г).

В зависимости от уровня техногенного загрязнения и времени действия радиационного фактора меняется и характер взаимосвязи между соотношением сумм более легко к более трудноокисляемым фракциям, и отношение ФХ/ФЭ в фосфолипидах печени полевых мышей, отловленных на радиоактивном участке в разные годы после аварии. Проведенный корреляционный анализ обнаружил наличие достаточно высокой прямой связи ( $R = 0.829 \pm 0.32$ ) между окисляемостью ( $\Sigma$ ЛОФЛ/ $\Sigma$ ТОФЛ) липидов печени и структурным состоянием (ФХ/ФЭ) мембранной системы органа у зверьков, отловленных в 1987 г., что в норме не характерно для липидов печени мышевидных грызунов. Как правило, корреляционная зависимость между данными параметрами носит отрицательный характер [26]. К 2007 г. произошла нормализация характера взаимосвязи ( $R = -0.668 \pm 0.43$ ).

Таким образом, анализ полученных результатов указывает на происходящую спустя 20 лет после Чернобыльской катастрофы некоторую нормализацию в составе фосфолипидов липидов печени полевых мышей, обитающих на радиоактивном участке 30-километровой зоны ЧАЭС, которая может быть связана прежде всего с изменением радиационной обстановки (снижением как уровня внешнего  $\gamma$ -фона, так и поступления в организм зверьков основных дозообразующих радионуклидов –  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. (Алексахин Р.М.) Тяжелые естественные радионуклиды в биосфере: миграция и биологическое действие на популяции и биоценозы / Р.М. Алексахин, Н.П. Архипов, Р.М. Бардухаров и др. М.: Наука, 1990. 368 с.
2. Биологические мембраны: методы исследования. М.: Мир, 1990. 424 с.
3. Брокерхоф Х., Дженсен Р. Липолитические ферменты. М., 1978. 280 с.
4. Бурлакова Е.Б., Храпова Н.Г. Перекисное окисление липидов мембран и природные антиоксиданты // Усп. химии, 1985. Т. LIV, вып. 9. С. 1540-1558.
5. (Гащак С.П.) Многолетние тенденции радиоактивного загрязнения позвоночных животных Чернобыльской зоны / С.П. Гащак, Ю.А. Маклюк, А.М.

Максименко и др. // Радиэкология Чернобыльской зоны: Матер. докл. междунар. науч. семинара. Славутич, 2006. С. 71-73.

6. Дроговоз С.М., Деримедведь Л.В. Изучение влияния экзогенной супероксиддисмутазы на течение модельной патологии печени // Вестн. науч. исследований, 1995. № 5. С. 1-5.

7. Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс: биохимический и патофизиологический аспекты. М.: Наука, 2001. 344 с.

8. (Иванов Ю.А., Каспаров В.А.) Ivanov Yu.A., Kashparov V.A. Long-term dynamics of the radiological situation in terrestrial ecosystems of the Chernobyl Exclusion Zone // Environm. Sci. Pollution Res., 2003. № 1. P. 13-20. – (Special Issue).

9. Климов А.Н., Никульчева Н.Г. Липиды, липопротеиды и атеросклероз. СПб., 1995. 298 с.

10. Крепс Е.М. Липиды клеточных мембран. Л., 1981. 340 с.

11. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). М., 2004. 442 с.

12. (Кудяшева А.Г.) Биохимические механизмы радиационного поражения природных популяций мышевидных грызунов / А.Г. Кудяшева, Л.Н. Шишкина, Н.Г. Загорская, А.И. Таскаев. СПб.: Наука, 1997. 156 с.

13. (Кудяшева А.Г.) Влияние техногенного загрязнения на регуляторные системы клетки / А.Г. Кудяшева, Л.Н. Шишкина, Н.Г. Загорская и др. Сыктывкар, 1990. 40 с. – (Сер. Науч. докл. / Коми НЦ УрО АН СССР; Вып. 248).

14. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. школа, 1990. 293 с.

15. Маслов В.И. Радиационная обстановка жилищ и убежищ мышевидных грызунов в условиях биогеоценозов повышенной естественной радиоактивности // Радиэкологические исследования в природных биогеоценозах. М.: Наука, 1972. С. 216-226.

16. Молочкина Е.М. Определение эффективности антиоксидантов по их влиянию на реакцию окисления ненасыщенных липидов, катализируемых геммодержащими соединениями // Исследование синтетических и природных антиоксидантов in vitro и in vivo. М.: Наука, 1992. С. 62-64.

17. Москалев Ю.А. Отдаленные последствия ионизирующих излучений. М.: Медицина, 1991. 264 с.

18. Рождественская А.С. Мелкие млекопитающие // Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС. Минск: Наука и техника, 1995. С. 68-74.

19. (Рождественская А.С.) Характеристика мелких млекопитающих из зоны аварии на ЧАЭС / А.С. Рождественская, Э.Г. Самусенко, Р.И. Гончарова и др. // Биологические и радиэкологические аспекты последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Радиэкология растений. Радиэкология наземных животных. Радиэкология гидробионтов: Докл. I междунар. конф. / Под ред. Е.В. Сенина. Зеленый мыс, 1990. Т. 1, ч. 2. С. 233-246.

20. (Таскаев А.И.) Экологические и морфофизиологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС для популяций мышевидных грызунов / А.И. Таскаев, Б.В. Тестов, Л.Д. Материй и др. Сыктывкар, 1988. 56 с. – (Сер. Науч. докл. / Коми НЦ АН СССР).

21. Устинова А.А., Рябинин Е.В. Метаболические изменения в клетках печени лесных мышей (*Apodemus sylvaticus* L.), обитающих на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа // Радиационная биол. Радиэкол., 2005. Т. 45, № 3. С. 346-350.

22. Утешев А.Б., Мукушев А.К., Недостаева Г.А. Влияние малых доз облучения на показатели перекисного окисления липидов // Вестн. НЯЦ РК. Вып. 3. Радиэкология. Охрана окружающей среды, 2001. С. 85-88.

23. Филимонова Г.М. Цитоморфологические изменения в печени // Биологическое действие продуктов ядерного деления. М.: Атомиздат, 1975. С. 195-203.

24. (Францевич Л.И.) Оценка выноса радионуклидов животными-мигрантами / Л.И. Францевич, А.Д. Комиссар, А.А. Ермаков и др. // Чернобыль-88: Докл. I Всесоюз. науч.-тех. совещ. по итогам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Чернобыль, 1989. Т. 3, ч. 2. С. 110-123.

25. Чернобыльская катастрофа. Киев: Наукова думка, 1995. 560 с.

26. (Шишкина Л.Н.) Регуляция окислительных процессов в тканях мышевидных грызунов, отловленных в зоне аварии на ЧАЭС / Л.Н. Шишкина, А.Г. Кудяшева, Н.Г. Загорская, А.И. Таскаев // Радиационная биол. Радиэкол., 2006. Т. 46, № 2. С. 216-232.

27. Шишкина Л.Н., Хрустова Н.В. Кинетические характеристики липидов тканей млекопитающих в реакциях автоокисления // Биофизика, 2006. Т. 51, вып. 2. С. 340-346. ❖

## АДАПТИВНЫЙ ОТВЕТ И РЕАКЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ДРОЗОФИЛЫ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МАЛЫХ ДОЗ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ

**В**первые оценка адаптивной реакции в ответ на повреждающее радиационное воздействие природных и экспериментальных популяций дрозофилы была рассмотрена в работах [8, 11, 14]. Считают, что важная роль в адаптации популяций к действию различных стресс-факторов, в том числе и ионизирующей радиации, отведена мобильным генетическим элементам, которые зачастую функционируют коррелированно с внешней средой [10]. Так, было показано, что чувствительность экспериментальных



Е. Юшкова



В. Зайнуллин

популяций дрозофилы к мутагенному действию облучения постепенно снижается при повышении дозы облуче-

ния [15]. Такая реакция популяций обусловлена возникновением отдельных генетических факторов (или транспозонов), ответственных за устойчивость к стрессовым воздействиям. При каждом новом радиационном повышении последовательно включаются дополнительные генетические элементы. После прекращения облучения вновь приобретенные факторы устойчивости исчезают из популяции. Аналогичные элементы, обладающие селективным преимуществом и возникающие в разных хромосомах дрозо-

Юшкова Елена Александровна – к.б.н., н.с. лаборатории радиационной генетики. E-mail: ushkova@ib.komisc.ru.

Зайнуллин Владимир Габдуллович – д.б.н., проф., зав. этой же лабораторией. Область научных интересов: генетика популяций, радиоадаптация.

фил, подвергавшихся облучению, отмечены в исследованиях В. Wallace [18].

В настоящей работе проведена оценка роли мобильных генетических элементов в формировании радио-адаптивного ответа и реакции у особей экспериментальных популяций дрозофилы на хроническое воздействие  $\gamma$ -излучения низкой интенсивности.

Материалом для исследования послужили модельные популяции дрозофилы, отличающиеся содержанием в генотипе *P* элементов и поддерживаемые в условиях хронического низкоинтенсивного облучения (накопленная доза за поколение составила 10 сГр при мощности экспозиционной дозы 0.31 мГр/ч) в течение нескольких поколений [2]. Для острого облучения использовали гамма-установку «Рокс-АМ» ( $^{60}\text{Co}$ ) с мощностью экспозиционной дозы 2 сГр/с. Поглощенная доза составила 3 Гр. Интервал между воздействием хронического и острого облучения составил 1-2 ч. Частоту индуцированных доминантных (ДЛМ) и рецессивных сцепленных с полом летальных мутаций (РСПЛМ) определяли по стандартным методикам [8]. Для определения ДЛМ брали по 50 самцов из изучаемых популяций и скрещивали их с виргинными самками тестерной линии *Canton-S* при отношении самок к самцам 2:1. Дрозофил 7-го, 9-го, 10-го поколений подвергали острому воздействию  $\gamma$ -излучения. Продолжительность каждой кладки составляла 4-6 ч, после чего мух перебрасывали на новую среду. Подсчитывали общее количество отложенных эмбри-

онов и через 36-48 ч определяли долю неразвившихся эмбрионов. Среди неразвившихся яиц выделяли ранние (РЭЛ) и поздние (ДЛМ) эмбриональные летали [3]. Анализ частоты РСПЛМ проводили с использованием тестерной линии *Muller-5* [5, 12]. Для этого 60-100 самцов, взятых из исследуемых популяций, массово скрещивали с трех-пятисуточными виргинными самками тестерной линии. Затем каждая самка F1 скрещивалась с самцом из той же популяции. Отсутствие в потомстве этой самки (в F2) самцов дикого типа с облученной или необлученной X-хромосомой говорит о том, что данная X-хромосома несла летальную мутацию [5]. Уровень стерильности проводили по тесту атрофии гонад особей первого поколения, полученных в скрещиваниях 50-60 самцов, взятых из популяций в 7-м, 8-м и 10-м поколениях и в дальнейшем подвергнутых действию острого облучения, с виргинными самками линии *Canton-S*. Перед анализом морфологии половых гонад полученных гибридных особей содержали для созревания два-три дня при температуре 25 °С. Подсчитывали особей с односторонней (A1) и двусторонней (A0) атрофией. Частоту атрофии гонад (АГ) вычисляли как  $\% \text{ АГ} = \% \text{ А0} + 1/2 \% \text{ А1}$  [16]. Доля атрофированных гонад у дрозофилы от общего числа изученных особей дает представление о частоте появления у них стерильности, индуцированной перемещением *P* элемента [3].

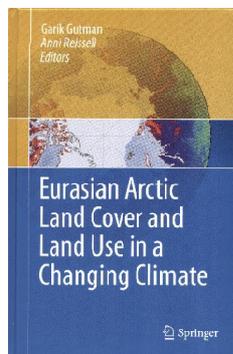
**Анализ частоты возникновения ДЛМ, РЭЛ и атрофии гонад.** Согласно общепринятому определению, до-

минантные летали реализуются в виде группы неразвившихся яиц, составленной из неоплодотворенных яиц, погибших в результате физиологической недостаточности и нарушений генотипа. Истинные ДЛМ (поздние) связывают с крупными хромосомными перестройками [1, 5].

Полученные результаты (рис. 1А) свидетельствуют, что повышенный уровень ДЛМ наблюдается в культурах дрозофилы, ранее не подвергавшихся воздействию хронического облучения в малых дозах. В контрольных популяциях, не имеющих в генотипе *P* элементы, облучение в дозе 3 Гр вызывает 2.22%-ный уровень ДЛМ, в то время как в контроле он составляет 0.71 % ( $p < 0.001$ ). Аналогичный эффект зарегистрирован в культурах дрозофилы, характеризующихся наличием в генотипе активных копий *P* элемента и не содержащихся в условиях хронического низкоинтенсивного облучения – после воздействия радиации в острой дозе частота ДЛМ составила 2.31 % при контроле 1.31 % ( $p < 0.001$ ). Напротив, после повреждающего воздействия  $\gamma$ -излучения выход ДЛМ в хронически облучаемых популяциях достоверно ( $p < 0.05$ ) ниже данного показателя в контрольных культурах. Следовательно, при последующем действии  $\gamma$ -излучения в высокой дозе у особей хронически облучаемых популяций уже к десятому поколению формируются адаптационные способности, проявляющиеся в снижении мутационного уровня.

Одновременно с оценкой ДЛМ был проведен учет показателя уровня ранних эмбриональных леталей (РЭЛ),

### ИНФОРМАЦИЯ В НОМЕР



(Евразийская Арктика в условиях развития землепользования и климатических изменений) *Eurasian Arctic land cover and land use in a changing climate* / Eds. G. Gutman, A. Reissell. – N.-Y.-L.: Springer, 2011. – 306 p. – (Из содерж.: *Vegetation cover in the Eurasian Arctic: distribution monitoring, and role in carbon cycling* / O.N. Krankina, D. Pflugmacher, **V.V. Elsakov**, D.J. Hayes, A.D. McGuire, M.C. Hansen, T. Hame, P. Nelson. – P. 79-109).

Широкомасштабная трансформация компонентов природных ландшафтов циркулярной области, вызванная как глобальными климатическими изменениями, так и усилением антропогенной деятельности, связанной с ростом добычи минеральных и биологических ресурсов, является основной причиной повышенного интереса научной общественности к исследованию направленности и интенсивности наблюдаемых изменений, оценке их последствий и разработке решений, направленных на улучшение устойчивости экосистем. Изменения земной поверхности, границ фитоценозов, термокарстовых ландшаф-

тов, ледяного покрова океана Арктики – одни из начальных индикаторов, демонстрирующих реакцию региона на потепление климата. Представленная монография объединяет результаты работ, выполненных международным коллективом авторов, включающим исследователей из США, Европы и России.

Издание будет полезно специалистам, заинтересованным в изучении настоящих и прогнозируемых изменений в Арктике.

которые в значительной степени обусловлены негенетическими причинами. Было выявлено (рис. 1Б), что дополнительное острое радиационное воздействие приводит к достоверному ( $p < 0.01$ ) повышению количества ранних леталей во всех популяциях по сравнению с контрольными значениями этого показателя. Наиболее чувствительными к повреждающему действию ионизирующего излучения в дозе 3 Гр оказались популяции с *P* элементами, у которых максимальные уровни РЭЛ составили для необлученных и хронически облученных популяций соответственно 28.2 и 30.1 %.

Эти данные вполне согласуются с результатами оценки уровня атрофии гонад у самок после провокационного  $\gamma$ -излучения (рис. 2). У контрольных и облучаемых популяций, в генотипе которых имеются активные копии *P* элемента, этот показатель характерно выше, чем в культурах дрозофилы исходного генотипа, и его значения варьируют от 14.7 до 20.1% в необлученных популяциях, от 18.9 до 26.3% – в популяциях, ранее подвергавшихся хроническому облучению в малых дозах. При однократном воздействии облучения в дозе 3 Гр стерильность особей увеличивается и достигает почти 25 % в популяциях, поддерживаемых без предварительного облучения в малых дозах. В хронически облучаемых популяциях с измененным генотипом зарегистрировано около 30 % стерильных самок ( $p < 0.01$ ). Такое увеличение частоты РЭЛ и атрофии гонад возможно связано с дисфункцией последних, обусловленной генетическими нарушениями при индуцированной активации мобильных *P* элементов [4, 6, 9]. Кроме того, под воздействием излучения снижается половая активность самцов дрозофилы, что может также служить причиной увеличения доли неоплодотворенных яиц [13]. Нельзя также не отметить возрастание количества самок с нарушенной морфологией половых желез в популяциях исходного генотипа после облучения в дозе 3 Гр.

**Частота индукции РСПЛМ.** Результаты по выявлению РСПЛМ показывают (рис. 3), что в условиях как хронического, так и острого облучения наблюдается повышенный уровень мутаций. Однако чувствительность дрозофил хронически облучаемых популяций к последующему острому воздействию излучения понижается. Особенно этот эффект ( $p < 0.05$ ) проявляется у популяций, не имеющих в гено-

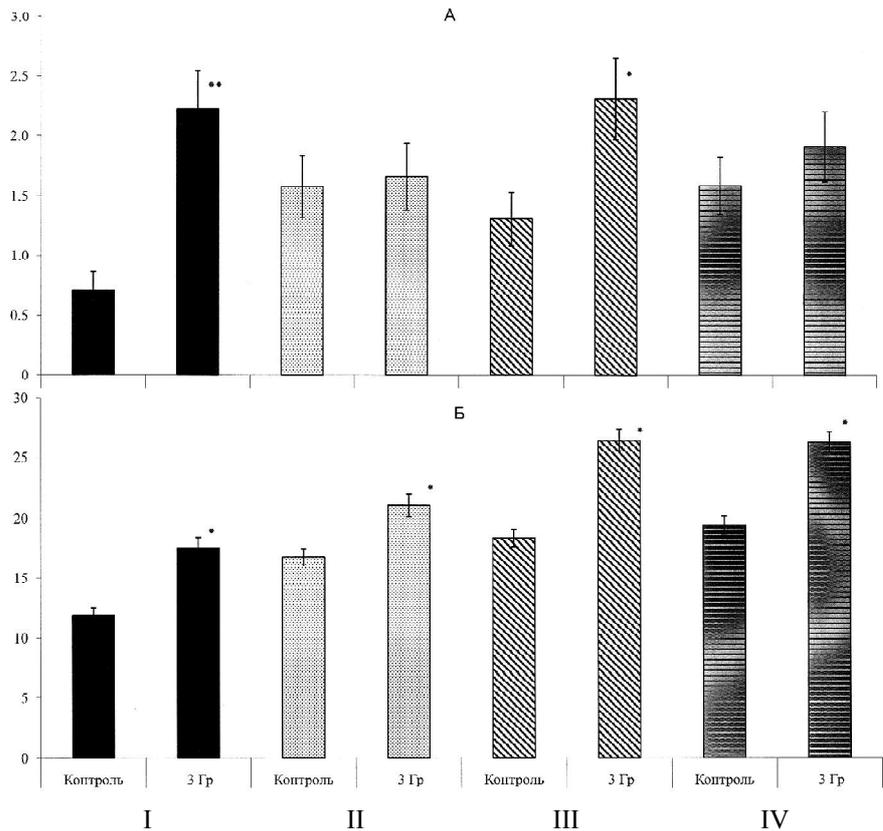


Рис. 1. Частота (%) доминантных летальных мутаций (А) и ранних эмбриональных леталей (Б) в экспериментальных популяциях *Drosophila melanogaster*. Различия достоверны при  $p < 0.01$  (\*) и  $p < 0.001$  (\*\*\*) по сравнению с контролем. Здесь и далее: по горизонтали указан вариант: I – контрольные популяции, не имеющие в генотипе *P* элементы, II – популяции, не имеющие в генотипе *P* элементы и содержащиеся в условиях хронического облучения в малых дозах, III – контрольные популяции, имеющие в генотипе *P* элементы, IV – популяции, имеющие в генотипе *P* элементы и содержащиеся в условиях хронического облучения в малых дозах; 3 Гр – доза повреждающего облучения.

типе *P* транспозоны, в которых частота РСПЛМ (0.27 %) ниже контрольного уровня (0.71 %). В популяциях с *P* элементами, находящихся в условиях хронического  $\gamma$ -излучения низкой интенсивности, острое воздействие радиации вызывает такой же выход летальных мутаций, что и в интактных культурах дрозофилы.

Считают, что понижение частоты мутаций или ее близкое соответствие контролю после дополнительного облучения в большой дозе указывает на феномен индуцирования повышенной радиоустойчивости особей, называемый радиоадаптацией [6, 9]. В наших опытах после дополнительного облучения частота летальных мутаций в ранее облучавшихся популяциях оказывается ниже, чем в контрольных. Это означает, что дрозофилы предварительно облучавшихся популяций становятся более устойчивыми к провоцирующему острому облучению. Однако в популяциях, характеризующихся наличием функциональных копий *P* элемента, транспозиционная активность *P* факторов в индукции

рецессивных летальных мутаций оказывается равноэффективной как при хроническом, так и остром воздействии ионизирующего излучения. Формирование устойчивых генотипов к постоянно действующему фактору может происходить в течение разного числа поколений [4, 17]. Есть сведения, указывающие на то, что достаточно четырех-шести поколений для того, чтобы популяции адаптивно реагировали на последующее облучение [7]. Этот диапазон числа поколений обусловлен, очевидно, не только видовыми особенностями, но и условиями облучения и содержания популяций (в частности, интенсивностью отбора). При хроническом облучении с постоянной мощностью дозы в популяциях устанавливается равновесие между давлением мутаций и действием отбора уже к десятому поколению [9].

Таким образом, исходя из наших данных, можно заключить, что хроническое действие ионизирующего излучения низкой интенсивности приводит к повышению изменчивости генетического материала, при котором идет

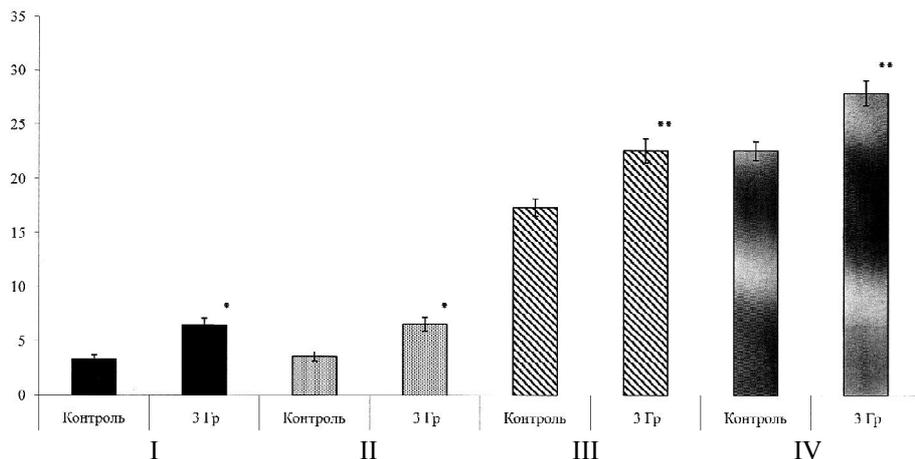


Рис. 2. Доля (%) стерильности самок в хронически облучаемых популяциях *Drosophila melanogaster*. Здесь и далее: различия достоверны при  $p < 0.05$  (\*) и  $p < 0.01$  (\*\*) по сравнению с контролем.

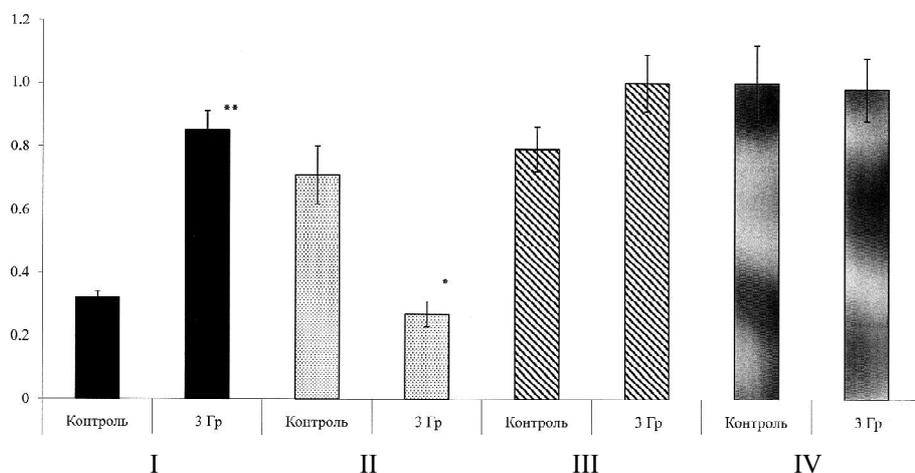


Рис. 3. Уровень (%) рецессивных сцепленных с полом летальных мутаций в экспериментальных популяциях *Drosophila melanogaster*.

направленный отбор в пользу наиболее радиорезистентных форм. Как в природных, так и экспериментальных популяциях, поддерживаемых в условиях хронического облучения, адаптация происходит довольно быстро. Однако адаптация, как показали наши результаты, в большей мере обнаруживается на уровне регистрируемых точковых мутаций и микроаббераций, т.е. рецессивных мутаций, и в меньшей мере на уровне доминантных мутаций. Эффект радиоадаптации при анализе физиологически значимых показателей (РЭЛ, атрофии гонад) обнаружен не был, т.е. хроническое облучение низкой интенсивности более эффективно реализуется в механизмах генетической адаптации. Кроме того, из полученных данных следует, что мобильные *P* транспозоны не имеют прямого отношения к проявлению адаптивной реакции на стрессовое воздействие, а являются как бы пассивными соучастниками ответа на облучение.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вампи К.В., Тухомирова М.М.* Спонтанные и индуцированные радиацией доминантные летальные мутации у самок и самцов дрозофилы // Исследования по генетике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1976. Вып. 6. С. 32-43.
2. *Зайнуллин В.Г., Юшкова Е.А.* Динамика выживаемости экспериментальных популяций *Drosophila melanogaster*, подвергшихся хроническому облучению ионизирующей радиацией // Радиация биология. Радиоэкол., 2008. Т. 48, № 6. С. 677-682.
3. *Иващенко Н.И., Гришаева Т.М., Богданов Ю.Ф.* Влияние  $\gamma$ -облучения на гониальные клетки *Drosophila melanogaster* в разных условиях гибридного дисгенеза // Генетика, 1990. Т. 26, № 11. С. 1969-1979.
4. *Моссэ И.Б.* Радиация и наследственность: Генетические аспекты противорадиационной защиты. Минск, 1990. С. 103-111.
5. *Тухомирова М.М.* Генетический анализ. Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. 280 с.
6. *Шевченко В.А.* Радиационная генетика природных популяций // Генетические механизмы селекции и эволюции. М.: Наука, 1986. С. 131-141.

7. *Ayala F.J.* Evolution of fitness. I. Improvement in the productivity and size of irradiated populations of *Drosophila serrata* and *Drosophila birchii* // Genetics, 1966. Vol. 53, № 3. P. 883-895.

8. *Cordeiro A.R., Marques E.K., Veiga-Neto A.J.* Radioresistance of a natural populations of *Drosophila willistoni* living in a radioactive environment // Mutat. Res., 1973. Vol. 19, № 3. P. 325-329.

9. *Hall B.G.* Adaptive mutagenesis: A process that generates almost exclusively beneficial mutations // Genetics, 1998. Vol. 102, № 1. P. 109-125.

10. *Harms-Ringdahl M.* Some aspects on radiation induced transmissible genomic instability // Mutat. Res., 1998. Vol. 404, № 1-2. P. 27-33.

11. *Kratz F.L.* Radioresistance in natural populations of *Drosophila nebulosa* from a Brazilian area of high background radiation // Mutat. Res., 1975. Vol. 27, № 3. P. 347-355.

12. *Muller H.J., Oster J.J.* Some mutational technique in *Drosophila* // Methodology in basis genetics. San-Francisco, 1963. P. 249-278.

13. *Niki Y., Chigusa S.I.* Developmental analysis of the gonadal sterility of P-M hybrid dysgenesis in *Drosophila melanogaster* // Jpn. J. Genet., 1986. Vol. 61. P. 147-156.

14. *Nothel H.* Investigations on radio-sensitive and radioresistant populations of *Drosophila melanogaster*. VII. High relative radioresistance to the induction of sex-linked recessive lethal in stage-7 oocytes of RO 14 // Mutat. Res., 1976. Vol. 36, № 2. P. 245-248.

15. *Nothel H.* Adaptation of *Drosophila melanogaster* populations to high mutation pressure: Evolutionary adjustment of mutation rates // Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1987. Vol. 84, № 4. P. 1045-1049.

16. *P-element repression in Drosophila melanogaster by a naturally occurring defective telomeric P copy / L. Marin, M. Lehmann, D. Nouaud et al.* // Genetics, 2000. Vol. 155, № 5. P. 1841-1854.

17. *Wallace B.* The average effect of radiation-induced mutations on viability in *Drosophila melanogaster* // Evolution, 1958. Vol. 12. P. 532-556.

18. *Wallace B.* Genetic changeover in *Drosophila* populations // Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1986. Vol. 83, № 5. P. 1374-1378. ❖



## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО МЕЙОБЕНТОСУ

к.б.н. Е. Фефилова, к.б.н. М. Батурина

В городе Гент (Бельгия) в июле 2010 г. состоялась XIV международная конференция по мейофауне (FourtIMCO). Темы, затрагиваемые на этой встрече, можно разделить на относящиеся к фундаментальным и обобщающим исследованиям, изучению сообществ мейобентических организмов одновременно с региональными исследованиями фауны, и вопросы популяционной экологии. На конференции присутствовали 203 представителя 35 стран. Самыми многочисленными были делегации Бельгии, Германии, Италии. Из России в работе конференции принимали участие 14 человек. Открывать работу симпозиума и делать пленарные презентации были приглашены ведущие специалисты-мейобентологи. Всего на конференции было заслушано 62 устных доклада. Внимание было уделено и постерной секции (130 докладов), которая работала на протяжении всей конференции. Конференция проходила в конференц-зале Университета Гента в течение пяти дней.

IMCO (International meiofauna conference) – международная конференция по мейофауне. Надо сказать, что хотя термин «мейофауна» обозначает совокупность животных, представляющих различные формы жизни, чьи размеры ограничены пределами 0.01-20.0 мм, его чаще ассоциируют с другим созвучным термином – «мейобентос», который обозначает сообщество представителей мейофауны на дне (сообщество мейофауны в толще воды называют «зоопланктон»). Подавляющее большинство ученых, собирающихся на IMCO, – мейобентологи или зоологи, имеющие дело с организмами бентоса.

Конференция проводится каждые три года в разных странах. Первая международная встреча мейобентологов состоялась в Тунисе в 1969 г., когда 28 специалистов собрались для обсуждения вопросов таксономии и экологии мейобентоса. Следующая встреча состоялась через четыре года в 1973 г. в Йорке (Великобритания), этот год считается рождением Международной конференции по мейофауне IMCO. Далее каждые три года специалисты из разных стран встречаются для обсуждения своих исследований. Последующие конференции проводились в Гамбурге (Германия) в 1977 г., Колумбии (США) в 1980 г., Генте (Бельгия) в 1983 г., Тампе (США) в 1986 г., Вене (Австрия) в 1989 г., Мариленде (США) в 1992 г., Перпингане (Франция) в 1995 г., Плимуте (Англия) в 1998 г., Бостоне (США) в 2001 г., Равенне (Италия) в 2004 г., Рецифе (Бразилия) в 2007. Координирует проведение конференций международная ассоциация мейобентологов.

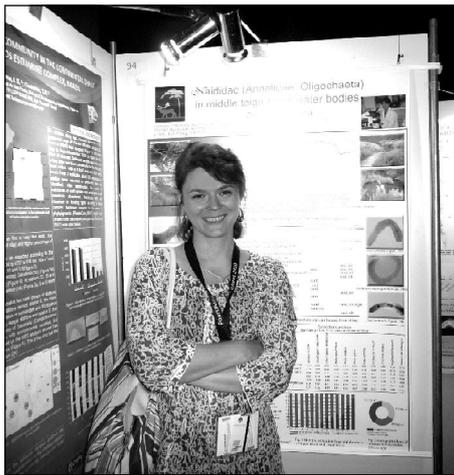
Как и предыдущие собрания, FourtIMCO представлял собой форум исследователей, где рассматриваются вопросы популяционной экологии, таксономии, филогении и филогеографии, исследования окружающей среды, биогеохимии и микробиологии, исследования местообитаний от пресновод-

ных водоемов до эстуариев и морских экосистем. Такие встречи необходимы ученым разных стран, занимающимся различными аспектами изучения мейофауны, для получения новых знаний об этой экологической группе бентоса. Конференция служит основой для обсуждения новых научных результатов в различных направлениях биологии, экологии и систематики мейобентических организмов, образования связей и обмена идеями среди ученых, занимающихся фундаментальными исследованиями этой группы гидробионтов. Специальное внимание IMCO уделяет студентам и молодым ученым. На каждой конференции коллеги выслушивают результаты их работы, оказывают научную и материальную поддержку.

Мейобентос из-за сложности изучения и необходимости применения методических приемов, отличных от традиционных приемов исследования макробентоса, стал изучаться широко сравнительно недавно. Несмотря на несколько методических руководств и монографий (посвященных, главным образом, исследованию морского мейобентоса), относящихся к концу прошлого века – началу этого, известна непропорциональность средств, вкладываемых в изучение мейофауны, с учетом той роли, которую она играет в донных сообществах. В состав мейобентических сообществ входят несколько экологически разнообразных и крупных таксономических групп животных (нематоды, остракоды, гарпактициды, донные циклопы, тардиграды, младшие возрастные группы организмов макрозообентоса и т.д.), которых следует рассматривать не как простую совокупность организмов определенного размера, а как естественно-экологическое объединение систематических групп бентоса, которые выработали в процессе эволюции сравнительно небольшие размеры и массу и занимают определенные экологические ниши в донных биоценозах, играя в них специфическую роль.

Перечислить все зарубежные коллективы и компании, занимающиеся проблемами, связанными с изучением мейобентоса, не представляется возможным. Большинство участвующих в конференции бельгийских коллег получают свои научные результаты в составе исследовательской группы морской биологии (отдел биологии, Университет Гента). Участники из Бразилии представляли федеральные университеты городов Бахия, Олиндо, Сан Пауло. Немецкая делегация прибыла из нескольких учреждений, известных своими традициями исследований морских и пресных вод: Германского центра изучения морского биоразнообразия (Вильгельмсхафен), Зоологического института (Университет Гамбурга), Университета Бремена, Исследовательской ассоциации Зоологического государственного музея (Мюнхен), Университета Ольденбурга и т.д.

Научная программа конференции включала шесть сессий, на которых были представлены как устные, так и стендовые доклады. На них заслушивались результаты работ по таксономии, филогении, биогеографии, экологии сообществ, экотоксикологии, экологическому менеджменту. Было представлено восемь лекционных докладов: «Аспекты биоразнообразия, биогеографии и экологии глубоководных бентических фораминифер» (Энди Гудей, США), «Мейобентические исследования: направления и изменения в перспективе» (Карло Нейп, Голландия), «Значимость мейобентических исследований для политиков» (Михаела Шратцбергер, Великобритания), «Горизонтальное и вертикальное распределение, структура и функционирование морских нематод» (Том Моенс, Бельгия), «Мейофауна пресных вод: имеющиеся знания о нематодах» (Эувалем Абебе, США), «Мейофауна в изучении загрязнений» (Хансю Дамс, Южная Корея), «Современные направления в молекулярных и биологических исследованиях в мейобентической таксономии» (Мартин В. Серенсен, Дания), «Форма и направление FourIMCO и предистория – требования к встречам или заблуждения в будущих перспективах» (Олаф Гир, Германия). Эти темы предваряли секционные заседания и ставили основную проблему, рассматриваемую далее на секциях. Помимо общих докладов по морскому и пресноводному мейобентосу были доклады, касающиеся отдельных систематических групп этой жизненной формы. Например, в докладе Кая Ристава (Германия) о соотношении кормовой базы и распределении пресноводных нематод упоминается, что нематоды в пресноводных экосистемах имеют высокую численность и разнообразие в мейобентосе, занимают практически все трофические уровни и важно их взаи-



Мария Батурина представляет свой постерный доклад.

модействие с остальным бентосом. Однако их морфологию, экологию, сезонную динамику, батимитрическое распределение изучают гораздо чаще, чем энергетические аспекты их жизнедеятельности. Были исследованы пресноводные озера разного трофического статуса. Установлена зависимость в распределении нематод, доминировании среди них той или иной трофической группы в зависимости от трофности озера.

В докладах по отдельным мейобентическим группам – тардиграды (Сусанна Севель, США), нематоды (Анна София Алвес, Португалия), тантулокариды (Александра Петрунина, Россия) и другие – рассматривались вопросы, посвященные распределению, встречаемости, аспектам экологии. Также были представлены доклады, касающиеся изменений климата, как, например, доклад Франчески Пасотти (Италия) об изучении отклика мейофауны на возможные климатические изменения (экспериментальные данные). Докладов, касающихся мейобентических сообществ пресных вод, было сравнительно мало. Один из них – доклад Марии Омезовой «Распределение гарпактицид в каменных водотоках: роль факторов среды или биотические взаимодействия?» – был посвящен фундаментальной экологической проблеме взаимодействия сообщества и среды. Автор решала задачу, каким образом температура воды, скорость течения, структура донного субстрата, содержание органического углерода влияют на вертикальное распределение гарпактицид в толще донных отложений. Было показано, что на количество рачков наиболее всего влияют скорость течения и температура. Не наблюдалось конкуренции между гарпактицидами и другими мейобентическими животными, они обнаруживали высокое сходство в распределении. Хотя два из семи обнаруженных видов уменьшали свою численность при понижении температуры воды в холодные сезоны, что препятствовало развитию межвидовых конкурентных отношений в период снижения количества пищи.

В докладе М.А. Батуриной по теме «Наидиды (Oligochaeta: Annelidae) малых водоемов зоны средней тайги» была показана достоверная корреляция качественных и количественных показателей развития малощетинковых червей от некоторых факторов среды (структура грунта, скорость течения, глубина, наличие обрастаний, температура). Авторский доклад Е.Б. Фефиловой был посвящен описанию новых видов и подвидов веслоногих рачков отрядов Harpacticoida и Calanoida из Эстонии и России. В докладе Е.Б. Фефиловой с соавторами приведены новые данные о сообществах озер Большеземельской тундры. Доклады привлекли внимание ученых, занимающихся изучением гарпактицид и пресноводных экосистем.

Финансирование поездки частично осуществлялось за счет трэвел-гранта для молодых ученых УрО РАН и трэвел-гранта РФФИ.



Красивейший город Бельгии и Европы – Брюгге – выбран организаторами конференции для проведения традиционной экскурсии между днями заседаний. Больница Святого Иоанна.

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БОТАНИКИ И ЭКОЛОГИИ»  
(г. Ялта, Украина, 21-25 сентября 2010 г.)**

к.б.н. Н. Торлопова

Международная конференция молодых ученых «Актуальные проблемы ботаники и экологии» была организована Институтом ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины на базе Никитского ботанического сада – Национального научного центра Национальной аграрной академии наук Украины при участии Центрального ботанического сада НАН Беларуси. В работе этой конференции приняли участие ученые из Армении, Беларуси, Болгарии, Ирана, Казахстана, Литвы, Польши, России, Таджикистана, Турции, Узбекистана и Украины. Рабочими языками конференции были выбраны украинский, русский, английский. Более половины докладов и презентаций были сделаны на украинском языке. На конференции было представлено около 80 устных и 30 стендовых докладов от 73 учреждений науки, охраны природы и образования из 40 городов стран-участниц. Работа проходила по следующим секциям: 1) Альгология, микология, бриология и лишайнология; 2) Систематика и флористика сосудистых растений; 3) Экология растений и фитоценология; 4) Экспериментальная ботаника; 5) История ботанической науки и этноботаника; 6) Дендрология и декоративное садоводство.

На пленарном заседании шесть из 10 лекций ведущих ученых Украины (д.б.н. Г.С. Захаренко, д.б.н. С.В. Шевченко, д.б.н. проф. В.Д. Работягов, к.б.н. А.Е. Палий, к.б.н. С.Е. Садогурский, к.б.н. Т.Б. Губанова) были посвящены истории и результатам работы Никитского ботанического сада\*. В докладах к.б.н. И.А. Коротченко и к.б.н. Н.Н. Перегрима освещались итоги работы над новым выпуском Красной книги Украины. О принципах формирования экологической сети в Украине, ее природоохранном значении и перспективах функционирования рассказал к.б.н. А.А. Кагало. Доклад на тему «Растения, ближайшие к небу: альпийские цветы» сделал проф. Ф. Ка-

рахан (F. Karahan) из Университета Ататюрка (Турция).

Среди секционных сообщений отличались глубокой научной проработкой темы и отличными презентациями доклады Д. Золотова из Института водных и экологических проблем СО РАН «Реконструкция зонального растительного покрова антропогенно трансформированных территорий для крупномасштабных карт восстановленных ландшафтов (на примере бассейна р. Барнаулка, Алтайский край)», Г. Денисовой «Популяционная стратегия сибирских видов рода *Dracosiphalum* L.» из Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, Ю. Мишиной и И. Петровой из Ботанического сада УрО РАН «Сравнительный морфолого-анатомический анализ Восточносибирских популяций вереска обыкновенного *Calluna vulgaris* (L.) Hull.». Были представлены совместные работы Украина–Испания, Украина–Греция, Беларусь–Германия, Россия (БИН РАН)–Швеция, Россия–Украина, а также между научными и образовательными учреждениями внутри страны.

В задачи командировки входило выступление на секции «Экология растений и фитоценология» с устным докладом «Влияние азротехногенного загрязнения целлюлозно-бумажного производства на сосновые и еловые фитоценозы». Показано, что в результате влияния азротехногенного загрязнения выбросами целлюлозно-бумажного производства (ЦБП) происходит слабое повреждение древостоев. Сосна оказалась устойчивее ели к воздушному загрязнению ЦБП. Однако, при рассмотрении фитоценозов в целом выявлено, что растения нижних ярусов (подрост и напочвенный покров) в сосняках повреждаются сильнее, чем в ельниках.

В рамках конференции было запланировано проведение ботанических школ по направлениям «Влияние антропогенных факторов на различные типы фитоценозов» и «Гидробо-

таника». Это, пожалуй, одни из самых редких специальностей, представленные на конференции. Школы были проведены в полевых условиях на территории заповедника «Мыс Мартыан». Научные сотрудники заповедника к.б.н. Е.С. Крайнюк и В.В. Фатерыга ознакомили с результатами изучения влияния рекреационного воздействия на экотопы заповедника, пригласили ученых из других организаций для комплексных научных работ.

Природный заповедник «Мыс Мартыан» образован на землях Никитского ботанического сада в 1973 г. Уникальность и научная ценность заповедника заключается в том, что здесь сохраняются типичные природные ландшафты и богатый генофонд флоры и фауны средиземноморского типа. Это обусловлено его расположением на северной границе Средиземноморской флористической области. Главная ценность заповедника – реликтовые леса из можжевельника высокого (*Juniperus excelsa* Bieb.), которые на Украине встречаются только на южном берегу Крыма, где проходит северная граница их средиземноморского ареала. Уникальны также сообщества земляничника мелкоплодного (*Arbutus andrachne* L.), представляющие вариант средиземноморского маквиса, и фисташки туполистной (*Pistacia mutica* Fisch. et Mey.). Эти древесные растения внесены в Красную книгу Украины и образуют в заповеднике редкие сообщества, включенные в Зеленую книгу Украины. Гидрботаническая школа проходила непосредственно на берегу моря, где к.б.н. С.Е. Садогурский ознакомил молодых ученых с прибрежной флорой Черного моря и условиями ее обитания, а также с особенностями методов изучения водной растительности. Акватория заповедника – один из немногих сохранившихся на южном берегу Крыма естественных участков с типичной донной растительностью, отличающейся высоким альгофиторазнообразием. Здесь представлено 129 видов водорослей-

\* Основан в 1812 г. Христианом Христиановичем Стевенем, видным ученым-биологом XIX в. В настоящее время относится к числу известнейших в мире ботанических учреждений и крупнейших коллекций генофонда ценных растений. Здесь собраны уникальные коллекции декоративных древесных и травянистых растений мировой флоры, сортового и видового разнообразия южных плодовых культур, имеется гербарий (YALT). Научно-исследовательская работа ведется по различным направлениям (флора и растительность, дендрология и цветоводство, ароматические и лекарственные культуры, агроэкология, охрана природы, физиология и репродуктивная биология, биотехнология и биохимия растений, фитореабилитация человека, степное растениеводство, а также интеллектуальная собственность и маркетинг инноваций) в сотрудничестве с БИН РАН и МГУ (Россия), Институтом микробиологии НАН Беларуси, Институтом генетики и физиологии растений АН Республики Молдова, двумя питомниками в США, французским научным центром «IFO», Технологическим образовательным институтом г. Салоники (Греция).



Общее фото участников конференции.

макрофитов (62 % отмеченных для флористического района Южный берег Крыма), 59 видов и форм диатомовых водорослей, 65 видов и форм цианопрокариот.

Кроме ботанических школ для участников были организованы интересные экскурсии по Ялте, Ботаническому саду, Крымскому природному заповеднику.

В результате работы участниками была принята резолюция, в тексте которой отражены объемы и результаты работы, основные проблемы молодежных конференций. Даны рекомендации по более тщательной работе начинающих ученых с руководителями в процессе подготовке к выступлениям, а также по изменению структуры секций конференции. Высказано

пожелание продолжать традицию проведения полевых ботанических школ, флористических экскурсий, возобновить работу круглых столов по отдельным проблемам. Молодым ученым рекомендовано участвовать в комплексных, в том числе международных проектах. В частности, в проекте «The Red data book plant conservation and monitoring network in Ukraine», реализуемом Институтом ботаники им. Н.Г. Холодного НАНУ и Ботаническим садом им. О.В. Фомина Киевского национального университета им. Т. Шевченко в рамках программы «MATRA», финансируемой посольством Нидерландов в Украине.

Следует отметить, что конференция состоялась на высоком научном уровне и ее результаты помогают в

осмыслении перспектив ботаники и смежных наук. В ходе работы конференции обозначены следующие приоритетные направления развития ботанической науки: биохимия, физиология и генетика растений, влияние физических факторов на рост растений; популяционная экология; география растений; экологическое моделирование как перспективное, так и ретроспективное и, конечно, природоохранная деятельность. В ходе выступлений и обсуждений было показано, что с помощью молодых ученых ведется активное изучение флоры городов, ботанических садов, охраняемых территорий с целью эффективного сохранения биоразнообразия разных уровней и управления объектами растительного мира. Учитывая, что много российских ученых, в том числе и из Института биологии Коми НЦ УрО РАН, неоднократно участвуют в молодежных конференциях на Украине, стоит подумать об организации совместных проектов по изучению ботанических объектов разных уровней, заповедников, национальных парков.

Заслуживают слов благодарности усилия Советов молодых ученых Института ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины и Никитского ботанического сада по организации и проведению конференции.

Материалы конференции опубликованы в сборнике: Актуальні проблеми ботаніки та екології. Матеріали міжнародної конференції молодих учених (21-25 вересня 2010 р., м. Ялта). – Сімферополь, 2010. – 506 с.

Финансирование поездки осуществялось за счет хоздоговора 1-2010 «Локальный мониторинг лесов зоны влияния СЛПК» и госбюджета.

### МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «БРИОФЛОРА РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ТАКСОНОМИЯ, ГЕНЕЗИС, ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ»

к.б.н. М. Дулин

В г. Владивосток 3-12 сентября 2010 г. на базе Биолого-почвенного института ДВО РАН и при поддержке президиума ДВО РАН проходила международная научная конференция «Бриофлора российского Дальнего Востока: таксономия, генезис, географические связи».

В ее работе участвовали 26 специалистов-бриологов из разных городов России (Владивосток, Кировск, Москва, Новосибирск, Санкт-Петербург, Сыктывкар, Сургут, Якутск) и крупных научных центров Европы и Азии (Германия, Голландия, Испания, Китай, Корея). Конференция проходила в

здании Приморского государственного объединенного музея имени В.К. Арсеньева, многие экспонаты которого свидетельствовали об истории ботанических исследований на Дальнем Востоке. Это придавало мероприятию особый колорит, напоминая о том, что современные исследования – это всего лишь один из этапов на пути познания мира и когда-то, в свое время, они тоже станут историей. На пленарной и секционной сессиях рассмотрены вопросы, связанные с составом, генезисом и фитогеографическими связями флор Дальнего Востока, а также вопросы экологии, морфологии и таксономии от-



Участники конференции на лабораторном семинаре по таксономии бриофитов. Слева направо: А. Lang (Голландия), J.D. Orgas Alvarez (Испания), А.А. Вильнет и О.А. Белкина (Россия).



Гепатикологи на горе Ольховая. Слева направо: Ю.С. Мамонтов, Н.А. Константинова, В.А. Бакалин, М.В. Дулин (Россия) и S.S. Choi (Корея) (фото S.S. Choi).

дельных групп мхов и печеночников. Официальным языком конференции был английский.

Открытие конференции началось с приветственного слова д.б.н. В.А. Бакалина, председателя оргкомитета. Он же объявил о начале пленарной секции. Сотрудники Биолого-почвенного института ДВО РАН (Владивосток) представили сведения о фитогеографических линиях и особенностях формирования растительного покрова Северной Пацифики (д.б.н. П.В. Крестов), флоре сосудистых растений российского Дальнего Востока (д.б.н. В.Ю. Баркалов), фитогеографии печеночников российского Дальнего Востока (д.б.н. В.А. Бакалин). Сообщения сотрудников Полярно-альпийского ботанического сада-института Кольского НЦ РАН (г. Кировск) были посвящены особенностям изучения флоры и таксономии печеночников на современном этапе (д.б.н., проф. Н.А. Константинова) и филогенетическим исследованиям печеночников в России (к.б.н. А.А. Вильнет).

Оставшееся время этого дня и весь следующий день были посвящены секционному выступлению. Интерес слушателей вызвали доклады зарубежных исследователей, в частности, сообщение Х. Мелика (H. Melick) о печеночниках Нидерландов, доклад А. Ланг (A. Lang) о морфологических вариациях у мха *Dicranum scoparium* Hedw и выступление К. Дирссена (K. Dierssen) о сообществах европейских бриофитов и их экологических нишах. Выступления российских специалистов также вызвали интерес присутствующих и множество вопросов, например, сообщение Д.Г. Донскова (Главный ботанический сад РАН, Москва) о морфологии двух видов мхов *Dicranum viride* и *Dicranum hakkodense* и доклад О.Ю. Писаренко (Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск) о роли экологических факторов в распространении некоторых видов мхов. М.В. Дулин также представил слушателям свой доклад, посвященный печеночникам вулкана Толбачик (Камчатский край).

В ходе конференции был проведен круглый стол, на котором российские специалисты обсудили принципы и подходы к подготовке монографической работы «Бриофлора российского Дальнего Востока», которая обобщит многолетние исследования гепатикофлоры данного региона России.

В последний день конференции для ее участников на базе Дальневосточного государственного университета был проведен лабораторный семинар по таксономии бриофитов юга российского Дальнего Востока. С печеночниками Приморского края участников знакомил д.б.н. В.А. Бакалин, мхами – к.б.н. К.В. Горобец (Дальневосточный государственный университет, Владивосток). Всем желающим была предоставлена возможность рассмотреть обычные и редкие восточноазиатские виды при помощи микроскопической техники. Например, демонстрировались такие виды, как *Neohattoria herzogii*, *Cephaloziella spinicaulis*, *Porella grandiloba*, *Radula obtusiloba*, *Dozya japonica*, *Anomodon minor*, *Tetraphis geniculata*, *Boulaya mittenii* и др. Лекторы сообщали коллегам характерные диагностические признаки отдельных видов и сведения, касающиеся их экологической приуроченности в регионе. Делали необходимые для лучшего понимания зарисовки. Участникам было позволено отбирать дублетные образцы, чем специалисты с радостью воспользовались.

Для участников конференции была организована автобусная экскурсия по Владивостоку. Мы посетили смотровую площадку у памятника основателям российской письменности Кириллу и Мефодию, с которой открывается впечатляющий вид на бухту Золотой Рог со стоящими на рейде кораблями и на раскинувшийся у подножия сопки величественный город – морские врата России на Тихом океане. Побывали у мемориального комплекса «Гвардейская подводная лодка С-56», расположенного на городской набережной, и железнодорожного вокзала, с которого начинается отсчет верст легендарной Транссибирской магистрали. Были у памятника российскому флотоводцу вице-адмиралу С.О. Макарову и памятника героям Русско-Японской войны 1904-1905 гг. Специально выезжали на оконечность полуострова Шкота, чтобы насладиться видом на остров Русский и залитый огнями ночной Владивосток.

В рамках конференции была проведена также восьмидневная полевая школа-экспедиция для ознакомления с уникальной (и пока еще мало нарушенной человеком) природой юга Приморского края. Участники получили возможность собрать

коллекции дальневосточных мхов и печеночников. Тем самым они на практике получили представление о бриофлоре российского Дальнего Востока, дополнили фонды своих региональных гербариев интересными и редкими образцами. Следует отметить, что флора этого региона существенно отличается от флор других регионов России. Наиболее разительны отличия на юге региона, лежащем в пределах Восточноазиатской флористической области. Флора сосудистых растений области чрезвычайно богата и насчитывает 14 эндемичных семейств и более 300 эндемичных родов (для сравнения, в Циркумбореальной области, охватывающей огромную территорию, эндемичных семейств нет, а число эндемичных родов немногим более 40). На юге Дальнего Востока сосредоточено большое число видов, не встречающихся в других регионах России – это более 80 видов печеночников, 120 – мхов и более 500 видов сосудистых растений. Широколиственные листопадные деревья (три вида липы, два вида ясени, амурский бархат, диморфант, орех маньчжурский, семь видов клена) в сочетании с темнохвойными деревьями умеренных широт (пихта цельнолистная, кедр корейский) формируют удивительные по составу и строению леса с густым подлеском из маньчжурских кустарников, перевитые деревянистыми лианами – актинидией, диким амурским виноградом, лимонником, древогубцем. В связи с этим очень специфична и бриофлора юга Дальнего Востока. Здесь встречаются *Trichocoleopsis sacculata*, *Jubula japonica*, *Macvicaria ulophylla*, *Plicanthus birmensis*, *Miyabea fruticella*, *Hypopterygium flavolimbatum*, *Meteorium buchananii*, *Boulaya mittenii*, *Bryonoguchia molkenboeri* и многие другие виды.

Во время школы-экспедиции для участников, коих было больше 20 человек, оргкомитет конференции организовал несколько экскурсий.

1. Работа в верхнем течении р. Артемовка на территории Уссурийского государственного природного заповедника. Уникальность территории заключается в том, что здесь расположен крупный массив девственных лиановых хвойно-широколиственных лесов, почти не сохранившихся на территории российского Дальнего Востока и сопредельных стран. Участники конференции ознакомились с бриофлорой этих лесов, в частности, с видами *Lejeunea japonica*, *Jubula japonica*, *Hypopterygium flavolimbatum*, *Ano-*

*modon giraldii*, *Fauriella tenuis*, *Taxiphyllum aomoriense*, *Entodon luridus*, *Gollania ruginosa*, *Forsstroemia stricta* и др.

2. Подъем на гору Пидан. Участники конференции получили возможность изучить разнообразие бриофитов скальных выходов и разнообразных влажных хвойно-широколиственных лесов с сообществами из *Pedinophyllum truncatum*, *Nowellia curvifolia*, *Schistochilopsis cornuta*, *Hylocomiopsis ovicarpa*, *Leucodon pendulus*, *Anomodon thraustus*, *Fissidens teysmannianus* и др.

3. Подъем на известковый массив Сестра в окрестностях горы Находка. Бриологам были продемонстрированы сообщества с *Meteorium buchananii*, *Nechera goughchiana*, *Mamillariella genuiculata*, *Homaliadelphus targionianus*, *Drummondia sinensis*, *Dolichomitriopsis diversiforme*, *Macvicaria ulophylla* и др.

4. Поход на Еломовские (Бенёвские) водопады. Участникам была продемонстрирована бриофлора скальных местообитаний в лесном поясе: *Radula auriculata*, *Trichocoleopsis sacculata*, *Forsstroemia stricta*, *Forsstroemia trichomitria*, *Forsstroemia japonica*, *Hypopterygium flavolimbatum*, *Neckera konoii* и др.

5. Подъем на гору Ольховая. Бриологи посетили богатые пойменные леса, горные темнохвойные сообщества, гольцы на многолетней реликтовой мерзлоте, где встретили широкий спектр видов, в частности, *Oedipodium griffithianum*, *Cryphaea amurensis*, *Glyphomitrium humillimum*, *Iwatsukiella leucotricha*, *Thuidium cymbifolium*, *Pleuroziopsis ruthenica*, *Boulaya mittenii*, *Codriophorus brevisetus*, *Claopodium pelucinerve*, *Anacamptodon latidens* и др.

Международная научная конференция «Бриофлора российского Дальнего Востока: таксономия, генезис, географические связи» прошла в дружеской непринужденной атмосфере увлеченных бриологией людей, приехавших из разных стран Европы и Азии. Мэтры, аспиранты и рядовые исследователи с энтузиазмом делились результатами своих исследований, знакомились с новыми методами, обменивались накопленным опытом.

Поездка на конференцию стала возможной благодаря гранту РФФИ 10-04-16026-моб\_з\_рос, договору № 33-2010 и финансовой поддержке директора А.И. Таскаева за счет бюджетных средств Института биологии Коми НЦ УрО РАН.



*Mylia taylorii* (Hook.) Gray.



*Schistochilopsis cornuta* (Step.) Konstant.

## УЧАСТИЕ В РАБОЧЕМ СОВЕЩАНИИ ПО МЕЖДУНАРОДНОМУ ПРОЕКТУ «PERMASOM»

к.г.н. А. Пастухов

Мерзлотные почвы на Земле содержат  $1.024 \cdot 10^{12}$  т углерода в трехметровой толще [2]. Это огромное количество замороженного SOM (Soil organic matter – почвенное органическое вещество) может оттаять в результате глобального повышения температуры окружающей среды, и относительно быстро могут начаться процессы минерализации. По последним подсчетам выделение мерзлотного углерода в виде углекислого газа в атмосферу к 2100 г. достигнет  $0.1 \cdot 10^{12}$  т. По сравнению с Сибирью в восточно-европейской тундре и лесотундре (территория Воркутинского района, Ненецкого и Ямало-Ненецкого автономных округов) содержится лишь небольшая доля общих планетарных запасов углерода. Но, тем не менее, в восточно-европейской тундре и лесотундре 42 % всего почвенного углерода содержится в мерзлотных почвах, 2/3 которого заключено в многолетней мерзлоте [1], температура которой составляет всего  $0 \dots -2$  °C и продолжает увеличиваться. Поэтому процесс деградации многолетней мерзлоты, деструкции мерзлотного SOM и связанное с этим увеличение эмиссии парниковых газов в атмосферу в настоящее время происходит буквально «на глазах». Именно этим объясняется повышенный интерес иностранной науки к северным территориям России, а особенно к восточно-европейской тундре.

В августе 2008 г. между Отделом почв и окружающей среды исследовательского центра Bioforsk (Институт изучения сельского хозяйства и окружающей среды, г. Ас, Норвегия) и Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН (исполнители Г.Г. Мажитова, А.В. Пастухов) было подписано соглашение об участии последнего в экспедиционных работах для отбора замороженных и талых образцов почв на территории Республики Коми, в окрестностях г. Воркута в рамках международного проекта «Permasom».

Целью проекта Permasom «Органическое вещество в многолетней мерзлоте: молекулярный состав и его изменения с повышением температуры» является попытка определения

степени устойчивости SOM, содержащегося в мерзлотных и немерзлотных суглинистых почвах, к происходящим температурным изменениям и, как следствие, его вклад в глобальное изменение климата. Для этого предусматривали отбор почвенных образцов из деятельного (сезонно-талого) слоя и верхнего многолетнемерзлого слоя почв на трех участках: Лонгйир (Шпицберген), Нейден (Финляндия), Воркута (Россия). В октябре 2008 г. почвенные пробы в окрестностях г. Воркута были успешно отобраны при участии Г.Г. Мажитовой и А.В. Пастухова и отправлены в Биофорск. Всего по проекту было отобрано 16 основных образцов, восемь из которых – в окрестностях г. Воркута.

В октябре 2010 г. д-р Д. Рассе, координатор проекта, организовал небольшое рабочее совещание для обсуждения состояния дел по проекту, в котором участвовал и А. Пастухов, как представитель Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Были рассмотрены следующие вопросы.

1. Обозначение и обсуждение наиболее значимых результатов
2. Необходимость проведения дополнительных анализов
3. Обсуждение будущих статей (содержание и время подачи в журналы)

В течение 2008-2010 гг. было сделано следующее: кислотный гидролиз для разделения SOM на «подвижный пул» (белки, простые сахара и полисахариды) и «устойчивый пул» (лигнин, липиды, гумус, древесный уголь) (Биофорск), определение возраста почвы радиоуглеродным методом (Биофорск, хотя изначально планировалось в Институте географии РАН, Москва), молекулярный анализ выделенных лигнина и сахаров (французскими партнерами Laboratory for Terrestrial Ecology and Biogeochemistry in Grignon-Paris, France), ЯМР-спектроскопия (итальянскими партнерами Istituto per i Processi Chimico-Fisici, CNR, Pisa, Italy). Были начаты опыты с инкубацией данных образцов при различных температурных условиях для определения потенциала их минерализации (Биофорск) и последующего пространственно-временного

моделирования полученных данных (Институт геофизики Бергенского университета).

На рабочем совещании было принято решение о подготовке статей каждым партнером проекта: о содержании SOM в многолетнемерзлых почвах (Биофорск), результатах молекулярного анализа, определяющих степень лабильности SOM (Франция, Италия), об инкубационных экспериментах в термокамерах (Биофорск), пространственно-временном моделировании, определяющем SOM в глобальном масштабе (Берген), а также обобщающей статьи по проекту «Permasom». А. Пастухов выступил с презентацией «Верхний слой почвы над многолетней мерзлотой (активный слой) и составление почвенных карт с помощью высокоточных спутниковых снимков» и предложил подготовить совместную статью о запасах и динамике SOM в мерзлотных почвах восточно-европейской тундры с привлечением специалистов отдела почвоведения Института биологии.

В заключение необходимо отметить не только положительные стороны сотрудничества с зарубежными партнерами, но и проблемы, с которыми мы сталкиваемся. Несомненно, восточно-европейская тундра является интересным и привлекательным объектом исследований, особенно в свете происходящих глобальных изменений климата, на исследования которых выделяются значительные средства. Зарубежные ученые, получив грант, активно участвуют в совместных экспедициях, проводимых в России, привлекая российских ученых. Но, как правило, вся аналитическая обработка проводится за границей и, за редкими исключениями, становится недоступной или ограниченно доступной для российских коллег. В результате этого к финальной части проекта, а именно подготовке и публикации статей, российские ученые выбывают или, в лучшем случае, могут быть включены в совместную публикацию, касающуюся только их исследований.

В любом международном проекте четко распределены обязанности каждого из партнеров и предусматрива-

1. Hugelius G., Kuhry P. Landscape partitioning and environmental gradient analyses of soil organic carbon in a permafrost environment // Global Biogeochem. Cycles, 2009. Vol. 23. – (GB3006, doi:10.1029/2008GB003419).

2. (Tarnocai C.). Soil organic carbon pools in the northern circumpolar permafrost region / C. Tarnocai, ..., P. Kuhry, G. Mazhitova et al. // Ibid. – (GB2023, doi:10.1029/2008GB003327).

ется обмен полученными данными. Но зачастую между иностранной и российской стороной подписываются соглашения о партнерстве, согласно которым этот пункт совершенно упускается, в них лишь перечисляются обязанности российских сотрудников обеспечить логистический менеджмент и помощь в организации и про-

ведении экспедиционных работ: отбор, транспортировку, таможенное оформление образцов, сопровождение и оформление иностранных ученых в России и пр. В обмен Институт и научные сотрудники получают небольшую оплату, фактически покрывающую только экспедиционные и накладные

расходы, при этом совершенно упускается главный научный продукт – публикации, поэтому необходимо в соглашении о намерениях четко прописывать пункт условия обмена информацией и возможности получения аналитических данных, выполненных в рамках проекта на территории восточноевропейской тундры.

## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОБИОЛОГИИ»

к.б.н. О. Раскоша, д.б.н. О. Ермакова

В середине октября в Беларуси в г. Гомель состоялась международная конференция «Современные проблемы радиобиологии», которая была организована Национальной академией наук Беларуси и Институтом радиобиологии гомельского филиала НАН Беларуси. Всего было представлено четыре секции: 1) Современные проблемы радиобиологии (председатель – д.б.н. А.Д. Наумов), 2) Медико-биологические аспекты действия радиации (председатель – д.б.н. О.В. Ермакова), 3) Проблемы радиэкологии (председатель – к.б.н. Н.И. Тимохина), 4) Радиационная защита и модификация эффектов радиации (председатель – д.м.н. А.Ф. Маленченко).

Конференция началась кратким вступительным словом д.б.н. А.Д. Наумова, возглавляющим в настоящее время Институт радиобиологии НАН в Гомеле. Весь режим конференции был предельно деловым и рабочим. Короткие доклады, вопросы и обсуждение позволили за два дня узнать много нового о радиационной ситуации в Беларуси, результатах работы радиобиологов из Испании, России, Украины, Швеции. В конференции приняли участие ученые из 35 научных и научно-практических организаций. Всего поступило 90 докладов от 200 ученых.

Программа была составлена так, чтобы охватить как можно больше вопросов за короткое время. В докладах были освещены современные представления о механизмах действия ионизирующих и неионизирующих излучений на живые организмы, представлена оценка радиологических и медицинских последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, предложены новые радиозащитные средства, проанализированы особенности поведения естественных

и техногенных радионуклидов в окружающей среде и сделана оценка доз облучения от них.

Оживление вызвали доклады, посвященные медицинским исследованиям, таким как выявление изменений в иммунном статусе, оценка заболеваемости системы кровообращения, развития ишемической болезни, тиреоидной патологии у бывших ликвидаторов и населения, проживающего в условиях радиоактивного загрязнения. Широко были представлены результаты мониторинга доз внутреннего облучения, оценки радонового риска, определения содержания естественных радионуклидов (урана, радия, калия-40) в почве и растительном покрове, которые оказывают дозовые нагрузки на население. Наш доклад «Уровень клеточной гибели в тканях эндокринной и иммунной систем мелких млекопитающих после хронического облучения в малых дозах» вызвал оживленную, доброжелательную дискуссию, которая продолжилась в кулуарах.

В этой командировке помимо участия в конференции мы запланировали еще обсуждение результатов совместного международного проекта Россия–Беларусь–Украина. Мы использовали каждую свободную минуту, чтобы пообщаться с нашими коллегами, при этом обсуждали не только полученные результаты, но и планировали дальнейшую совместную работу.

Хочется отметить доброжелательность и радушие организаторов, слаженная работа которых создала творческую и дружелюбную атмосферу на конференции. Позаботились организаторы и о досуге участников. Желающие имели возможность посетить биологический факультет университета, где ознакомительную экскурсию по кабинетам провела декан этого факультета к.б.н., доцент О.М. Храменкова. Мы побывали в прекрасном парке, которым жители Гомеля очень гордятся, посетили шоколадную фабрику «Спартак», где смогли не только попробовать сладкие лакомства, но и приобрести их, чтобы порадовать близких и коллег. Сам город поразил своей чистой и продуманностью архитектуры.

Три дня прошли в плодотворной работе и, будем надеяться, принесут свои плоды в виде статей и совместных проектов.

Три дня прошли в плодотворной работе и, будем надеяться, принесут свои плоды в виде статей и совместных проектов.



Фото на память.

ИТОГИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ПРОЕКТУ «INTRANOR»

д.б.н. Т. Евсеева, к.б.н. Е. Белых

С 19 по 22 октября 2010 г.в Норвежском агентстве по радиационной защите (г. Осло) состоялась заключительная рабочая встреча в рамках проекта INTRANOR «Оценка воздействия повышенных уровней естественной/техногенной радиоактивности на дикую природу Севера», основной целью которой являлось развитие принципов радиационной защиты окружающей среды в условиях северных территорий.

В рамках проекта между Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН и Норвежским агентством по радиационной защите был заключен контракт М11-08/01 «Оценка зависимости «доза-эффект» для растений и животных, заселяющих радиоактивно загрязненные участки в Республике Коми», работы по которому выполняли сотрудники отдела радиоэкологии к.х.н. Т.А. Майстренко и к.б.н. Е.С. Белых под руководством д.б.н. Т.И. Евсеевой. С 2008 г., когда проект стартовал, мы ежегодно публиковали на страницах «Вестника Института биологии» сообщения о результатах выполненных исследований. Наиболее подробная информация о проекте, его целях и задачах была опубликована в 2009 г. [1].

Заключительная рабочая встреча стала логичным завершением совместных трехлетних исследований норвежских и российских радиоэкологов. Координатор проекта INTRANOR Дж. Браун (Норвежское агентство по радиационной защите, Осло) подвел ито-

ги создания базы данных по коэффициентам накопления радионуклидов в тканях растений и животных, выбранных в качестве референтных видов для северных территорий [6].

Д. Отон, профессор Норвежского университета естественных наук (г. Осло), обсудила некоторые этические проблемы, возникающие в рамках радиационной защиты в целом, и рассказала об основных этапах методологии оценки пределов безопасных уровней радиационного воздействия на биоту [5].

В сообщениях А. Хосени (Норвежское агентство по радиационной защите, Осло) освещался опыт оценки фоновых мощностей доз для водных организмов от естественных радионуклидов и вопрос о применении методологии оценки радиационного воздействия на окружающую среду к случаям загрязнения радионуклидами пресноводных экосистем [7, 8].

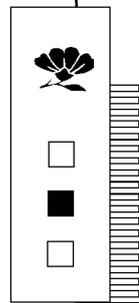
Доклад Т.Г. Сазыкиной (Международная академия современных знаний, Москва) был посвящен систематизации данных о совместном влиянии ионизирующего излучения и низких температур на метаболизм и выживаемость животных. Обзор данных показал, что восстановление индуцированных облучением повреждений зависит как от температурных параметров окружающей среды, так и от образа жизни животных. Например, выживаемость животных, впадающих в спячку, выше при совместном действии облу-

чения и низких температур. Напротив, у животных, не впадающих в спячку, восстановление численности популяции происходит быстрее при действии облучения в условиях оптимальных или повышенных температур окружающей среды. Численность популяций таких животных в условиях холодного климата Арктики может снижаться с течением времени.

В заключительном отчете сотрудников Института биологии, подготовленном Т.И. Евсеевой, Е.С. Белых и Т.А. Майстренко, были представлены данные о пределах безопасных уровней радиационного воздействия для природных популяций растений и животных, обитающих на территориях с повышенным содержанием радионуклидов уранового и ториевого рядов. На основе собственных экспериментальных данных и разработанной в рамках европейских проектов SSD методологии (species sensitivity distribution methodology) было установлено, что в изученной радиоэкологической ситуации определенные негативные эффекты в популяциях могут возникать при более низких мощностях поглощенных доз, чем в случае хронического действия на биоту внешнего гамма-излучения. Некоторые из полученных данных были опубликованы в серии научных статей [2-4], и в настоящее время мы продолжаем освещать итоги наших исследований на страницах российских и зарубежных рецензируемых журналов.

**ЮБИЛЕЙ**

От всей души поздравляем дорогого **Сергея Павловича Швецова** с 50-летием! После окончания физико-математического факультета Сыктывкарского государственного университета Сергей Павлович пришел на работу в Институт биологии в 1984 г. в отдел информатики и вычислительной техники. В отделе лесобиологических проблем Севера он появился в 1996 г. и сразу зарекомендовал себя хорошим специалистом-инженером. Для Сергея Павловича нет ничего невозможного, любое дело спорится в его руках! Мы знаем его как отзывчивого и исполнительного специалиста, всегда готового прийти на помощь коллегам. Сергей Павлович — человек творческий и талантливый во всем. Без его гитары и прекрасных романсов не обходится ни один праздник в Институте!



*Дорогой Сергей Павлович!  
Мы от всей души поздравляем Вас с юбилеем! Мы глубоко благодарны Вам за Вашу отзывчивость, трудолюбие и талант, искренне желаем здоровья, счастья, добра, удачи и новых творческих успехов!*

Лесники

В заключение следует отметить, что завершением проекта INTRANOR не заканчиваются совместные исследования ученых отдела радиозологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН и Норвежского агентства по радиационной защите. Впереди новые европейские проекты, договоренность об участии в которых была достигнута в ходе состоявшейся рабочей встречи. Огорчает только то, что выполняемые работы ни разу не снискали поддержку с российской стороны. Возможно, осознание необходимости решения проблем защиты окружающей природной среды в России, как это ни парадоксально, во многом является делом будущего. Остается надеяться, что наши нынешние разработки наряду с богатым опытом российских ученых в области изучения радиационно-индуцированных эффектов у биоты когда-нибудь послужат укреплению радиационной безопасности окружающей среды и в нашей стране.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евсеева Т. Итоги второй рабочей встречи по проекту «INTRANOR»: Оценка воздействия повышенных уровней радиоактивности на экосистемы Севера // Вестн. Ин-та биол., 2009. № 9. С.32-33.
2. (Евсеева Т.И.) Оценка дозовых нагрузок, не вызывающих негативных эффектов в природных популяциях растений при хроническом воздействии радионуклидов уранового и ториевого рядов / Т.И. Евсеева, Т.А. Майстренко, Е.С. Белых и др. // Радиационная биол. Радиозкол., 2010. Т. 50, № 4. С. 383-390.
3. (Евсеева Т.И.) Comparative estimation of <sup>232</sup>Th and stable Ce (III) toxicity and detoxification pathways in freshwater alga *Chlorella vulgaris* / Т. Evseeva, ..., Т. Majstrenko, ..., Е. Belykh // Chemosphere, 2010. Vol. 81, № 10. P. 1320-1327.
4. (Евсеева Т.И.) Estimation of ionizing radiation impact on natural *Vicia cracca* populations inhabiting areas contaminated with uranium mill tailings and radium production wastes / Т. Evseeva, Т. Majstrenko, ..., Е. Belykh // Sci.

Total Environm., 2009. Vol. 407. P. 5335-5343.

5. (Brown J.E.) Impact assessment of elevated levels of natural technogenic radioactivity on wildlife of the North – INTRANOR / J.E. Brown, Т. Evseeva, Т. Sazykina et al. // Proceedings of III European IRPA Congress. Helsinki (Finland), 2010.

6. (Brown J.E.) Levels and transfer of <sup>210</sup>Pb and <sup>210</sup>Po in Nordic terrestrial ecosystems / J.E. Brown, R. Gjelsvik, P. Roos et al. // J. Environm. Radioactivity, 2010. – (doi:10.1016/j.jenvrad.2010.06.016).

7. (Hosseini A.) Application of an environmental impact assessment methodology to a site discharging low levels of radioactivity to a freshwater environment in Norway / A. Hosseini, J.E. Brown, M. Dowdall et al. // Environm. Monitoring Assessment, 2010. – (doi:10.1007/s10661-010-1413-8).

8. (Hosseini A.) Background dose-rates to reference animals and plants arising from exposure to naturally occurring radionuclides in aquatic environments / A. Hosseini, N.A. Beresford, J.E. Brown et al. // J. Radiol. Protection, 2010. Vol. 30. P. 235-264.

**РАДАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА – ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ**

к.б.н. В. Елсаков

Анализируя современные тенденции развития направлений, связанных с использованием спутниковых данных, отметим существенный рост интереса научной общественности к данным, полученным радиолокационными станциями бокового обзора радарными с синтезированной апертурой антенны (РСА), в целях изучения параметров почвенно-растительного покрова, особенно на территориях островного и прерывистого распространения мерзлоты с присутствием сезонно-талого слоя. Преимущество радиолокации определяется всепогодностью съемки (т.е. не зависит от естественной освещенности и состояния атмосферы), что особенно важно для северо-востока европейской части России. Большая часть территорий исследований сотрудников Института биологии – тундровая и лесотундровая зоны Республики Коми – относится именно к таким районам. Первый опыт использования материалов радарной съемки в Институте относится к реализации проекта, поддержанного Европейским астрономическим союзом «Развитие системы мониторинга европейских тундр России с использованием радарных данных SAR/ERS (ID 3845)» (науч. рук.: к.б.н., доцент В.В. Елсаков) по системе Category-1 (Scientific). Для работы были представлены серии съемок оперативных и архивных изображений РСА за период 1995-2006 гг. Данный прибор установлен на спутнике-носителе ERS-2 (European Remote Sensing Satellite) и находится на орбите с апреля 1995 г. Особенность данных состоит в использовании волн длиной 5.66 см, частотой порядка 5.3 ГГц, С диапазона, VV поляризации. Работа была удачно выполнена, краткие матери-

алы о ней представлены в «Вестнике ИБ» (2008, № 11. С. 17-20).

Дальнейшее направление использования данных РСА связано с поддержкой в 2010 г. наших исследований Японским космическим агентством (JAXA) оперативными и архивными данными спутника ALLOS/Palsar за период 2007-2010 гг. (информацию о результатах проекта см: [www.eorc.jaxa.jp/ALOS](http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS), PI № 546). В ходе отчетного года нами выполнены исследования возможностей использования данных ALLOS/Palsar применительно анализа количественных характеристик компонентов лесных и тундровых ландшафтов (запас надземной фитомассы, сомкнутость крон древесного/кустарникового ярусов), классификации растительного покрова, выявления пожаров, незаконных рубок. Полученные результаты и методологические основы комбинированного использования радиолокационных и оптических систем спутникового мониторинга позволили провести комплексную оперативную оценку состояния почвенно-растительного покрова в условиях антропогенных влияний при добыче углеводородного сырья, оценке изменений мерзлотных условий, нарушении территорий особо охраняемых территорий (рис. 1).

Одним из требований, выдвигаемых JAXA, была необходимость представления результатов в виде доклада на IV международном симпозиуме по научному использованию данных ALOS, проводимом 15-23 ноября в Токио. Возможность участия в работе мероприятия стало возможным благодаря финансовой поддержке РФФИ (№ 10-04-08414-з). На конференции были представлены доклады различных научных коллективов мира, наш коллектив

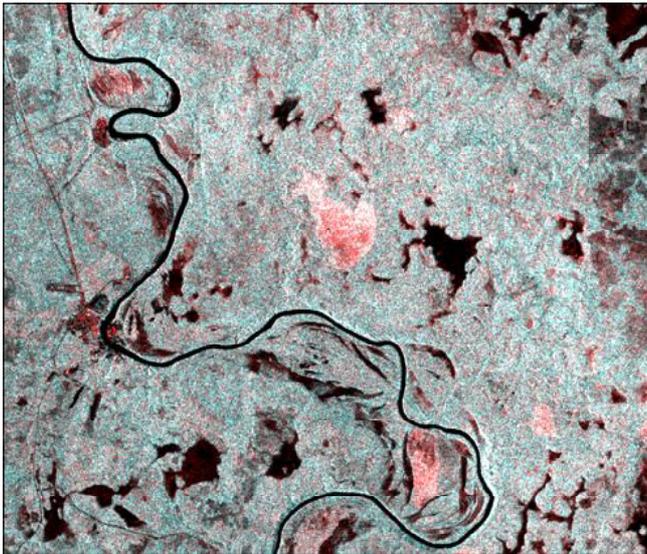


Рис. 1. Синтезированное изображение Якшинского участка Печоро-Ильчского заповедника 16.08.2007 г. (HH-VV поляризация) использовали для выделения свежих гарей, дорог.

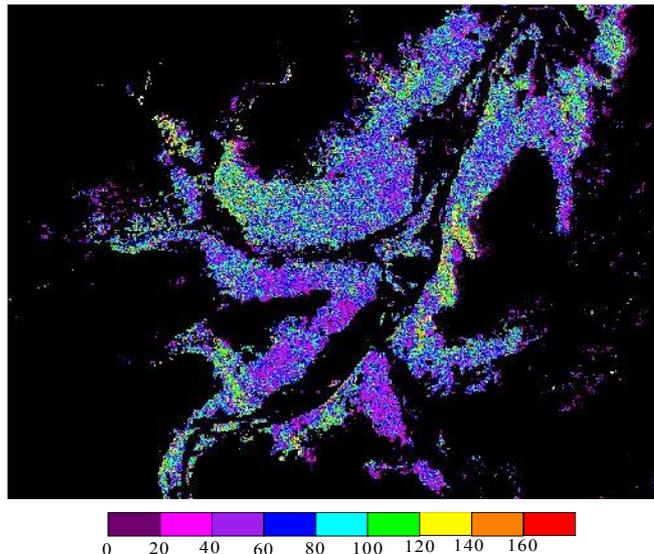


Рис. 2. Оценка запасов фитомассы (т/га) участка бассейна р. Каталамбею (привлечен алгоритм: обработки, подготовленные к печати [1]).

представил доклад на тематическом заседании, который был посвящен мониторингу растительных и почвенных покровов и затрагивал вопросы анализа показателей изменений фитоценозов (рис. 2). Основные задачи конференции: анализ результатов использования радиолокационных данных, сопоставление космических и наземных наблюдений за растительным покровом, исследования глобальных климатических и антропогенных изменений.

В ходе поездки мы были приглашены в г. Йокогама для участия в семинаре, проводимом в отделе наземных экосистем Исследовательского института глобальных изменений (Японское агентство наук о море, земле и технологиям, JAMSTEC), где представили свои результаты. Материалы вызвали ин-

терес слушателей, продемонстрировали достаточную сопоставимость уровня исследований, сходство большинства алгоритмов обработки изображений, тематик рассматриваемых проблем и подходов в их решении. Это дает возможность проведения дальнейших совместных исследований на равноправной основе. Вместе с командой исследователей Японии нами была оформлена заявка на совместный конкурс РФФИ-Япония.

ЛИТЕРАТУРА

1. Suzuki R., Masuda K., Dye D.G. Interannual covariability between actual evapotranspiration and PAL and GIMMS NDVIs of northern Asia // Remote Sensing of Environment, 2007. Vol. 106, № 3. P. 387-398.

ЮБИЛЕЙ

Время летит быстро, даже очень быстро. Кажется, совсем недавно **Валентина Андреевна Листарова** отмечала свой трудовой юбилей... А прошло уже 10 лет. Теперь Валентина Андреевна, отмечает 75-летие. Вся ее трудовая жизнь прошла в Институте биологии. Пришла Валентина Андреевна работать в 1954 г. в августе, тогда еще в Коми филиал АН СССР. Она не меняла места работы, была свидетелем и участником развития Коми филиала. Валентина Андреевна работала в Институте биологии с первого дня его образования.

Начав свою трудовую деятельность после окончания лесной школы, Валя легко овладела тонкостями аналитической работы в лаборатории почвоведения (впоследствии отделе почвоведения). Она также с энтузиазмом освоила специфику микробиологического анализа, став на долгие годы помощницей Т. А. Стениной, проводившей исследования таежных и тундровых почв. Приходилось Валентине Андреевне ездить в экспедиции. В работе она всегда была тщательной, не ограничивалась механическим выполнением необходимых операций, с присущей ей творческой жилкой стремилась понять теоретическое обоснование методик. В результатах выполненных Валей анализов всегда можно было быть уверенным. Не одного молодого лаборанта обучила она работе.

Валентина Андреевна всегда внимательна, доброжелательна к товарищам по работе.

*Поздравляем Валентину Андреевну с юбилеем! Здоровья Вам, Валентина Андреевна, благополучия Вашей большой семье!*

И.Б. Арчегова, Е.Г. Кузнецова, А.Н. Панюков, И. А. Лиханова





## НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО С ЛАБОРАТОРИЕЙ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ ИНСТИТУТА ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ (ЛЕНЬЯРО, ИТАЛИЯ)

к.б.н. Д. Гурьев

С 18 июля по 5 августа 2010 г. я был приглашен на совместные эксперименты в лабораторию радиационной биологии Института ядерной физики в г. Леньяро (Италия). Работа выполнялась в рамках международного проекта «The INFN Treatment Planning System Project», который направлен на развитие и инновацию новых систем облучения ионами, использующихся в терапии, а также сотрудничество с компаниями и научными организациями в области ядерной физики и радиобиологии. Проект мультидисциплинарный, и работа, выполняющаяся в лаборатории радиационной биологии, направлена на изучение биологического действия радиации различной природы (гамма-лучи, ускоренные

частицы с различной ЛПЭ) на молекулярном и клеточном уровнях. Цель проекта – возможность обосновать полученные результаты для дальнейшего использования пучков ускоренных частиц в терапии злокачественных новообразований. В период работы в лаборатории было проведено три эксперимента. Объектом исследования служили культивируемые *in vitro* клетки млекопитающих (линия V79 – фибробласты легкого китайского хомячка). В первом эксперименте использовали  $^{60}\text{Co}$  как источник излучения. Облучали клетки остро в дозах 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0–6.0 Гр. После облучения одну часть клеток высаживали в различной концентрации (в зависимости от дозы) в чашки

Петри и оставляли на семь дней в  $\text{CO}_2$ -инкубаторе для формирования колоний, которые затем подсчитывали для оценки «кривых выживаемости». Другую часть клеток использовали для определения уровня фрагментации ДНК методом Comet-Assay (версия с нейтральным значением pH для оценки преимущественно двуниевых разрывов ДНК). Аналогичные методы использовали и в двух последующих экспериментах, где в качестве источников излучения использовали ускоренные ионы углерода и протоны с ЛПЭ 200 и 28.8 КэВ/мкм соответственно в дозах 0, 0.10, 0.25, 0.40, 0.50, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0–4.0 Гр. В настоящее время ведется обработка и анализ результатов исследований.

## ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА ПРООН/ГЭФ ООПТ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

менеджер проекта к.б.н. В. Пономарев

«Вестник Института биологии» в пятом выпуске за 2008 г. уже информировал своих читателей о получении гранта для выполнения крупнейшего в истории Республики Коми природоохранного проекта ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми. Организационный период этого проекта, вобравший в себя формирование Координационного комитета, проведение вводного семинара, набор штата группы реализации проекта, создание рабочих и экспертных групп, подготовку и утверждение вводного отчета и рабочих планов, создание офиса веб-сайта и многое другое, без чего практически невозможна реализация такого сложного проекта в столь специфических условиях необходимости одновременного следования и соответствия международным, «ооновским» требованиям и процедурам, а также отечественному законодательству, завершился весной 2009 г. Пришло время рапортовать о первых результатах проекта.

Проектная команда в настоящее время включает 12 специалистов. Национальный директор, возглавляющий и Исполнительное агентство проекта (Управление Росприроднадзора по Республике Коми) – А.Н.Попов. Проект осуществляет свою деятельность совместно с правительством Республики Коми, пользуясь поддержкой и заинтересованностью Главы Коми В.М. Гайзера и министра природных ресурсов и охраны окружающей среды М.В. Неки-

пеловой. Все договоры проект заключает через свою исполнительную организацию – Инновационный центр Института биологии во главе с его директором И.Ф. Чадиным.

За полтора года планомерно и вполне успешно выполняется комплекс подготовительных аналитических и практических работ для достижения целей и индикаторов проекта. Уже выполнены комплексные биологическая и социально-экономическая оценки разнотипных модельных ООПТ республиканского значения. Выработанные на их основе рекомендации могут быть использованы Минприроды РК для улучшения охраны биоразнообразия на этих ООПТ.

Разработан долгосрочный план мероприятий по реструктуризации системы ООПТ Республики Коми. Завершены комплексные полевые исследования по инвентаризации биоразнообразия ООПТ и выявлению перспективных для включения в систему ООПТ РК новых территорий северных районов республики (15 ООПТ в 2009 г. и 29 ООПТ – в 2010 г.).

Выполнена камеральная инвентаризация 75 болотных заказников и памятников природы республиканского значения. Для каждого резервата уточнены/установлены границы в соответствии с современным лесоустройством, а также сделан вывод о целесообразности сохранения большинства из них в системе ООПТ республики и необходимости их натурального исследования.

Разработаны методические рекомендации о содержании и процедурах подачи, согласования, рассмотрения и принятия предложений по реструктуризации ООПТ РК, которые будут использованы при подготовке предложений о реструктуризации системы ООПТ РК.

Международным экспертом подготовлены отчеты «A review of global approaches to protected area planning at the system and site level» и «Proposal for the development of a system plan for the protected areas of the Komi Republic», которые переведены на русский язык и были использованы при разработке концепции и программы создания и внедрения стратегического плана развития системы ООПТ РК.

В рамках подготовки этого плана создана карта растительности РК (масштаб 1:500 000), практически завершена работа по подготовке обзора «Биоразнообразии Республики Коми», а также картографической основы для создания геоинформационной системы ООПТ РК. Кроме того, завершен первый этап в рамках работ по характеристике миграционных путей крупных копытных и ключевых орнитологических территорий Республики Коми за пределами территорий федеральных резерватов. Определены наиболее значимые ключевые участки на территории Республики Коми и вырабатываются рекомендации и предложения о создании сезонных и видовых ООПТ. В Министерство сельского хозяйства и продовольствия РК переданы материалы об ограничении или полном запрете охоты на ключевых орнитологических территориях в ряде районов республики. Проведено экологическое обследование территории проектируемого национального парка «Койгородский».

Разработан и представлен на рассмотрение и утверждение Минприроды РК проект правил, регламентирующих использование природных ресурсов, в том числе при традиционных формах природопользования местного населения (рубка дров, сбор ягод, грибов, сенокосение, выпас скота и т.п.), на

ООПТ и сопредельных территориях, с учетом минимизации ущерба и создания необходимых условий сохранения биологических объектов и экосистем.

Выполнен сбор информации и анализ ситуации с вертолетным браконьерством в федеральных и региональных ООПТ РК, а также за их пределами. Разработаны предложения по эффективному противодействию и профилактике вертолетного браконьерства и проект межведомственного соглашения о контроле за полетами вертолетов на территории ООПТ РК.

Подготовлен и передан в Минприроды РК для рассмотрения всеми заинтересованными сторонами проект федерально-регионального соглашения по регулированию управления системой ООПТ РК.

Проведена подготовка мероприятий по созданию системы мониторинга первичных экосистем Севера, послужившая основой при последующей разработке региональной программы мониторинга ООПТ РК.

Подготовлены и представлены в Минприроды РК обзорный отчет о существующих в Республике Коми элементах мониторинга состояния первичных экосистем и региональная программа экологического мониторинга на ООПТ РК. Приобретен комплекс современной техники и оборудования для Печоро-Ильчского заповедника, обеспечивающий сбор, регистрацию, обработку, анализ и передачу по спутниковой связи данных при ведении мониторинга первичных экосистем заповедника. Для национального парка «Югыд ва» приобретены три импортных снегохода.

Подписано тройственное рамочное соглашение проекта ПРООН/ГЭФ, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми и Комитета лесов Республики Коми о сотрудничестве по реализации проекта и выполнении его задач. Проведен семинар по проблемам управления и ООПТ регионального и местного значения с целью рассмотрения существующего опыта управления ООПТ в России и определения единой, оптимальной и легитимной схемы контроля, управления, охраны и мониторинга ООПТ в Республике



Подписание Тройственного соглашения по проекту ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми. Слева направо: руководитель Комитета лесов Республики Коми А. Мариев, руководитель Управления Росприроднадзора по Республике Коми, Национальный директор проекта ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми А. Попов и министр природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми М. Некипелова).



Пресс-конференция Постоянного представителя Программы Развития ООН в Российской Федерации, Постоянный координатор ООН в Российской Федерации г-на Ф. Мауринга.



Участники комплексной экспедиции Института биологии в район крупнейшего в Европе болота Океан.

Коми. Проектом представлены предложения по структуре управления ООПТ РК.

Подготовлен общий обзор отечественных подходов и методов по созданию и внедрению планов управления давно существующих и новых комплексных и лесных ООПТ. Предложены рекомендации по подготовке плана управления для всей системы ООПТ РК. Разработано типовое техзадание на разработку среднесрочного плана управления (менеджмент-плана) ООПТ, основанного на приоритетах ее деятельности, выявленных в ходе всестороннего анализа ее условий, особенностей и состояния, а также оценке эффективности организации и текущей деятельности.

Подготовлен проект типового соглашения предприятий и ООПТ. Создан пятилетний план развития различных форм взаимодействия организаций государственного и частного секторов в интересах развития системы ООПТ РК. Разработаны рекомендации по взаимодействию организаций государственного и частного секторов на территориях отечественных ООПТ с государственными структурами, курирующими вопросы поддержки малого и среднего бизнеса, определяющих меры по внедрению и финансированию экологически сбалансированных ви-



Первое приобретение в рамках проекта ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми : спутниковая тарелка и оборудование, обеспечившие бесперебойный доступ в Интернет и электронную почту для Печоро-Илычского заповедника.

дов деятельности, а также использованию критериев ресурсосбережения и устойчивости при выборе проектов для финансирования за счет государственных средств. Проведен семинар «Государственно-частные партнерства: международный и российский опыт» с участием международного эксперта. Этим же международным экспертом подготовлен отчет «A general review of international site specific public-private partnership approaches and methods».

Подготовлен отчет о выполнении работ в рамках проекта «Разработка плана мероприятий по созданию экологического фонда и технических заданий по их реализации». В силу законодательных ограничений, не позволяющих в существующих условиях создать экофонд, эта задача переформатирована из задачи создания институциональной структуры в деятельность по формированию новых каналов финансирования ООПТ в Республике Коми, которую предстоит инициировать проекту ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми.

Подготовлен отчет о выполнении работ по теме «Изучение отечественного опыта повышения социально-экологической ответственности предприятий», в рамках которого кроме анализа состояния этой сферы в Республике Коми разработаны рекомендации по улучшению этой ситуации, которые планируется реализовать в рамках проекта. Также выявлены и ранжированы источники финансирования сохранения биоразнообразия на ООПТ РК.

Выполнен контракт по анализу потребности и эффективности воздействия на население печатной продукции по сохранению биоразнообразия и ООПТ. Выполнена экспертная наработка практических подходов по повышению социально-экологической ответственности предприятий лесной промышленности, которая может быть использована Комитетом лесов Республики Коми в уставной работе и тиражирована на соседние с Республикой Коми регионы.

Выполнен социально значимый проект по изготовлению печатной продукции с информацией об особо охраняемых природных территориях Республики Коми и мероприятиях по сохранению ее природных комплексов и биологического разнообразия. В рамках проекта тиражом 300 экз. выпущены и распространены буклет, бюллетень, различные календари, пакеты, блокноты, плакаты, папки, ручки, блоки для записей, набор открыток, магнитные наклейки и передвижная выставка.

Реализован социально значимый проект по повышению информированности широкой общественности в области сохранения биоразнообразия и охраны окружающей среды с использованием электронных и печатных средств массовой информации. В его рамках созданы на русском и коми языках и размещены в газетах и журналах Республики Коми многочисленные информационные сюжеты и материалы об ООПТ, проекте и сохранении биоразнообразия, подготовлен и продемонстрирован по местному телевидению цикл телевизионных передач, на республиканских сайтах и порталах размещен логотип проекта со ссылкой на сайт проекта, на раз-

личных новостных сайтах и информационных порталах регулярно размещались информационные материалы о проекте, особо охраняемых территориях и сохранении биоразнообразия.

На базе Коми государственного педагогического института в г. Сыктывкар организована школа-семинар руководителей и преподавателей детских экологических лагерей Республики Коми. В 2009-2010 гг. на базе ООПТ РК успешно организовано пять детских экологических лагерей.

Выполнена экспертная работа по изучению существующих организационных форм и механизмов расширения сферы применения и тиражирования в России для непосредственного использования этого опыта и контактов для распространения положительного опыта проекта ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми в соседних регионах России. Опубликовано и презентована фундаментальная коллективная монография «Биологическое разнообразие уральского Припечорья».

Совместно с Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН проведена научно-практическая конференция «Современное состояние и перспективы развития особо охраняемых территорий европейского Севера и Урала» (в рамках международного Года биоразнообразия и к 15-летию образования объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Девственные леса Коми»), в рамках которой организован круглый стол «Стратегический план и проблемы реструктуризации системы ООПТ Республики Коми».

Проект принимает долевое участие в издании межрегиональной газеты «Заповедная территория».

Разработаны технико-экономические обоснования пилотных проектов «Столбы выветривания на плато Маньпупунер» и «Комплексное использование природных ресурсов прилегающих территорий для устойчивого финансирования и функционирования Печоро-Илычского заповедника» для использования при разработке бизнес-плана Печоро-Илычского заповедника.

В г. Вуктыл организована установочная школа-семинар по бизнес-планированию для работников ООПТ и районных администраций республики. Участники разработали и защитили собственные бизнес-проекты и получили сертификаты.

Разработаны и скорректированы бизнес-планы Печоро-Илычского заповедника и национального парка «Югыд ва».

На базе национального парка «Югыд ва» в г. Вуктыл проведен семинар для работников ООПТ по развитию экологического туризма и других видов деятельности на территориях ООПТ и по подготовке гидов-

**Структура проекта ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми**



проводников для национального парка «Югыд ва» и Печоро-Илычского заповедника. По результатам семинара изданы его материалы.

В г. Вуктыл проведен семинар по бизнес-планированию с участием международного эксперта. В рамках реализации пилотного проекта «Столбы выветривания на плато Маньпупунер» подписано соглашение с администрацией Печоро-Илычского заповедника о реализации пилотного проекта по сохранению и рекреационному использованию этого объекта. Приобретены и заброшены вертолетами каркасное строение и беседка для их сборки в районе плато Маньпупунер.

В Сыктывкаре, Ухте, Троицко-Печорске, Якше и Вуктыле проведены семинары на тему «Зарубежный и российский опыт взаимодействия заинтересованных сторон, бизнеса и особо охраняемых природных территорий».

В структуру проекта включен дополнительный ожидаемый результат – «Совершенствование системы ООПТ в Республике Коми для сохранения глобально значимого биоразнообразия и управления углеродными пулами», что позволило практически удвоить финансирование всего проекта ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми. Это произошло в результате получения гранта германского правительства на

**Предлагаемая структура управления ООПТ Республики Коми**



конкурсе для действующих проектов ПРООН/ГЭФ. Данное направление должно содействовать устойчивому сохранению биоразнообразия на 1.63 млн га лесов и торфяников Республики Коми, обладающих высокой природной ценностью, за счет сокращения эмиссии углерода. Целью проекта является сохранение устойчивого биоразнообразия высокоценных бореальных лесов и болот на 15 ООПТ, что приведет к сохранению углеродных пулов и предотвращению увеличения выбросов парниковых газов в ближайшей перспективе. В задачи «углеродного» компонента проекта входят количественная оценка углерода в лесных и болотных экосистемах, изучение влияния климата и антропогенных факторов на потоки углерода на особо охраняемых природных территориях, разработка программы мероприятий по снижению рисков от пожаров и изменения климата.

Разработана программа научных исследований в рамках направления «Совершенствование системы ООПТ в Республике Коми для сохранения глобально значимого биоразнообразия и управления углеродными пулами».

В офисе ПРООН-Россия (Москва) проведено рабочее совещание по определению механизмов закупок оборудования и подготовке стандартных пакетов документов для представления в Правительство РФ с целью получения «Удостоверения о техпомощи».

С Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН подписано Соглашение о целевом финансировании для совместного приложения усилий, направленных на определение размеров секвестирования лесами и болотами атмосферного C-CO<sub>2</sub> и C-CH<sub>4</sub> в масштабе проектных особо охраняемых природных территорий Республики Коми и сохранение биоразнообразия естественных экосистем.

Институт биологии приступил к выполнению комплексных полевых научно-исследовательских работ по направлениям: оценка пулов и потоков углерода в лесных и болотных экосистемах особо охраняемых природных территорий Республики Коми; оценка динамики разнообразия в процессе сукцессии лесных насаждений после пожаров, определение пожарной и послепожарной эмиссии CO<sub>2</sub>; изучение влияния изменения климата и антропогенных факторов на биологическое разнообразие фитоценозов и углеродные потоки в лесных и болотных экосистемах ООПТ РК.

Результативно завершились конкурсы по размещению заказов на поставку: научного оборудования для регистрации климатических данных (метеостанции); газометрического комплекса для проведения долгосрочных наблюдений и оценки баланса CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O в лесных экосистемах; оборудования для климатического мониторинга.

За отчетный год проект получил не только общую осведомленность и признание как властных структур Республики Коми, так и большинства заинтересованных сторон, их серьезный интерес, ожидания и вовлечение. С одной стороны, это достигнуто непосредственными успехами проекта. В то же время имело место интенсивное информирование общества через печатные и электронные средства массовой информации, причем если сначала это осуществлялось преимущественно через конкурсные контракты с НПО, то в последующем – штатными сотрудниками проекта уже благодаря созданию проектом полноценных информационных поводов и событий. Команда управления проекта эффективно взаимодействовала как с республиканским правительством, так и с руководством экологического департамента ПРООН-Россия и всеми заинтересованными сторонами.

#### ИНФОРМАЦИЯ В НОМЕР

В 2011 г. Институт биологии Коми НЦ УрО РАН планирует провести следующие конференции:

1. XVIII Всероссийская молодежная научная конференция «Актуальные проблемы биологии и экологии» (апрель).
2. Международная конференция «Освоение Севера и проблемы природовосстановления» (май).
3. Международная конференция «Резервуары и потоки углерода в лесных и болотных экосистемах бореальной зоны» (сентябрь).
4. IX Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Эколого-биологический мониторинг и сохранение биотического потенциала экосистем» (ноябрь).

Приглашаем всех заинтересованных лиц принять участие в конференциях. Информация о точной дате проведения, составе оргкомитетов и научных комитетов, рассматриваемых проблемах и направлениях будет размещена на сайте Института биологии по адресу [www.ib.komisc.ru](http://www.ib.komisc.ru) и в следующих номерах «Вестника Института биологии».





## ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2010 г.

## ОБЛОЖКА

Серия «Ботанический сад». Лекарственные растения

- Скροцкая О.** Рябина обыкновенная // Вестн. ИБ, 2010. № 1.  
**Скροцкая О.** Шиповник майский // Вестн. ИБ, 2010. № 2.  
**Скупченко Л.** Сосна обыкновенная // Вестн. ИБ, 2010. № 3.  
**Скупченко Л.** Ель обыкновенная // Вестн. ИБ, 2010. № 4.  
**Мартынов Л.** Липа мелколистная // Вестн. ИБ, 2010. № 5.  
**Мартынов Л.** Крушина ольховидная // Вестн. ИБ, 2010. № 6.  
**Вокуева А.** Береза повислая // Вестн. ИБ, 2010. № 7.  
**Шалаева О.** Калина обыкновенная // Вестн. ИБ, 2010. № 8.  
**Мифтахова С.** Можжевельник обыкновенный // Вестн. ИБ, 2010. № 9.  
**Тимушева О.** Смородина черная // Вестн. ИБ, 2010. № 10.  
**Тимушева О.** Малина обыкновенная // Вестн. ИБ, 2010. № 11.  
**Рябинина М.** Клюква болотная // Вестн. ИБ, 2010. № 12.

## СТАТЬИ

- Батурина М.** Разнообразие фауны малощетинковых червей в малых водотоках среднетаежной зоны // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 5.
- Бешлей И., Волкова Г., Ширшова Т.** Азотистые вещества в культурных и дикорастущих растениях *Allium schoenoprasum* L. // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 11.
- Василевич М., Безносиков В., Кондратенко Б.** Макрокомпонентный состав снежного покрова на территории таежной зоны Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 12.
- Возможность фитотерапевтической коррекции углеводного и липидного обмена с помощью биологически активных добавок к пище, содержащих фитостероиды / **В. Володин, С. Володина, М. Макарова** и др. // Вестн. ИБ, 2010. № 11. С. 2.
- Высотный градиент и разнообразие основных компонентов охраняемых экосистем Северного Урала / **Ю. Дубровский, С. Дегтева, Е. Жангуров** и др. // Вестн. ИБ, 2010. № 4. С. 8.
- Груздев И., Кондратенко Б.** Определение гумусовых кислот в природных водах по продуктам их деструкции методом газовой хроматографии // Вестн. ИБ, 2010. № 4. С. 26.
- Ермакова О.** Роль пролиферативной активности клеток в механизме опухолеобразования // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 7.
- Железнова Г., Шубина Т., Панова В.** К флоре листостебельных мхов национального парка «Югыд ва» // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 8.
- Загорская Н.** Состав фосфолипидов липидов печени мышевидных грызунов, обитающих в 30-километровой зоне ЧАЭС // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 8.
- Захаров А.** Тиманские реки. Настоящее и будущее // Вестн. ИБ, 2010. № 4. С. 14.
- Захой И., Далькэ И., Низовцев А.** Влияние хронического ртутного загрязнения почвы на функциональные характеристики фотосинтетического аппарата *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 5.
- Ильчуков С.** Ландшафты Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 4. С. 2.
- Кононова О.** Циклы развития и сезонная динамика численности *Mesocyclops leuckarti* (Claus) и *Asplanchna priodonta* Gosse в условиях малых пойменных озер средней тайги // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 9.
- Кудяшева А.** Гетерогенность ответных реакций клеточных систем регуляции в тканях мышевидных грызунов из зоны отчуждения Чернобыльской АЭС // Вестн. ИБ, 2010. № 4. С. 20.
- Кузнецова Е., Арчегова И.** Химический состав кроновых и лизиметрических вод на первых стадиях самовосстановительной сукцессии в средней подзоне тайги // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 14.
- Манов А., Бобкова К.** Жизненное состояние древесных растений в ельниках притундровой зоны Печорского бассейна // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 2.
- Маркаров А., Головкин Т.** Диатропизм как векторное свойство роста клеток и органов: эволюционный аспект // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 2.
- Марущак Н., Елсаков В.** Материалы спутникового мониторинга в анализе сомкнутости лесных фитоценозов Приполярья Урала // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 18.
- Маслова С., Гармаш Е., Огородникова С.** Влияние метилфосфоновой кислоты – фосфорорганического ксенобиотика – на растения корневищного злака (двуклосточник тростниковидный) // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 2.
- Маслова С., Табаленкова Г.** Рост и физиологическая активность длиннокорневищного злака *Phalaroides arundinacea* при загрязнении почвы нефтью // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 7.
- Минеев Ю., Минеев О.** Биотопическое размещение и биология размножения малого лебедя на полуострове Русский Заворот (северо-восток Малоземельской тундры) // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 12.

**Новаковский А., Новаковская И.** Возможности современных методов математической обработки данных на примере анализа флоры почвенных водорослей еловых лесов средней и южной подзон тайги // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 11.

**Пастухов А., Забоева И.** Почвы экотона лесотундры // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 5.

**Пестов С.** Виды рода *Eristalis* Latr. (Diptera: Syrphidae) Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 2.

**Пономарев В.** Фауна рыб горных озер европейских склонов Полярного и Приполярного Урала // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 11.

**Портнягина Н., Пунегов В., Зайнуллина К.** Буквица лекарственная в культуре на Севере // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 8.

**Пристова Т.** Фитомасса растений напочвенного покрова лиственных и лиственно-хвойных насаждений средней тайги // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 2.

**Пунегов В., Груздев И.** Количественное определение фитогормонов методами газо-жидкостной хроматографии-масс-спектрометрии // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 18.

**Пыстина Т., Семенова Н., Новаковский А.** Популяционные различия лишайника *Lobaria pulmonaria* по величине клеток фототрофных компонентов в зависимости от условий местообитания // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 2.

**Рачкова Н.** Дезактивация радиоактивно загрязненных почв: современные методы решения проблемы и их эффективность // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 23.

**Робакидзе Е., Торлопова Н., Бобкова К.** Состав и состояние растений напочвенного покрова еловых фитоценозов в зоне техногенного действия целлюлозно-бумажного производства // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 11.

**Сивков М., Патова Е. Кулюгина Е.** Исследование взаимосвязи температурного режима горно-тундровых почв, почвенных цианобактериот и растительности в условиях Приполярного Урала // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 3.

**Скупченко Л., Мартынов Л.** Перспективное развитие дендрария ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 5.

Состав экидистероидов в дикорастущих и культивируемых растениях *Serratula quinquefolia* Bieb. ex Willd. / **С. Володина, В. Володин, И. Чадин** и др. // Вестн. ИБ, 2010. № 4. С. 29.

**Стенина А.** «Необъяснимые» пленки на лугах, что это? // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 4.

Тарбаев Б., **Мартынюк З.** Способ оценки неопределенности предсказаний в биологии // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 23.

**Татаринев А., Кулакова О.** Структура фауны булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) северной части Уральского хребта // Вестн. ИБ, 2010. № 4. С. 11.

**Творожникова Т., Загирова С.** Анатомическая структура актомикориз сосны обыкновенной в условиях средней подзоны тайги // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 2.

**Творожникова Т., Хабибуллина Ф.** Особенности распространения микроорганизмов в лесной подстилке ельника черничного средней тайги // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 6.

**Тентюков М.** Изучение стока сухих аэрозолей в лесные экосистемы // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 23.

**Тентюков М.** Иней как объект геохимического мониторинга при изучении загрязнений снежного покрова соединениями серы // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 14.

**Торлопова Н., Робакидзе Е.** Химический состав хвои сосны в условиях аэротехногенного загрязнения Сыктывкарского лесопромышленного комплекса // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 19.

**Фефилова Е., Кононова О.** Планктонные сообщества мелких лесных водоемов в период ледостава // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 8.

**Шадрин Д.** Распространение, классификация, методы обнаружения и выделения сапонинов из растительного сырья и их биологическая активность // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 15.

**Шалаева О.** О развитии эколого-образовательного направления деятельности в ботанических садах на базе их коллекционного фонда (на примере коллекции лекарственных растений) // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 12.

**Шамрикова Е., Казаков В.** Развитие идей Е.Н. Ивановой о природе кислотности северных почв // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 2.

**Шевченко О.** Роль холестерина в структурной организации мембран эритроцитов // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 10.

**Ширшова Т., Бешлей И., Матистов Н.** Селенодефицит и возможности его сокращения. Аккумулирующие свойства лука *Allium schoenoprasum* L. по отношению к селену // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 2.

**Ширшова Т., Скупченко Л.** Микронутриенты в составе некоторых видов рода *Berberis* L. (Berberidaceae Juss.) // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 14.

**Шубина В.** Зообентос водотоков бассейна р. Вымь в зоне влияния разработок бокситовых месторождений (Тиманский кряж) // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 27.

**Шуктомова И., Рачкова Н.** Свойства цеолитов и их применение // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 9.

**Юшкова Е., Зайнуллин В.** Адаптивный ответ и реакция популяций дрозофилы на воздействие малых доз ионизирующей радиации // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 11.

#### СООБЩЕНИЯ

**Бабак Т., Бачаров Д.** Структурные особенности представителей рода *Sedum* L.s.l. в условиях Севера // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 18.

Биоаккумуляция полициклических ароматических углеводородов *Picea obovata* / **Е. Яковлева, В. Безносиков, Б. Кондратенко, Д. Габов** // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 30.

- Долгин М.** Новые для фауны Республики Коми виды листоедов // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 22.
- Дулин М.** Печеночники тундрового пояса Толбачинского вулканического массива (Камчатка) // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 23.
- Елькина Г.** Сера в питании растений на подзолистых почвах // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 20.
- Лоскутова О., Хохлова Л.** Структура бентоса и химический состав воды озер болотного заказника «Океан» // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 28.
- Мифтахова С.** Приемы скашивания газонов в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 11. С. 16.
- Михович Ж., Рубан Г., Зайнуллина К.** Некоторые особенности онтогенеза свербиги восточной в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 26.
- Моторина Н.** Tulip virus 1, Smith в коллекции родового комплекса *Tulipa L.* // Вестн. ИБ, 2010. № 11. С. 11.
- Новаковская И., Патова Е.** Зеленые водоросли еловых лесов подзон средней и южной тайги // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 27.
- Панюкова Е.** К экологии кровососущих комаров (Diptera: Culicidae) Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 17.
- Петров А., Быховец Н.** Оценка состояния и динамики зональных экосистем в субарктических тундрах с использованием данных по обилию и пространственной структуре населения мелких млекопитающих // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 23.
- Полетаева И., Дегтева С., Новаковский А.** Ценопопуляции *Viola selkirkii* на северной границе распространения вида в Республике Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 24.
- Порошин Е.** Анализ филогенетической близости кунных по форме нижней челюсти // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 28.
- Потапов А.** Опыт интродукции некоторых бобовых кормовых культур в среднетаежной подзоне Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 21.
- Пунегов В., Груздев И.** Повышение информативности метода ГЖХ/МС анализа путем дериватизации веществ с «подвижными» атомами водорода в их структуре // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 28.
- Раскоша О., Ермакова О.** Изучение противолучевого действия экидистероидов серпухи венценосной на щитовидную железу и надпочечники мышей // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 26.
- Русанова Г.** Компоненты микростроения как носители памяти об условиях почвообразования в тундре // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 32.
- Рябинина М.** Орхидные в коллекции Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН (открытый грунт) // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 19.
- Селиванова Н.** Материалы по орнитофауне восточного склона Приполярного Урала // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 20.
- Сенькина С., Сидоренко Е.** Водобмен черники обыкновенной // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 30.
- Скроцкая О., Портнягина Н.** Особенности ритмов сезонного развития *Carum carvi L.* при интродукции на севере // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 19.
- Таскаева А.** Фауна коллембол подзоны средней тайги Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 26.
- Тетерюк Б.** Структура водной флоры бассейна среднего течения р. Вычегда // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 18.
- Ткаченко К.** «Молодые» ботанические сады Великобритании // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 26.
- Тужилкина В.** Пигментный комплекс лиственных древесных растений еловых сообществ // Вестн. ИБ, 2010. № 11. С. 9.
- Федорков А.** Изменчивость хозяйственно-ценных признаков лиственницы Сукачева в клоновом архиве // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 16.
- Эчишвили Э., Портнягина Н.** Морфобиология семян *Hypericum perforatum L.* в культуре // Вестн. ИБ, 2010. № 11. С. 13.

#### КОНФЕРЕНЦИИ

- Бадулина Н., Кострова С.** Совещание глав лабораторий в рамках проектов «Дальнейшее расширение и реализация лесной системы мониторинга уровня Европейского Союза (FutMon) и «Международная программа сотрудничества по оценке и мониторингу воздействия загрязнения воздуха на леса (ICP Forests)» // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 37.
- Батурина М.** XI международный симпозиум по водным олигохетам ISAO-2009 // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 41.
- Валуйских О., Косолапов Д.** О проведении XVII Всероссийской молодежной научной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии» // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 32.
- Видякин А.** II международное совещание по сохранению лесных генетических ресурсов в Сибири // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 34.
- Видякин А.** III Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования» // Вестн. ИБ, 2010. № 4. С. 35.
- Володина С., Пылина Я., Шадрин Д.** Вторая ежегодная русско-корейская конференция «Современные проблемы химии природных соединений и биотехнологии» // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 35.
- Гармаш Е.** SEB@PRAGUE 2010: ежегодная конференция Общества экспериментальной биологии в Праге // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 34.
- Герасименко Н.** Шагнули в будущее // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 36.

- Девятый Европейский конгресс по энтомологии / **Т. Конакова, А. Таскаева, А. Колесникова** и др. // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 38.
- Дулин М.** Международная научная конференция «Бриофлора российского Дальнего Востока: таксономия, генезис, географические связи» // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 18.
- Дымов А.** 19-й всемирный конгресс по почвоведению «Soil solution for a changing world» // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 36.
- Евсеева Т., Белых Е.** Итоги заключительного совещания по проекту «INTRANOR» // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 23.
- Елсаков В.** Радарные исследования экосистем европейского Севера – перспективы и возможности // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 24.
- Елсаков В.** Седьмая Всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 44.
- Загирова С.** Проблемы управления ООПТ в условиях изменения климата // Вестн. ИБ, 2010. № 11. С. 30.
- Загирова С., Патова Е., Каверин Д.** Заключительное рабочее совещание по проекту «Оценка баланса углерода в северной России: прошлое, настоящее и будущее (CARBO-NORTH) и симпозиум «Пространственно-временные компоненты в углеродном балансе северных высокоширотных регионов» // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 30.
- Каверин Д.** Участие в Первом всемирном конгрессе молодых ученых по наукам о земле (First congress 2009) // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 40.
- Каверин Д.** Участие в Третьей европейской конференции по многолетней мерзлоте // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 33.
- Колесникова А.** Всероссийская конференция с международным участием «Проблемы изучения и охраны животного мира на Севере» // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 31.
- Лодыгин Е.** XV конференция международного общества по изучению гумусовых веществ «Гумусовые вещества и поддержание качества экосистем» // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 38.
- Лопатин Е.** Международная конференция «Картографирование и мониторинг северной растительности и ландшафтов» // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 40.
- Минеев О.** XII международное совещание рабочей группы по гусям IUCN-Wetlands International // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 38.
- Минеев О.** Международная конференция «Границы Арктики: жизнь на Крайнем Севере» // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 35.
- Москалев А.** V Форум творческой и научной интеллигенции государств – участников СНГ и премия «Содружество дебютов» // Вестн. ИБ, 2010. № 11. С. 31.
- Москалев А.** О XIX Всемирном геронтологическом конгрессе // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 36.
- Москалев А.** Об участии в конференции SENS4 // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 42.
- Москалев А.** Участие в Восьмой международной конференции LowRad // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 41.
- Москалев А.** Участие в международной школе-конференции «Быстрая диагностика популяций при чрезвычайных ситуациях и рисках (Радипер)» // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 43.
- Новаковская И.** Школа «Микроскопия аутентичных штаммов зеленых, желтозеленых и эустигматофитовых водорослей» // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 36.
- Новаковская И., Патова Е.** Всероссийская конференция с участием иностранных ученых «Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии» // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 37.
- Пастухов А.** Международный симпозиум «Микроморфология в палеопочвенных и георхеологических исследованиях» // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 46.
- Пастухов А.** Участие в рабочем совещании по международному проекту «Permasom» // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 21.
- Пастухов А., Каверин Д.** Участие в научной конференции по результатам международного Полярного года // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 40.
- Плюснина С.** XI школьная конференция научно-исследовательских работ по экологии // Вестн. ИБ, 2010. № 5. С. 34.
- Пономарев В., Загирова С.** Рабочая встреча проектов ПРООН/ГЭФ в Братиславе // Вестн. ИБ, 2010. № 11. С. 19.
- Порошин Е.** Международная конференция «Advances in the biology of shrews III» // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 36.
- Пристова Т., Торлопова Н.** Международная конференция «Лесное хозяйство: мост в будущее» // Вестн. ИБ, 2010. № 6. С. 34.
- Раскоша О., Ермакова О.** Международная конференция «Современные проблемы радиобиологии» // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 22.
- Русанова Г.** Пятая международная конференция «Эволюция почвенного покрова: история идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы» // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 42.
- Торлопова Н.** Международная конференция молодых ученых «Актуальные проблемы ботаники и экологии» // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 17.
- Торлопова Н.** Международная научно-практическая конференция «Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов» // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 45.
- Тужилкина В.** XIX международный симпозиум «Экология и безопасность» // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 33.
- Участие в V рабочем совещании по проекту CARBO-NORTH в Копенгагене (Дания) / **Д. Каверин, С. Загирова, Е. Патова** и др. // Вестн. ИБ, 2010. № 1. С. 43.
- Федорков А.** Международный симпозиум «LARIX-2010» // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 31.
- Фефилова Е., Батурина М.** Международная конференция по мейобентосу // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 15.

#### МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

**Гурьев Д.** Научное сотрудничество с лабораторией радиационной биологии Института ядерной физики (Леньяро, Италия) // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 26.

**Пономарев В.** Первые результаты проекта ПРООН/ГЭФ ООПТ Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 12. С. 26.

#### ПАТЕНТ

**Сундуков Е.** Транспортные системы для крупногабаритных и тяжеловесных объектов // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 37.

**Тарабукин Д., Донцов А.** Белково-углеводная основа кормов для моногастрических животных // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 31.

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

**Лиханова И., Арчегова И., Панюкова А.** Опыт создания защитных лесных полос на крайнем севере Республики Коми (экологический анализ) // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 31.

**Рябинина М., Мишуков В.** Размножение жимолости зелеными черенками // Вестн. ИБ, 2010. № 3. С. 32.

**Тимушева О.** Культивирование смородины черной в средней подзоне тайги Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 31.

#### ВЫСТАВКИ

**Комова Ю.** Институт биологии с блеском представил инновационные проекты на X Московском международном салоне инноваций и инвестиций // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 39.

**Чадин И., Комова Ю.** «Архимед» и Институт биологии: успех и творческий подъем // Вестн. ИБ, 2010. № 4. С. 38.

#### ЗАПОВЕДАНО СОХРАНИТЬ

**Гончарова Н., Канев В.** Растительность болотного заказника «Океан» (Усть-Цилемский район, подзона крайне-северной тайги) // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 33.

**Зиновьева А.** Полужесткокрылые (Heteroptera) заказника «Сынинский» // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 27.

**Колесникова А.** Современное состояние колеоптерофауны в заказниках Республики Коми // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 28.

**Косолапов Д.** Разнообразие афиллофороидных макромицетов заказника «Удорский» (Республика Коми) // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 24.

**Полетаева И.** Состояние ценопопуляций некоторых редких сосудистых растений северной части национального парка «Югыд ва» // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 24.

#### КОМАНДИРОВКА

**Дымова О.** Международное сотрудничество с Ягеллонским университетом (Краков, Польша) // Вестн. ИБ, 2010. № 7. С. 39.

#### ГОСТЕВАЯ ПРОГРАММА

**Панюкова Е., Кузьмина Е.** Участие в международной гостевой программе (Россия, Институт биологии Коми НЦ УрО РАН – Норвегия, Сванвик, Экологический центр Сванховд) // Вестн. ИБ, 2010. № 8. С. 35.

#### ЭКСПЕДИЦИИ

**Елсаков В.** Дистанционные методы исследований растительности Шпицбергена // Вестн. ИБ, 2010. № 9. С. 29.

#### ГОД УЧИТЕЛЯ

Главное – научить думать // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 42.

Из дневника летней практики // Вестн. ИБ, 2010. № 10. С. 43.

#### ИТОГИ 2009 ГОДА

**Кондратенко Б.** Экоаналитическая лаборатория «Экоаналит» в 2009 году // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 31.

**Мифтахова С.** Работа профсоюзной организации // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 35.

**Нужнов С.** Итоги работы по гражданской обороне, борьбе с чрезвычайными ситуациями и пожарной безопасности // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 35.

**Плюснина С.** Работа экологического отделения Малой академии Коми НЦ и Эколого-образовательного центра «Снегирь» в 2009 году // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 33.

**Пономарев В.** Международное научное сотрудничество Института биологии в 2009 году // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 25.

**Таскаев А.** Основные итоги работы Института в 2009 г. // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 11.

**Чадин И.** Итоги инновационной деятельности Института в 2009 году // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 29.

**Шубина Т.** Научная результативность экспедиционных работ // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 19.

**Юшкова Н.** Работа питомника экспериментальных животных в 2009 году // Вестн. ИБ, 2010. № 2. С. 33.