



ВЕСТНИК

Института биологии Коми НЦ УрО РАН

КРАСНАЯ КНИГА
РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Красотка - девушка
Calopteryx virgo (Linnaeus, 1758)

2004
№ 7(81)



КРАСНАЯ КНИГА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Красотка-девушка *Calopteryx virgo* (Linnaeus, 1758)

Красотка-девушка относится к семейству красоток (*Calopterygidae*) подотряда равнокрылых стрекоз (*Zygoptera*). Свое название красотки получили не случайно. Они очень изящны; их крылья, в отличие от других стрекоз, ярко окрашены. Тело стройное. Голова сидит на тонкой шее, подвижно сочленена с туловищем. Большую часть головы занимают блестящие глаза. Усики маленькие, щетинковидные. У самок крылья светлые, дымчатые, с бурыми жилками, у самцов от основания почти до вершины темно-синие. Тело самцов металлически зелено-синее, у самок — бронзово-зеленое. Длина брюшка — 34-36 мм, длина крыла — 30-31 мм. Своей яркой окраской и медленным порхающим полетом красотки напоминают бабочек. Когда стрекоза сидит, она, как и бабочка, крылья поднимает вверх.

Красотка-девушка распространена на Европейской части России, в Южной Сибири, на Дальнем Востоке. В Республике Коми обитает в южной и средней тайге. Зарегистрирована в селах Летка, Объячево, поселках Кажым, Седью, Доманик, деревнях Канава, Негакерос, по реке Елве, в окрестностях городов Сыктывкар и Ухта.

Красоток чаще можно встретить по берегам рек, речек и других проточных водоемов. Далеко от воды они не летают. Часто садятся на ветки кустарников, лиственных деревьев, околородные травянистые растения. По типу питания красотки — хищники, охотятся на комаров, мух и других мелких насекомых. Как и все стрекозы, красотки отличаются очень хорошим зрением: их огромные глаза состоят из 28 тысяч маленьких глазков — омматидиев, или фасеток. Видят стрекозы во все стороны, практически не поворачивая головы.

Развитие красоток гемиметаболическое — с неполным превращением. Спаривание стрекоз происходит в воздухе. Предварительно самец откладывает сперматофор в ямку на особом выступе третьего членика своего брюшка. После этого он схватывает самку за шею клешнеобразными придатками, расположенными на заднем конце его брюшка. Самец и самка летают попарно, пока самка не поднимет к сперматофору задний конец брюшка, где находится половое отверстие. Оплодотворенная самка откладывает яйца в стебли и листья водных растений. Она прокалывает яйцекладом покровы растений и вбуравливает в них яйца, которые располагает в определенном порядке. Из яйца выходит личинка с длинным стройным телом, на заднем конце которого имеются три листообразных пластинки. Это трахейные жабры: они пронизаны сетью воздухоносных трубочек. Трахейные трубочки имеются также в стенках заднего отдела кишечника. Кроме того, кислород поглощается всей поверхностью тела. Листовидные трахейные жабры служат не только для дыхания, но и для движения личинок — они действуют как хвостовой плавник рыбы.

Личинка питается мелкими водными животными: дафниями, личинками поденок, двукрылых, водными червями. Для добывания пищи у личинок стрекоз имеется особый орган, который называют маской. Это видоизмененная нижняя губа, имеет вид широкой пластинки с хватательными лопастями по краям. Пластинка сидит на длинном членистом основании, которое складывается и прикрывает нижнюю часть головы. Маска выбрасывается личинкой далеко вперед, подобно языку лягушки, и схватывает добычу. У красоток маска плоская с крючкообразными придатками на хватательных лопастях.

Личинка развивается около года: она появляется во второй половине лета, растет, зимует и в июне следующего года превращается во взрослое насекомое. В процессе роста личинка линяет пять-шесть раз. Лёт взрослых насекомых наблюдается в июле-августе.

В Республике Коми вид малочисленен.

Лимитирующим фактором численности красотки-девушки является загрязнение рек, речек, ручьев промышленными и бытовыми отходами. Поскольку личинки могут развиваться только в воде, богатой кислородом, необходимо следить за чистотой водоемов в местах обитания вида.

Вид включен в Красную книгу Республики Коми.

На обложке внешний вид стрекозы и ее местообитание. Фото автора.

к.б.н. **Е. Мелехина**



Мелехина Елена Николаевна (16.08.1959)

Окончила Сыктывкарский государственный университет. В лаборатории беспозвоночных животных работает с 1996 года.

Должность: научный сотрудник.

Научные интересы: экология, биоразнообразие, биоиндикация, панцирные клещи (орибатиды).

Основные публикации: Разнообразие панцирных клещей лишайниковых группировок таежной зоны Республики Коми // Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии / Под ред. Павлова Д.С., Шатуновского М.И. Москва, 2000. С. 184-191; Почвенная микрофауна // Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера. СПб.: Наука, 2001. С. 234-250; Почвенная микрофауна в биоиндикации антропогенных загрязнений северных биоценозов // Экология северных территорий России. Проблемы, прогноз ситуации, пути развития, решения. Архангельск, 2002. С. 674-678.

Адрес: 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28.
E-mail: melekhina@ib.komisc.ru; **телефон** (8212) 43-19-69.

ПЕРЕСТРОЙКА ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНОЙ СИСТЕМЫ
ТЕНЕВЫНОСЛИВОГО РАСТЕНИЯ *AJUGA REPTANS* L. ПРИ ИЗМЕНЕНИИ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ



д.б.н. Т. Головко
зав. лабораторией
экологической физиологии растений
E-mail: t_golovko@ib.komisc.ru,
тел.: (8212) 24 52 02

Научные интересы:
физиология и экология растений,
продукционный процесс, CO_2 -газообмен



к.б.н. О. Дымова
с.н.с. этой же лаборатории
E-mail: dymovao@ib.komisc.ru,
тел.: (8212) 24 52 02

Научные интересы:
физиология и экология растений, адап-
тация, фотосинтетический аппарат



к.б.н. Г. Табаленкова
с.н.с. этой же лаборатории
E-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru,
тел.: (8212) 24 52 02

Научные интересы:
физиология и биохимия растений,
донорно-акцепторные системы, рост

Исследования донорно-акцепторной системы (ДАС) и регуляции донорно-акцепторных отношений (ДАО) обеспечивают получение важной информации о генотипически обусловленных морфофизиологических свойствах растений и амплитуде их изменчивости под влиянием внешней среды [1, 2, 10]. Признано, что ДАО играют ключевую роль при формировании целостной физиологической системы растения, адаптированного к условиям произрастания [9]. С этих позиций большой интерес представляет изучение влияния на ДАО различных факторов среды.

Свет является одним из главных экологических факторов, контролирующих фотосинтез, рост и развитие растений. При адаптации к затенению снижаются скорость фотосинтеза и карбоксилирующая способность [13, 15]. Листовые пластинки становятся тоньше, а размеры хлоропластов увеличиваются. Растения направляют больше энерго-пластических веществ на формирование листовой поверхности и снижают распределение ассимилятов в корни и репродуктивные органы, что свидетельствует об изменении ДАО. Закономерности изменения ДАО теневыносливых растений при попадании в условия полного освещения исследованы слабо. Ранее нами были изучены характеристики фотосинтетического аппарата живучки ползучей (*Ajuga reptans* L.), произрастающей в природных условиях под пологом леса и при культивировании на открытой делянке [4, 7]. Было установлено, что при адаптации к высокой освещенности изменялись удельная поверхностная плотность и мезоструктура листьев, снижалось содержание хлорофиллов, повышалось ассимиляционное число. В области светового насыщения скорость нетто-ассимиляции листьев культивируемых растений достигала 4-5 $mgCO_2/(dm^2 \cdot ч)$ и превышала лесные на 25-30 %. Скорость поглощения CO_2 при радиации приспособления ($\Phi_{ирп}$) составляла 40-45 % от интенсивности при световом насыщении. Листья световых растений отличались повышенной скоростью дыхания и активностью альтернативного пути [5]. Скорость дыхания столонов и корней варьировала в пределах 0.8-1.2 $mgCO_2/(г \cdot ч)$.

Мы предположили, что существенные структурно-функциональные изменения донорных листьев при адаптации к освещенности не могли не сказаться на донорно-акцепторной системе целого растения. Целью данной работы было сравнительное морфофизиологическое изучение и количественная оценка донорно-акцепторной системы световых и теневых растений. Для этого исследовали закономерности роста, распределения биомассы и ^{14}C -продуктов фотосинтеза, баланс углерода в растениях *Ajuga reptans*, произрастающих под пологом леса (теневые растения) (фото 1) и культивируемых на открытой делянке (световые растения) (фото 2).

В работе использовали растения из природных ценопопуляций *Ajuga reptans*, произрастающих в окрестностях г. Сыктывкар (подзона средней тайги). Освещенность под пологом елово-осинового дубравно-разнотравного леса в период максимального развития листы (июль) не превышала 5 % от полной. Молодые растения пересаживали из леса на коллекционный участок и использовали в опытах в следующем вегетационном сезоне. Определения CO_2 -газообмена листьев и других органов проводили с помощью инфракрасного газоанализатора «Infralit-4» (Германия), подключенного по дифференциальной схеме. Ошибка средней скорости CO_2 -газообмена не превышала 10 %. Подробно методика измерений приведена в работе [7]. На основе данных по CO_2 -газообмену и ростовых показателей рассчитывали составляющие суточного баланса сухого вещества растений согласно предложенной нами методике, описанной в работе [3, 8].

Для определения ростовых показателей отбирали по 20 особей каждого варианта. Растения расчленили по органам, взвешивали и высушивали при 70 °С. Ошибка средней величины биомассы органов варьировала в пределах 10-15 %.

Для изучения постфотосинтетической динамики ассимилированного углерода растения экспонировали в атмосфере $^{14}CO_2$ в течение 20 мин под прозрачной камерой. Меченую углекислоту генерировали из $Ba^{14}CO_3$ добавлением 0.1 н раствора HCl. Начальная концент-



Фото 1. Растения *Ajuga reptans*, произрастающие под пологом леса.



Фото 2. Растения *Ajuga reptans*, выращенные на освещенной делянке.

рация CO_2 в камере составляла 0.09% , что превышало атмосферную почти втрое. Пробы для анализа (три-пять растений) отбирали периодически в течение полутора месяцев после экспозиции. Удельную радиоактивность сухих измельченных образцов определяли на α - β радиометре УС-4 («Доза», Россия) в 5-кратной повторности. Об окислении ^{14}C в дыхании судили по убыли меченого углерода из целого растения [6, 14].

В табл. 1 даны сравнительные морфофизиологические характеристики *Ajuga reptans*, произрастающей в условиях различной освещенности. На второй год после пересадки культивируемые растения на делянке были представлены компактными клонами, существенно превосходившими лесные растения по биомассе, площади, числу листьев и столонов (вегетативных ползучих побегов). Величина удельной поверхностной плотности (УППЛ) листьев световых растений более чем вдвое превышала таковую теневых. Лесные растения отличались большей относительной и удельной площадью листьев (ОПЛ и УПЛ соответственно). Достоверных различий в соотношении массы листьев к массе растений (ОМЛ) и величине корни/побеги не выявили.

Сразу после экспозиции культивируемых растений в атмосфере $^{14}CO_2$ метку обнаруживали во всех час-

тах, но концентрация ^{14}C -продуктов в листьях материнской розетки была на порядок выше (табл. 2). Уже через сутки отмечали заметное увеличение ^{14}C в столонах, соцветиях и корнях. Этому соответствовала убыль ^{14}C из листьев материнской розетки. На десятый день удельная радиоактивность листьев уменьшилась втрое от первоначальной. В последующем величина УР листьев изменялась незначительно, и к концу опыта органы растений почти уже не различались по содержанию ^{14}C в расчете на единицу сухой биомассы.

Анализ относительного распределения метки с учетом биомассы органов (рис. 1а) показал, что значительная часть метки из листьев распределялась в столоны (ползучие побеги). Так, если через сутки после экспозиции растений в столонах локализовалось около 30 % всей содержащейся в растениях метки, то через месяц ее было уже вдвое больше.

Чтобы точнее оценить роль материнской розетки в снабжении формирующихся столонов субстратом для роста, в следующем опыте к $^{14}CO_2$ экспонировали молодые растения (без столонов). До начала активного роста почек, формирующих столоны, листья удерживали значительную часть метки (рис. 1б). Формирование столонов обеспечивалось перераспределением ^{14}C в растении, относительное содержание метки в столонах к концу опыта достигало 40 %. Следует отметить, что к этому периоду в растениях оставалось менее 20 % первоначально ассимилированного меченого углерода (рис. 2).

В области светового насыщения скорость нетто-ассимиляции листьев растений на делянке достигала 4-5 $mgCO_2/(dm^2 \cdot ch)$ и превышала лесные на 25-30 %.

Таблица 1
Морфометрические параметры растений *Ajuga reptans* в разных условиях произрастания, июль 1996 г. (n = 20)

Показатель	Условия произрастания	
	лес	делянка
Масса растения, г	0.9 ± 0.1	25.0 ± 3.5*
Корни/побеги	0.12 ± 0.03	0.12 ± 0.03
Число столонов, шт./растение	2.5 ± 0.8	17.1 ± 1.5*
Масса столона, г	0.20 ± 0.04	1.6 ± 0.3*
Число листьев, шт./растение	29.1 ± 3.3	93.2 ± 6.8*
Масса листьев, г/растение	0.5 ± 0.1	11.4 ± 2.4*
Площадь листьев, dm^2 /растение	2.4 ± 0.4	24.3 ± 5.3*
Относительная площадь листьев, dm^2/g	2.5 ± 0.5	1.0 ± 0.2*
Удельная площадь листьев, dm^2/g	4.0 ± 0.7	2.0 ± 0.4*
Удельная поверхностная плотность листьев, g/dm^2	0.20 ± 0.01	0.47 ± 0.03*
Относительная масса листьев, г/г	0.51 ± 0.11	0.46 ± 0.12

* Различия между вариантами достоверны при $p \leq 0.05$.

Таблица 2
Динамика удельной активности органов *Ajuga reptans*, тыс. имп./мин/100 мг сухой массы, июнь 1996 г. (n = 5)

Время от экспозиции*, сутки	Лист материнской розетки	Столон	Соцветие	Корень
0	14.2 ± 1.0	1.7 ± 0.2	0.9 ± 0.1	0.8 ± 0.1
1	12.5 ± 0.8	6.1 ± 0.5	1.7 ± 0.1	2.7 ± 0.2
3	7.7 ± 0.6	6.4 ± 0.4	3.2 ± 0.3	3.4 ± 0.2
10	5.5 ± 0.4	5.7 ± 0.4	2.7 ± 0.2	2.7 ± 0.3
30	3.7 ± 0.3	4.5 ± 0.3	2.6 ± 0.2	2.4 ± 0.1

* Растения экспонировали в атмосфере $^{14}CO_2$.

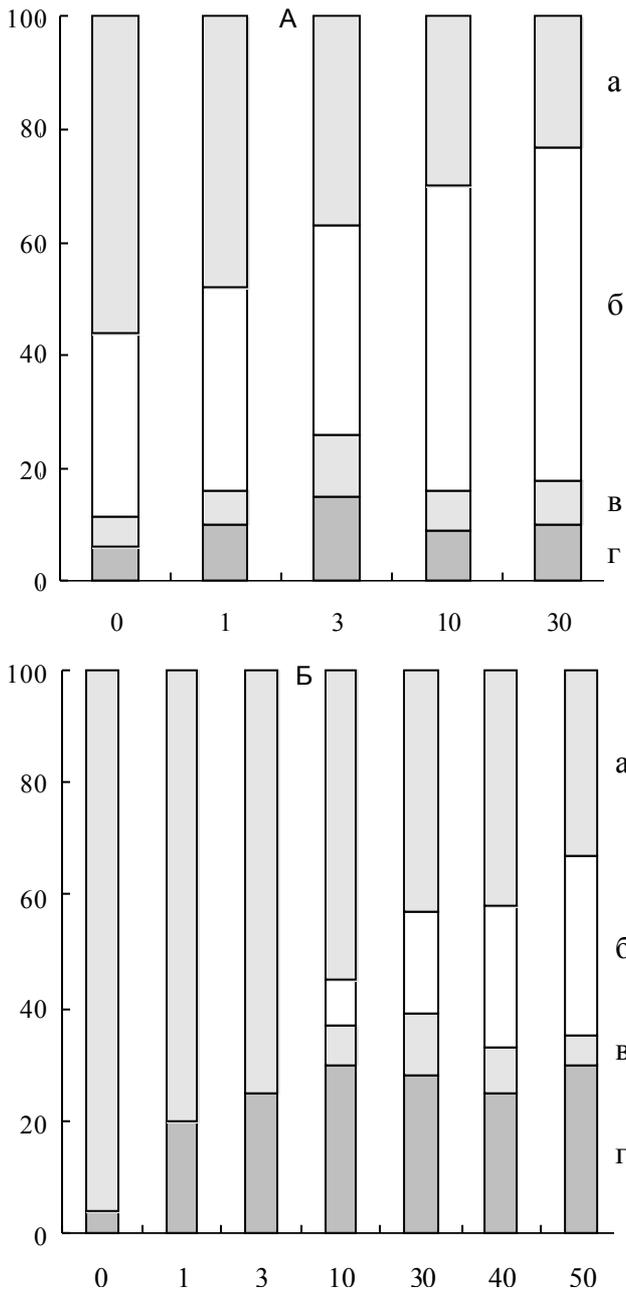


Рис. 1. Относительное содержание ¹⁴C (%) в листьях материнской розетки (а), столонах (б), соцветиях (в) и корнях (г) световых растений *Ajuga reptans* после ассимиляции ими CO₂ (А) в фазу цветения (18 июня 1996 г.) и молодыми растениями (Б), не сформировавшими ползучих побегов (24 июля 1997 г.) в зависимости от времени после экспозиции (сут; по оси абсцисс).

Скорость поглощения CO₂ при радиации приспособления (Ф_{ирп}) составляла 40-45 % интенсивности при световом насыщении. Скорость дыхания листьев была равна соответственно 2.0 и 1.5 мгСО₂/(г·ч), а столонов и корней варьировала в пределах 0.8-1.2 мгСО₂/(г·ч).

На основе данных по СО₂-газообмену было проведено количественное определение составляющих углеродного баланса растений. Расчеты показали (табл. 3), что в процессе фотосинтеза в теневые и световые растения за сутки поступало соответственно 0.03 и 0.67 г субстрата. При этом на дыхание растения из леса использовали 48 %, а с освещенной делянки – почти 70 % ассимилятов. Абсолютные затраты дыхательно-го субстрата в листьях, столонах и корнях световых

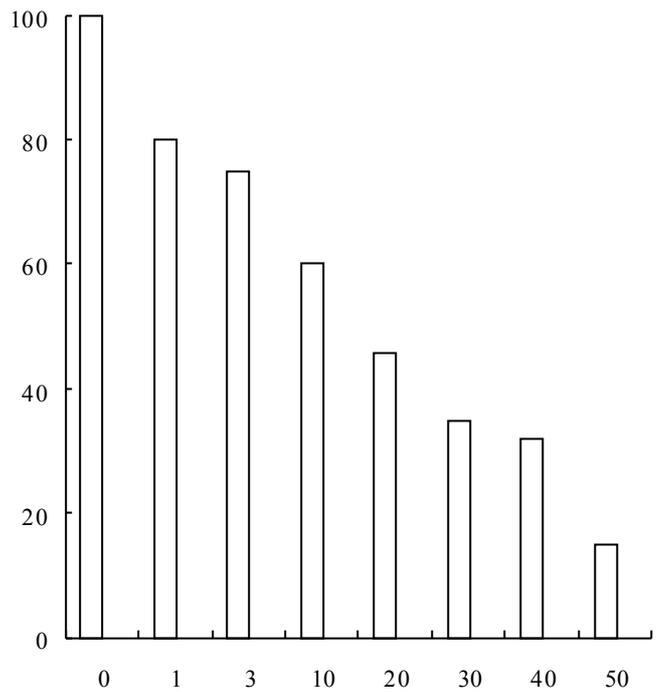


Рис. 2. Относительное содержание ¹⁴C (% первоначально ассимилированного СО₂; по оси ординат) в световых растениях *Ajuga reptans* в зависимости от времени после экспозиции (сут; по оси абсцисс).

растений были на порядок выше, чем у теневых. При довольно близких значениях скорости нетто-ассимиляции растения вдвое отличались по величине относительной скорости роста, причем теневые растения превышали по этому показателю световые.

Итак, в опытах с *Ajuga reptans* нами установлено, что световой фактор играет важную роль в формировании донорно-акцепторной системы растений. В природных местообитаниях под пологом леса формируется экотип, стратегия которого нацелена на инвестирование ассимилированного углерода в листовую поверхность, обеспечивающую поступление субстрата в растение при дефиците света (5 % полной освещенности). Об этом свидетельствуют данные об относительной и удельной площади листьев (табл. 1). Такая стратегия

Таблица 3
Показатели роста и баланс сухой массы растений *Ajuga reptans*, произрастающих в разных световых условиях, июль 1996 г. (n = 20)

Показатель	Условия произрастания	
	лес	делянка
Продуктивность видимого фотосинтеза, РР _n , г/(растение·сутки)	0.0240 ± 0.0001	0.44 ± 0.01*
Затраты на дыхание, R, г/(растение·сутки)	0.0150 ± 0.0002	0.45 ± 0.01*
Гроссфотосинтез, Р _g , г/(растение·сутки)	0.0310 ± 0.0002	0.67 ± 0.01*
Скорость нетто-ассимиляции, NAR, г/(дм ² ·сутки)	0.005 ± 0.001	0.006 ± 0.002
Относительная скорость роста, RGR, г/(г·сутки)	0.012 ± 0.001	0.006 ± 0.002*
R/P _g	0.480 ± 0.001	0.670 ± 0.005*

* Различия между вариантами достоверны при p ≤ 0.05.

неизбежно приводит к ограниченному образованию вегетативных ползучих побегов. Число столонов у затененных растений в лесу было в семь раз меньше, а их относительная масса (доля в общей биомассе) – вдвое ниже, чем у световых растений на делянке.

Хорошо освещенные растения на делянке ассимилировали больше углерода (табл. 3), хотя и имели вдвое меньшие относительную и удельную площади листьев (табл. 1). Скорость видимого фотосинтеза более толстых, с развитой палисадной тканью листовых пластинок световых растений была в среднем на 25 % выше по сравнению с теневыми [7]. Растения инвестировали дополнительный углерод на формирование многочисленных ползучих побегов, образующих затем систему парциальных кустов. У световых растений интенсивно развивались не только верхушечные почки, но и все почки междоузлий ползучего побега, что не характерно для растений из естественных местообитаний [11, 12]. В дальнейшем отделение молодых укоренившихся розеток в результате разрушения плагиотропной части надземного столона приводило к образованию парциальных побегов (рамет), которые представляли собой розеточный укороченный побег с двумя-тремя парами листьев. Формирование побегов в сильной степени зависело от ассимилятов, поступающих из донорных листьев материнской розетки.

Данные, полученные с использованием $^{14}\text{CO}_2$, показали, что запасенный в листьях материнской розетки углерод интенсивно включался в биомассу ползучих побегов. ^{14}C транспортировался по столону и использовался при формировании дочерних розеток. Важно отметить, что даже молодые розетки, еще не имеющие ползучих побегов, депонировали углерод для их формирования (рис. 16). По числу образованных вегетативных ползучих побегов культивируемые на делянке растения *Ajuga reptans* превосходили не только растения из природных местообитаний на северной границе ареала (подзона средней тайги), но и растения, произрастающие в центре ареала в широколиственных лесах средней полосы России.

Можно полагать, что у морфофизиологических типов растений, подобных *Ajuga reptans*, наряду с трофической регуляцией, особое значение приобретает сигнальная роль света. Под пологом леса, где соотношение красный/дальний красный свет сдвинуто в сторону ДКС [15], спектральный состав света, по-видимому, контролирует заложение почек, формирующих ползучие побеги вегетативного происхождения.

На начальных этапах роста ползучие побеги и дочерние раметы акцептируют значительную часть ассимилятов из донорных листьев материнской особи. Поэтому формирование значительного числа ползучих побегов у хорошо освещенных растений, получающих свет, обогащенный красными лучами, создает существенную нагрузку на фотосинтетический аппарат путем запроса на ассимиляты.

Таким образом, полученные данные позволяют заключить, что формирование определенной системы ДАО, как способа реализации жизненной стратегии и механизма координации функциональной целостности растительного организма, находится под световым контролем. Свет контролирует не только собственно

процесс фотосинтеза (донорная функция), но и морфофизиологические параметры растений с определенной иерархической структурой акцепторов.

В заключение отметим, что экофизиологические исследования создают необходимую базу для понимания механизмов взаимодействия растений со средой и выявления комплексных эффектов света в их жизнедеятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головки Т.К. Дыхание в донорно-акцепторной системе растений // Физиол. растений, 1998. Т. 45. С. 632-640.
2. Головки Т.К. Дыхание в донорно-акцепторной системе растений: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1993. 35 с.
3. Головки Т.К., Гармаш Е.В. CO_2 -газообмен и рост *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Pjlin в условиях подзоны средней тайги европейского Северо-Востока. 2. Соотношение фотосинтеза и дыхания как показатель продуктивности и адаптивных реакций растений // Физиол. растений, 1997. Т. 44, № 6. С. 864-872.
4. Головки Т.К., Дымова О.В., Пыстина Н.В. Адаптогенез фотосинтетического аппарата теневыносливых растений // Вестн. Нижегородского ун-та, 2001. Сер. Биология. С. 77-79.
5. Головки Т.К., Пыстина Н.В. Альтернативный путь дыхания в листьях *Rhodiola rosea* L. и *Ajuga reptans* L.: возможная физиологическая роль // Физиол. растений, 2001. Т. 48, № 6. С. 846-853.
6. Головки Т.К., Табаленкова Г.Н. Использование ассимилятов для роста и дыхания в растениях *Lolium multiflorum* Lam. // Физиол. растений, 1994. Т. 41, № 5. С. 713-719.
7. Дымова О.В., Головки Т.К. Адаптация к свету фотосинтетического аппарата теневыносливых растений (на примере *Ajuga reptans* L.) // Физиол. растений, 1998. Т. 45, № 4. С. 521-528.
8. Дымова О.В., Головки Т.К. Морфофизиологические аспекты вегетативного размножения *Ajuga reptans* L. // Репродуктивная биология растений на европейском Северо-Востоке. Сыктывкар, 1998. С. 72-83. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 158).
9. Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растениях. М.: Наука, 1976. 646 с.
10. Мокроносков А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма. М.: Наука, 1983. 64 с.
11. Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. М.: Наука, 1987. 207 с.
12. Тетерюк Л.В., Дымова О.В., Головки Т.К. Морфофизиологические и популяционные адаптации *Ajuga reptans* L. на северной границе ареала // Экология, 2001. № 3. С. 209-215.
13. Lambers H., Chapin F.S., Pons T.L. Plant Physiological Ecology. N.-Y: Springer-Verlag, 1998. 540 p.
14. Ryle G.J.H., Cobby J.M., Powell C.E. Synthetic and maintenance respiratory losses of $^{14}\text{CO}_2$ in unicultum barley and maize // Ann. Bot. (London), 1976. Vol. 40, № 167. P. 571-586.
15. Tang Y. Light // Plant Ecophysiology / Ed. M.N.V. Prasad. N.-Y., 1996. P. 3-40. ❖

СОСТОЯНИЕ КОРЕННЫХ ЕЛЬНИКОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА



К.Б.Н. В. Тужилкина
 с.н.с. отдела лесобиологических
 проблем Севера
 E-mail: tuzhilkina@ib.komisc.ru,
 тел.: (8212) 24 50 03

Научные интересы: *экология таежных экосистем, экологическая физиология древесных растений*



С. Макаров
 инженер отдела экосистемного анализа
 и ГИС-технологий
 E-mail: makarov@ib.komisc.ru,
 тел.(8212) 24 52 98

Научные интересы: *дистанционное зондирование, геоботаника*

На Крайнем Севере исключительно велика роль притундровых лесов, редколесий и редин, выполняющих важнейшие природоохранные функции. Территория северной части Республики Коми и Архангельской области относится к восточно-европейской притундровой лесорастительной области и Печорской провинции, занимающей северную окраину Русской равнины [6]. На северном пределе округа произрастают отдельные искривленные и угнетенные деревья. Далее к югу древесная растительность образует группы и лесные острова, которые переходят в редколесья и редкостойные леса. В составе лесных насаждений – ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), береза пушистая (*Betula pubescens*) и береза извилистая (*Betula tortuosa* Ledeb.). Встречается лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb., Fl. Alt.) и осина (*Populus tremula* L.). Тундровые элементы флоры преобладают над лесными. В рединах и редколесьях господствует смесь светлюбивых лишайников, кустарников, мхов и кустарничков. В северной лесотундре островками лесной растительности представлены елово-березовыми сильно угнетенными древостоями на дренированных склонах и в долинах рек. Высота деревьев 5-7 м, бонитет Va-Vб. Деревья искривлены, много сухостойных и фаутовых деревьев. В напочвенном покрове значительную роль играют лишайники. В южной лесотундре леса размещены островками из ели сибирской и березы извилистой. Высота деревьев – 8-10 м, сомкнутость 0.1-0.3, бонитет ниже Va. Нижние ярусы представлены комплексом тундровых и лесных группировок.

Велика заболоченность территории. Господствуют сфагновые и гипновые болота. Распространены также болота бугристого типа. Широко представлены ерники, кустарниковые и моховые тундры, встречаются и лишайниковые.

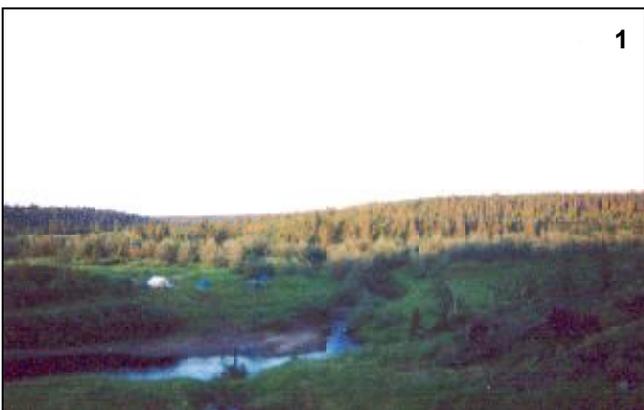
На территории крайнего северной тайги господствуют еловые и елово-березовые леса с березой пушистой, реже извилистой или их гибридными формами. Уменьшается доля безлесных, тундроподобных группировок, занимающих не более 25 %. Заболоченность высокая, встречаются бугристые болота. Тундровые формации представлены зарослями низкорослых ив и берез. Еловые леса обычны на междуречьях, в долинах рек, на склонах. Господствуют долгомошные, сфагновые, зеленомошные леса. Сосняки располагаются небольшими массивами, предпочитают песчаные террасы и сфагновые болота. Березовые леса в основном появляются в результате смешных хвойных после рубок и пожаров. Лиственничники формируют как чистые насаждения, так и произрастают вместе с сосной, реже с березой и елью.

Защитные притундровые леса в Республике Коми и Архангельской области занимают площадь около 14 млн. га [8]. На долю лесопокрываемой площади государственного лесного фонда приходится всего лишь 48 %. Непокрываемая лесом площадь представлена болотами (27.3 %), тундрами (21.4 %), рединами (0.7 %) общей территории [6]. Следует отметить, что лесами на почвах с постоянным избыточным увлажнением занято более половины покрываемой лесом площади. По общему характеру природных условий и растительности восточно-европейскую лесорастительную область следует от-

носить к тундрово-болотно-лесной с низкопродуктивными, спелыми, преимущественно еловыми лесами. На долю ельников здесь приходится около 70 % покрываемой лесом площади [8].

Лесная растительность на мусорах вдоль р. Сандивей и руч. Мусюршор на территории Ненецкого автономного округа (НАО) представлена разреженными еловыми и елово-березовыми лесами, располагающимися островками, которые чередуются с лишайниковыми тундрами и полосами редколесий (фото 1, 2).

Насаждения этого района относятся к притундровым лесам НАО, которые по целевому назначению отнесены к категории климатозащитных – лесам I группы. Ведение хозяйства в этих лесах ориентировано на сохранение и расширение полезных прижизненных свойств леса, что в свою очередь имеет большое практическое значение и играет важную роль для сохранения биоразнообразия. Редколесья, расположенные полосами вдоль р. Сандивей и руч. Мусюршор, играют немаловажную роль в растительном покрове притундровой полосы. Как и собственно леса, они выполняют разнообразные защитные, средообразующие и средостабилизирующие функции. Следует отметить, что еловые фитоценозы НАО составляют 83 % лесопокрываемой площади [5]. Характерной чертой ельников Крайнего Севера является резкое преобладание спелых и перестойных древостоев. Леса еловой формации чаще представлены древостоями с высотой 0.4-0.6. Продуктивность насаждений низкая, что связано с суровыми климатическими (недостаток тепла) и плохими почвенно-грунтовыми условиями. Средний класс бонитета V, 2.9. Это наи-



более низкий показатель лесорастительной области. Средний запас древесины на 1 га покрытой лесом площади составляет 56 м³, прирост древесной массы – 0.5 м³ га в год [6]. Общие запасы фитомассы составляют 42-80, а надземной части древостоев – 19-40 т/га а. с. в. [5]. Существенное значение в составе биомассы имеет напочвенный покров (4.4-7.5 т/га) и значительное количество неразложившегося органического вещества в виде подстилки (36-50 т/га). Развитый напочвенный покров и мощная подстилка препятствуют интенсивному прогреванию почвы, что в свою очередь, неблагоприятно сказывается на жизнедеятельности древесных растений и является основной причиной низкой продуктивности притундровых лесов. Кроме того, в ельниках наблюдается увеличение относительной доли подземной части, а также отмерших, но удерживающихся на дереве в ветвей и эпифитных лишайников [5].

Если в среднетаежных ельниках черничного типа время максимального текущего прироста а наступает в 50-80 лет, то в притундровых лесах он наблюдается в возрасте 90-120 лет. Поэтому период кульминации среднего прироста притундровых ельников перемещается на 130-140 лет. Максимальный средний прирост ели по диаметру наблюдается у шейки корня. На высоте 1.3 м величина его уменьшается почти в 1.5-2.0 раза. В результате формируются сбежистые стволы. И так, рост деревьев замедлен. Это объясняется как ухудшением лесорастительных условий, так и климатическими условиями. Наблюдается обмерзание верхушечных побегов, что ведет к образованию многовершинности и кривизны стволов (фото 3). Это, в свою очередь, ухудшает товарность древесины: преобладают мелкие и средних размеров сортименты. Наблюдается поражение гнилями, обычна суховершинность, наклон в олокон, морозобойные трещины, крень.

Типологический состав и структурные особенности еловых лесов Крайнего Севера определяют неблагоприятными условиями обитания, вызывающими ослабление эдификаторной роли леса. Преобладают следующие типы леса: черничный – 39, долгомшный – 30, сфагновый – 17 % площади формации [8]. На остальные, менее распространенные типы (зеленомшные, травяные, травяно-сфагновые, лишайниковые, кустарничковые) приходится 14%. Маршрутные исследования, проведенные нами в притундровых лесах и редколесьях НАО (Мусюршор-Сандивейс-

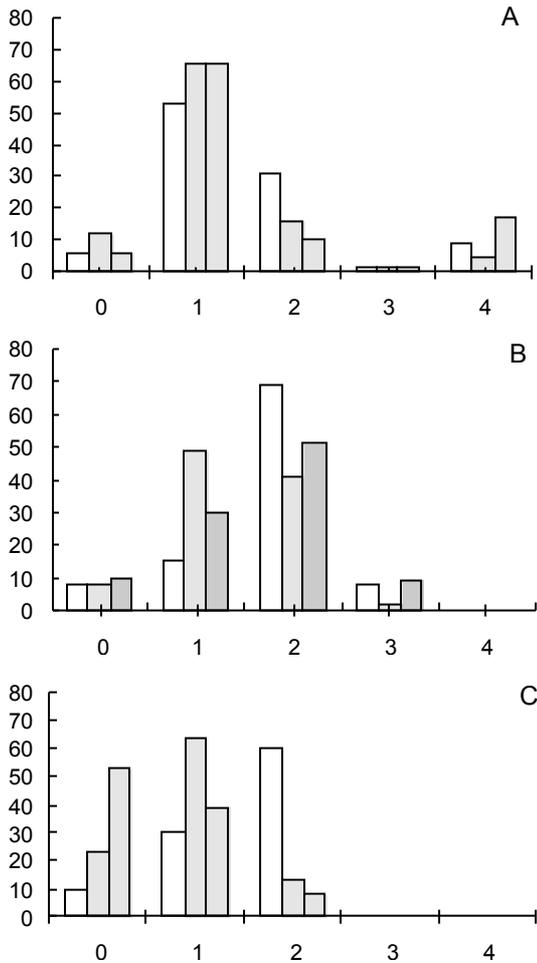
ком участке) показали, что наибольший удельный вес имеют спелые и перестойные древостои зеленомошного, сфагнового и травяно-сфагнового типов леса, которые и были нами исследованы (фото 4). Нами были заложены три временные пробные площади размером 0.12 га, на которых провели геоботанические и таксационные исследования согласно общепринятым методикам [2, 3]. Жизненное состояние в сех деревьев определяли по [9]. Оценку в баллах (от 0 до 3) степени дехромации хвои и дефолиации крон, количество сухих сучьев в кроне, учет состояния вершины (живая, поврежденная, усыхающая, сухая) проводили по единой шкале. Оценив каждое дерево по комплексу вышеуказанных параметров, относили его к определенному классу повреждения: 0 класс – здоровые, 1 класс – слабо-, 2 класс – средне-, 3 класс – сильноповрежденные, 4 класс – сухие деревья.

Для оценки жизненного состояния еловых фитоценозов рассчитывали индекс их поврежденности согласно формуле [1] средневзвешенного класса повреждения деревьев, составляющих древостой. По величине индекса поврежденности древостой классифицировали на следующие категории: «здро-

вый древостой» (индекс 0-0.5), «ослабленный древостой» (1.6-2.5), «отмирающий древостой» (2.6-3.5) и «сухостой» (>3.6).

Ельник травяно-сфагновый, ПП 1, находится на границе тундры у окраины небольшого болота, занимает нижнюю часть пологого склона. Микрорельеф (кочки) хорошо выражен, часть поверхности покрыта водой. Древостой представлен елью сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и березой пушистой (*Betula pubescens* Roth). Состав древостоя: 9Е1Б, класс бонитета Vб, запас стволовой древесины 53 м³/га, разновозрастный (III-VIII класс в возраст а). Распределение деревьев в насаждении неравномерное, полнота древостой 0.7. Подрост жизнеспособный состоит из ели (406 экз./га) и березы (2490 экз./га) высотой от 0.5 до 2 м, развит плохо в связи с переувлажнением местообитания. Подлесок состоит из ив: серо-голубой (*Salix glaucata*), шерстистой (*Salix lanata*), филиколистной (*Salix filicifolia*), березы карликовой (*Betula nana*), можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsa), жимолости (*Lonicera pallasi*). Травяно-кустарничковый ярус с проективным покрытием в 70 % флористически насыщен 17 видами и в вертикальном направлении расчленяется на два подъяруса. Первый подъярус (высота до 30 см) образуют: таволга (*Filipendula ulmaria*), голубика (*Vaccinium uliginosum*), хвощ болотный (*Egusetum palustre*), вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata* L.), сабельник болотный (*Comarum palustre*), иван-чай (*Chamaenerion angustifolium* L.). Второй подъярус (высота 10 см и ниже) формируют: черника (*Vaccinium myrtillus* L.), брусника (*Vaccinium vitis idaea* L.), мытник (*Pedicularis palustris* L.), герань лесная (*Geranium sylvaticum*), герань Крылова (*Geranium krylovii*), седмичник (*Trifentalis europaea* L.). Моховой ярус с проективным покрытием 70 % образуют сфагновые мхи (*Sphagnum girgensohnii*, *S. magellanicum*), в их покрове встречаются и болотные мхи из рода *Mnium*, зеленые мхи (*Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*) занимают основания деревьев. Состояние этого насаждения удовлетворительное, преобладают поврежденные деревья, отмечается суховершинность, наличие сухих ветвей в верхней части кроны. Здоровых экземпляров ели мало (6 % от общего количества деревьев). Отмечается дефолиация и дехромация хвои. У большинства елей потеря хвои и пожелтение ее в кроне дерева составляет 40 % (см. рисунок). Состояние березы в этом фитоценозе лучше, чем ели, количество здоровых деревьев





Оценка деревьев (% всех деревьев; по оси ординат) по степени повреждения (А), дефолиации (В) и дехромации (С) на первой (□), второй (▒) и третьей (■) пробных площадках.

составляет 42 % их общего количества.

Ельник черничный влажный, ПП 2, занимает среднюю часть пологого склона. Древесный ярус состоит из ели и березы, имеет состав 9Е1Б. Ель выполняет эдифицирующую роль, представлена несколькими возрастными генерациями (IV-VIII класса возраста). Высота деревьев 4-7 м, диаметр 4-10 см. Древостой с численностью деревьев (1789 экз./га) имеет класс бонитета Vб, запас стволовой древесины 46.99 м³/га. Подрост в основном из ели и представлен разными возрастными генерациями (20-80 лет), высота от 0.3 до 2.0 м, 1487 экз./га. Состояние удовлетворительное. Подлесок

состоит из березы карликовой (3 тыс. экз./га) и из ивы (шерстистой и серо-голубой, 700 экз./га). Травяно-кустарничковый ярус с проективным покрытием 40-50% представлен черникой, голубикой, багульниковом (*Ledum palustre* L.), вороникой гермафродитной (*Empetrum hermaphroditum*), брусникой, морошкой (*Rubus chamaemorus*), хвощем лесным. Моховой ярус практически сплошной и образован из *Pleuroziumschreberi*, *Hylocomium splendens* с примесью *Polytrichum commune*. Лишайники представлены *Cladonia sibirica*, *C. borealis*, *C. splendens* в виде отдельных пятен. В насаждении здоровых деревьев мало. Практически все деревья ели повреждены (см. таблицу). Наблюдается дефолиация и дехромация хвои (см. рисунок). У более половины деревьев дефолиация составляет 30 % и лишь у 8 % она отсутствует. У большинства деревьев отмечается дехромация хвои на 11-25 %.

Ельник сфагновый, ПП 3, приурочен к пониженной равнине. Древесный ярус состоит в основном из ели с примесью березы, разновозрастный (III-VIII класса возраста), его основу составляют деревья 70-90 лет. Древостой разреженный, угнетенный, Vб класса бонитета и продуцирует всего лишь 27.66 м³/га стволовой древесины. Сомкнутость крон неравномерная, имеются прогалы. Подрост представлен елью (606 экз./га), встречается береза. На усыхающей и сухой подрост приходится 21 %. Подлесок состоит из березы карликовой, проективное покрытие которой составляет 50-60 % и одиночных кустов ивы шерстистой и жимолости. Травяно-кустарничковый ярус с проективным покрытием 50-60 % представлен голубикой, брусникой, морошкой, хвощем лесным. Моховой ярус сплошной и образован сфагновыми мхами, по микроповышениям у основания

стволов встречаются зеленые мхи. В отличие от еловых фитоценозов травяно-сфагнового и зеленомошного типов, ельник сфагнового типа заметно отличается по состоянию. Здоровых деревьев практически нет. Преобладают сухостойные деревья, на долю которых приходится 17 % общего количества деревьев. Наблюдается сухость вершины и раздвоенность вершины деревьев. Более половины относятся к I классу поврежденности. Наблюдаются дефолиация и дехромация ассимиляционного аппарата в кроне дерева. Дефолиация составляет 30-40 %, дехромация лишь 15-20 % (см. рисунок).

Результаты обследования жизненного состояния коренных ельников лесотундры показали, что, несмотря на отсутствие антропогенного воздействия, еловые фитоценозы имеют определенную степень повреждения. Высота деревьев 5-7 м, бонитет Vб, имеется сухостой, на долю которого приходится от 6 до 17 % общего количества экземпляров. В ельниках наблюдается усыхание верхушечного побега. Число сухостойных елей достигает 11 %. Причем наибольший процент сухостоя и деревьев с сухими вершинами наблюдается в сфагновом типе леса. Величина индекса повреждения древостоев исследуемых ельников: травяно-сфагновых, черничных и сфагновых составляют соответственно 1.5, 1.4 и 1.6 (см. таблицу). Еловые фитоценозы черничного и травяно-сфагнового типов по поврежденности древостоев не отличаются друг от друга и характеризуются как ослабленные, а еловое насаждение сфагнового типа – сильно ослабленное. Это вызвано суровыми климатическим и неблагоприятными почвенно-гидрологическими условиями на Севере. Важно отметить, что в настоящее время на европейском Севере идет интенсивное освоение месторождений нефти и негативные последствия, связанные с добычей и транспортировкой нефти, принимают на себя такие комплексы, как лесные массивы притундровой полосы, которые являются наиболее уязвимыми и трудно восстанавливаемыми природными комплексами. В связи с этим проведенные исследования жизненного состояния коренных ельников лесотундры позволяют отнести их к фоновому району и использовать эти лесные фитоценозы при мониторинге лесов, произрастающих в условиях техногенного загрязнения территории.

Распределение деревьев по классам повреждения (% общего количества) и индекс жизненного состояния еловых древостоев

Номер пробной площади	Тип леса	Состав древостоя	Вид	Класс повреждения дерева					Индекс состояния древостоя
				0	1	2	3	4	
1	Травяно-сфагновый	8Е2Б	Е	6	53	31	1	9	1.5
2	Черничный	9Е1Б	Е	12	65	16	2	5	1.4
3	Сфагновый	10Е+Б	Е	6	65	10	2	17	1.6

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А.С. Мониторинг лесных экосистем. СПб., 1997. 116 с.
2. Анучин Н.П. Лесная таксация. М.-Л., 1977. 530 с.

3. Захаров В.К. Лесная таксация. М., 1967. 406 с.

4. Леса Республики Коми / Под ред. Г.М. Козубова, А.И. Таскаева. М., 1999. 331 с.

5. Лесорастительные условия и продуктивность предтундровых лесов / В.Г. Чертовской, Ф.П. Елизаров, Б.А. Семе-

нов и др. // Экология таежных лесов. Архангельск, 1978. С. 32-41.

6. Притундровые леса европейской части России (природа и ведение хозяйства) / Б.А. Семенов, В.Ф. Цветков, Г.А. Чибисов и др. Архангельск, 1998. 332 с.

7. Рысин Л.П., Савельева Л.И. Ело-вые леса России. М.: Наука, 2002. 309 с.

8. Ярославцев С.В. Структура и продуктивность ельников Крайнего Севера // Проблемы лесовыращивания на европейском Севере. Архангельск, 1999. С. 91-94.

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



ВЛИЯНИЕ ИНОКОСТЕРОНА НА АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ В ТКАНЯХ МЫШЕЙ

к.б.н. Л. Пчеленко

с.н.с. лаборатории биохимии и биотехнологии растений
E-mail: volodin@ib.komisc.ru, тел.: (8212) 24 01 63

Научные интересы: *растительные адаптогены, физиология человека*

Инокостерон (In) входит в состав суммы экидистероидов (ES), выделенной из серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.), и представляет собой второй по количеству мажорный фитоэкидистероид, обладающий специфической анаболической активностью. Было обнаружено, что In из серпухи в суммарной дозе 10 мг/кг значительно повышает прирост массы тела у белых беспородных мышей [1]. В нашей лаборатории установлено также, что 5-секундное погружение гусениц мельничной огневки в 1 %-ный раствор In из серпухи ускоряет метаморфоз гусениц на 30 % и приводит к срочному окукливанию 60 % гусениц. Остальные 40 % погибают уже через 20 ч после контакта кутикулы гусеницы с In [6]. Это согласуется с данными о влиянии зооинокостерона на метаморфоз насекомых [7]. Однако, сведений о биологической активности инокостерона у теплокровных крайне мало. В том числе не известно влияние In на антиоксидантную систему тканей человека и животных. Последнее не позволяет представить полную картину развития адаптивной активности фармакологически перспективной ES. В частности, непонятен характер (конкурентный или синергичный) взаимодействия с клеточными рецепторами основных экидистероидов ES: 20-гидроксиэкидизоном (20E) и In, которые соотносятся здесь как 80:11 % [5].

В последнее время наблюдается заметный рост интереса к фитоэкидистероидам в связи с их разносторонней биологической активностью и способностью комплексно усиливать общий тонус и жизнеспособность организма человека, проявляя защитные свойства адаптогенов. Наиболее изученным фитоэкидистероидом является 20E – биологически активное вещество, впервые идентифицированное как фитоадаптоген в 70-х годах прошлого века при изучении известного лекарственного растения левзеи сафлоровидной (*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin). Как известно, экидистероиды синтезируются растениями и насекомыми. У теплокровных животных и человека экидистероиды не синтезируются, но, введенные в организм извне в определенных дозах, вызывают целый ряд благоприятных реакций стимулирующего и защитного характера. В том числе: усиление биосинтеза белка, усиление антиоксидантных и иммунных свойств организма, по-

вышение физической и психической работоспособности, улучшение процессов внимания и памяти и т.д. Считается, что фитоэкидистероиды не токсичны. В настоящее время они входят в состав уже более чем ста новых биологически активных пищевых добавок (БАД), допуск которых на рынок, как известно, пока облегчен и не требует полной фармакологической экспертизы. Однако, так как эти соединения находятся в химическом родстве со стероидами и обладают кумулятивным действием, то, по-видимому, конечный эффект от их использования может варьировать. Действительно, известно, что адаптогенный эффект сильно зависит от возраста, пола и физиологического состояния организма. Поэтому актуальной остается оценка самостоятельной роли каждого фитоэкидистероида, включенного в состав БАД и определение допустимых доз этих соединений. В частности, во многих случаях в аннотациях к БАД говорится об их антиоксидантном действии, однако количественная характеристика антиоксидантной активности составляющих компонентов часто не приводится. В то же время хорошо известно, что эффективное применение антиоксидантов невозможно без точного знания антиоксидантной активности как отдельных компонентов, так и их смесей. При этом два антиоксиданта могут проявлять как синергические, так и антагонистические свойства в зависимости от их относительного количества в смеси. Существует зависимость между активностью антиоксидантных ферментов, в частности глутатионпероксидазы крови, и степенью адаптированности к повреждающим факторам среды. Известно, что пероксидазы входят в состав практически всех живых клеток, а суммарная ферментативная пероксидазная активность отражает степень общей антиоксидантной активности тканей в организме теплокровных. В настоящей работе была поставлена задача исследовать влияние инокостерона, выделенного из серпухи венценосной, на общую пероксидазную активность (ПА) крови и тканей молодых и старых лабораторных мышей двух видов.

Испытания проводились на мышцах-самцах, СВА и белых беспородных (БП). Всего исследовано 38 животных (по 7-10 мышей в группе) двух- и 12-месячного возраста. Опытным животным в течение 10 дней вво-

дился *per os* водный раствор чистого In в дозе 1 мг/кг. Другие опытные животные получали в той же дозе смесь (In+20E) в соотношении 1:1. Контрольная группа животных получала *per os* воду (плацебо). Одноразовый объем жидкости, вводимый животному через зонд, составлял 0.2 мл. У всех животных после декапитации под хлороформным наркозом забирали ткани и кровь и проводили фотометрическую оценку общей ПА проб цельной крови, костного мозга, взятого из бедренной кости, водных гомогенатов тканей печени, почек, сердца, большеберцовой и диафрагмальной мышц. Измерение ПА в пробах производили стандартным способом (метод Грехема-Кнюлля) в нашей модификации по фотометрической оценке «бензидиновой пробы», т.е. путем фотометрического измерения скорости окисления бензидина (за 3 мин) перекисью водорода в ацетатном буфере (25 °С, при длине волны 640 нм). В основе метода лежит способность гемопротеидов в присутствии пероксида катализировать окисление бензидина с образованием окрашенных продуктов [3]. Активность фермента выражали в мг·мин/мгHb, (приняв, что 1 единица ПА = 1 ед./мгHb). Параллельно производилась цитохимическая оценка активности пероксидазы в цитоплазме гранулоцитов [2]. Опытные животные подвергались нагрузке в тесте предельного плавания при температуре 30 °С в течение не менее 2.5 час. Часть животных плавала до утопления, часть выдержала тест и выжила. После плавания у животных немедленно забирали кровь и ткани и подвергали анализу. При статистической обработке результатов достоверность различий исследуемых параметров оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента.

Проведенные испытания показали, что чистый иннокостерон вызывал у мышей достоверное усиление суммарной пероксидазной активности в крови и тканях, кроме печени, что обнаруживалось непосредственно после введения иннокостерона (рис. 1). Напротив, смесь экидистероидов не проявила антиоксидантной активности у мышей обоих видов и почти не влияла на ПА в крови и тканях, кроме костного мозга. Усилению ПА крови и тканей соответствовало развитие анаболического эффекта с лаг-периодом 3 мес. после введения In молодым, но не старым животным (рис. 2).

Цитохимический анализ мазков крови и костного мозга подтвердил результаты фотометрического опре-

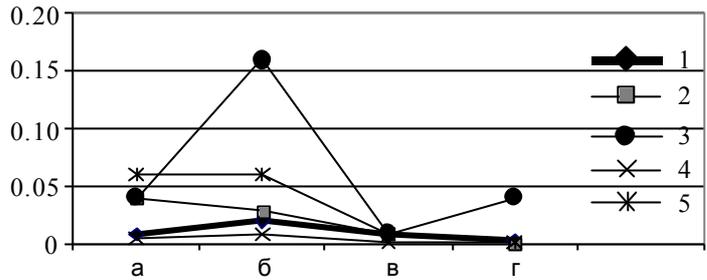


Рис. 2. Прирост массы тела (г/день; по оси ординат) молодых мышей СВА с четвертого по седьмой месяцы жизни (а-г) в контроле (1), после введения (10мг/кг) суммы экидистероидов (2; серпуха), иннокостерона (3), модельной композиции (In + 20E) в соотношении 1:1 (4) и 20-гидроксиэкидизона (5; левзея).

деления и In-стимуляции ПА. У молодых мышей (табл. 1), получивших суммарную дозу In 10 мг/кг, усилилась ПА в крови (на 53.0 %), в костном мозге (на 14.1 %), в скелетной мышце (на 32.6 %). Напротив, ПА печени значительно снижалась и была меньше контроля на 62.4 % (p < 0.01). Изменению суммарной ПА тканей и крови соответствовал сильный анаболический прирост массы тела (с 16.2 до 19.5 г) в последующий месяц (табл. 2). Напротив, у старых мышей СВА (12 мес) не была выявлена чувствительность фермента к иннокостерону: ПА крови повышалась не более чем на 14 %, ПА печени снижалась на 17 %. Одновременно с низкой чувствительностью к In и слабой активацией пероксидазы в тканях (кроме костного мозга) отсутствовал и анаболический эффект.

Наибольший прирост массы тела (рис. 2) показывают мыши, получившие в возрасте двух месяцев иннокостерон. Анаболический прирост отставлен во времени с лаг-периодом 2-3 мес. после введения In и максимум приходится на возраст в пять месяцев. Наименьший прирост массы тела показали мыши, получавшие модельную композицию In+20E (1:1).

Корреляционный анализ активности пероксидазы в различных тканях у всех исследованных групп животных показал, что существует обратная зависимость между ПА крови и ПА печени (r = -0,7, p < 0.05). Также обнаружено, что у мышей наблюдается тесная обратная зависимость между суммарной ПА сердца и массой тела: чем выше масса тела, тем ниже пероксидазная защита сердечной мышцы и, поэтому, вероятно, ниже выносливость животного к экстремальной физической нагрузке. Также было получено, что ПА крови и ПА костного мозга связаны довольно тесно (r = +0.56), что вполне ожидаемо. Анализируя изменения ПА в тканях и крови мышей

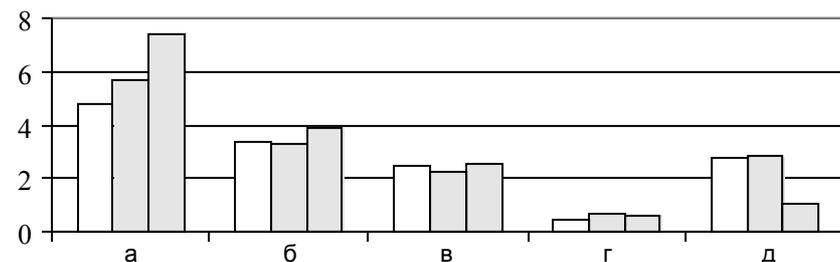


Рис. 1. Активность пероксидазы (ед./мгHb) в крови (а), костном мозге (б), сердце (в), мышцах (г) и печени (д) 2-месячных мышей СВА в контроле (□), после 2.5-часового плавания (▨) и после 10 доз (▩) иннокостерона (суммарная доза 10 мг/кг, *per os*).

СВА двух возрастов, построенные по результатам средних значений для мышей, получавших In или модельную композицию In+20E, а также у мышей после экстремального плавания без экидистероидов (рис. 3), интересно отметить, что у всех животных после плавания ПА печени повышена, а ПА крови – снижена. В целом, ткани молодых мышей СВА более чувствительны к иннокостерону, чем ткани старых животных, что подтверждает ранее полу-

Таблица 1

Активность пероксидазы (ед./мгНв) в крови и тканях у молодых мышей СВА в покое, после физической нагрузки плаванием и после введения *per os* In (10 мг/кг)

Группа животных	Кровь	Костный мозг	Печень	Сердце	Мышца	Плавание, мин	Масса тела, г
Покой, n = 7	4.86±0.33	3.40±0.25	2.77±0.21	2.46±0.20	0.49±0.09	—	16.2±1.7
Вьносливость, n = 6	5.49±0.41*	3.21±0.32	2.49±0.41	2.07±0.25	0.48±0.03	195±15	14.5±1.5
До утопления, n = 4	4.52±0.34	3.35±0.04	3.19±0.08*	2.67±0.36	0.85±0.20*	170±15	18.1±1.1
После In, n = 10 (10 мг/кг)	7.44±0.63**	3.88±0.20*	1.04±0.10**	2.58±0.38	0.65±0.10*	—	19.5±2.5

* p < 0.05
** p < 0.01

ченные нами результаты для нелинейных мышей [1].

Было также проведено сравнение антиоксидантного действия инокостерона у мышей разных видов (СВА и БП). Результаты показывают (рис. 4), что в целом In-стимуляция ферментативной пероксидазной активности у линейных мышей СВА несколько выше, чем у белых беспородных мышей. Кроме того, у БП не наблюдается тесной связи между ПА крови и ПА печени. Это может говорить о том, что линейные мыши СВА более чувствительны к инокостерону, чем беспородные животные.

Проведенное исследование антиоксидантной активности инокостерона из серпухи показало, что действие In в чистом виде и в композиции с 20E различно. Это обнаружено у мышей двух видов и, вероятно, отражает наличие определенной связи между In-стимуляцией пероксидазы в тканях и развитием анаболического эффекта. Модельная композиция (In+20E), имеющая соотношение компонентов 1:1, оказалась неэффективна и не вызвала ни усиления суммарной пероксидазной активности крови, ни анаболического эффекта. Более того, выносливость животных в тесте предельного плавания снизилась и была на 40 % меньше, чем в контроле. Это говорит о том, что не всякая комбинация экидистероидов может быть полезна. Так, физиологически активная субстанция ES – это естественная композиция, где In и 20E соотносятся как 1:7. Положительное эрготропное действие субстанции ES, приводящее к увеличению времени плавания у мышей до 5-6 часов, связано, вероятно, с синергичным взаимодействием молекул близкородственных экидистероидов In и 20E с мембранными рецепторами эффекторных клеток (скелетных мышц, сердца), усиливающих метаболические эффекты друг друга, и дающих в результате совместный высокий адаптогенный эффект [4]. Напротив, увеличение доли инокостерона в модельной композиции (In+20E) до соотношения 1:1 дало отрицательные эрготропный и ана-

болический эффекты на фоне низкой антиоксидантной активности крови и тканей. Это указывает вероятно на то, что молекулы In и 20E могут при определенных концентрациях конкурировать за одни участки на клеточных мембранах и в результате ингибиро-

Таблица 2

Динамика прироста массы тела Δm (г/день) у БП мышей с четвертого по седьмой месяцы жизни после введения *per os* 10 доз фитозкдистероидов в дозе 10 мг/кг

Группа	Возраст, мес			
	четыре	пять	шесть	семь
Вода, контроль	0.008±0.001	0.020±0.001	0.010±0.001	0.003±0.001
In:20E (1:7) ES, серпуха	0.040±0.001*	0.030±0.002	0.010±0.003	0.001±0.001
Инокостерон In, серпуха	0.040±0.001*	0.160±0.002**	0.010±0.002	0.04±0.002
Композиция In:20E (1:1)	0.006±0.002	0.02±0.003	0.002±0.001	0.002±0.001
20E, левзея	0.060±0.002*	0.060±0.001*	0.010±0.001	0.001±0.001

* p < 0.05
** p < 0.01

вать клеточную энергетику. По-видимому, можно предположить, что максимальное синергичное взаимодействие экидистероидов, дающее адаптогенный эффект, возможно в том случае, когда в смеси экидистероидов сильно доминирует 20E (как это имеется в естественной субстанции ES из серпухи или в «экидестене» из левзеи). Можно предположить, что сильное преобладание 20E над In в смеси экидистероидов необходимо для оптимальной активизации ферментных и биоэнергетических резервов клеток при экстремальной физической нагрузке. Преобладание 20E над In позволяет получить положительный суммарный результат, ко-

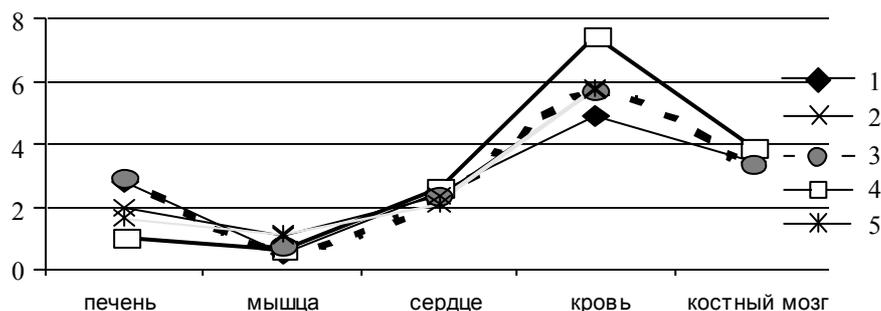


Рис. 3. Активность пероксидазы (ед./мгНв) в тканях контрольных мышей СВА в возрасте двух (1) и 12 мес. (2), после нагрузки плаванием (3) и после введения *per os* 10 доз (10 мг/кг) инокостерона (4) и модельной композиции (In + 20E) в соотношении 1:1 (5).

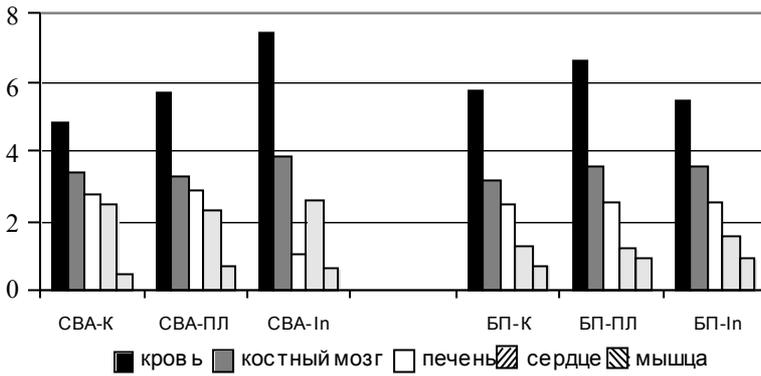


Рис. 4. Активность пероксидазы (ед./мгНв) в тканях линейных (СВА) и беспородных (БП) мышей-самцов в контроле (К), после введения инокостерона (In; 10 мг/кг) и после 3.5-часового плавания (ПЛ).

торый включает умеренные анаболический эффект и антиоксидантную защиту и адекватное повышение выносливости и работоспособности [4].

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что инокостерон стимулирует пероксидазную активность крови и тканей мышечной системы и таким образом усиливает антиоксидантную систему организма. In вызвал достоверное усиление пероксидазной активности в крови и тканях, кроме печени, что обнаруживалось непосредственно после введения 10 доз In (всего 10 мг/кг). Напротив, модельная композиция (In+20E) при соотношении компонентов 1:1 не проявила ни антиоксидантной, ни анаболической активности и уменьшила физическую работоспособность мышечной системы в тесте плавания.

Усилению пероксидазной активности крови и тканей молодых мышечных видов (линейных СВА и белых беспородных) под влиянием чистого In соответ-

ствовало развитие анаболического эффекта с лаг-периодом 2-3 мес. после введения In (10 мг/кг). Старые мыши менее чувствительны к антиоксидантному действию инокостерона, тогда как у молодых мышечных In повышает пероксидазную активность крови на 53 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лабораторные методы диагностики // Приложения к приказу МЗ РФ, 2000. № 64. 230 с.
2. Попов Т., Нейковская Л. Метод определения пероксидазной активности крови // Гигиена и санитария, 1971. № 10. С. 89-91.
3. Пчеленко Л.Д. Анаболический эффект 25S-инокостерона серпухи венценозной у белых лабораторных мышечных разного возраста // Вестн. Ин-та биол., 2003. № 65. С. 7-10.
4. Пчеленко Л.Д., Метелкина Л.Г., Володина С.О. Адаптогенный эффект экистероидсодержащей фракции *Serratula coronata* L. // Химия растит. сырья, 2002. № 1. С. 69-80.
5. Патент 213346, Россия, МКИ³ А 61 К 35/78. Способ получения экистероидов / В.В. Володин, С.О. Володина; Институт биологии Коми НЦ УрО РАН; № 99106351/14. Заявл. 29.03.99. Опубл. 27.07.2000. БИ № 21.
6. Уфимцев К.Г. Действие экистероидов растения *Serratula coronata* L. на развитие и поведение личинок некоторых видов насекомых-фитофагов: Автореф. ... дис. канд. биол. наук. Сыктывкар, 2004. 26 с.
7. Inokosteone, an insect metamorphosing substance from *Achyranthes fauriei*: absolute configuration and synthesis / H. Hikino, K. Mohri, Y. Hikino et al. // Tetrahedron., 1976. № 32. P. 3015-3021.



ПОГЛОЩЕНИЕ УРАНА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НИТРАТА УРАНИЛА И ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ГИДРОЛИЗНЫМ ЛИГНИНОМ ДРЕВЕСИНЫ

Н. Рачкова
 м.н.с. отдела радиозоологии
 тел.: (8212) 43 63 01

Научные интересы: миграция и трансформация состояния радионуклидов, сорбенты радионуклидов

Высокая эффективность сорбции на гидролизном лигнине ионов свинца, цинка, меди в публикациях последних лет отмечалась неоднократно. При этом недостаточно исследованными остаются свойства гидролизного лигнина как дезактивирующего материала, способного к прочному поглощению из водных сред тяжелых естественных радионуклидов. Между тем, ряд данных указывает на перспективность его использования в этом качестве. В частности, установлено [1], что гидролизный лигнин хвойных пород древесины способен практически полностью извлекать уран из растворов нитрата уранила с концентрацией 1·10⁻² г/л в широком диапазоне кислотно-щелочных условий. Высокая селективность сорбции лигнином

проверяющего близкие к урану и тории свойства [5], и исключительная стабильность хелатов урана с гумифицированными продуктами природного лигнина [6, 11] также косвенно свидетельствуют о свойствах лигниновых структур с указанными элементами. Представленные соображения в совокупности с доступностью сорбента и биогенетической близостью его дериватов к компонентам почвы являются, по нашему мнению, весомым аргументом в пользу необходимости детального исследования способности гидролизного лигнина к иммобилизации тяжелых естественных радионуклидов из водных сред различного состава, в том числе из почвенных растворов. В условиях растущего загрязнения биосферы радионуклидами при-

родного происхождения актуальность этих работ очевидна.

Настоящее исследование посвящено комплексной оценке способности гидролизного лигнина древесины лиственных пород к прочному поглощению урана из водных сред различного состава – модельных растворов нитрата уранила, различающихся по кислотности и концентрации радионуклида, и жидкой фазы загрязненной ураном сильноподзолистой суглинистой почвы. Для исследований была отобрана фракция гидролизного лигнина размером зерна 0.25-0.5 мм. По нашим данным, содержание лигнина Комарова в сорбенте составляет 82.5 % при зольности 6 %. Лабораторные сорбционные эксперименты проводили в статических условиях при ком-

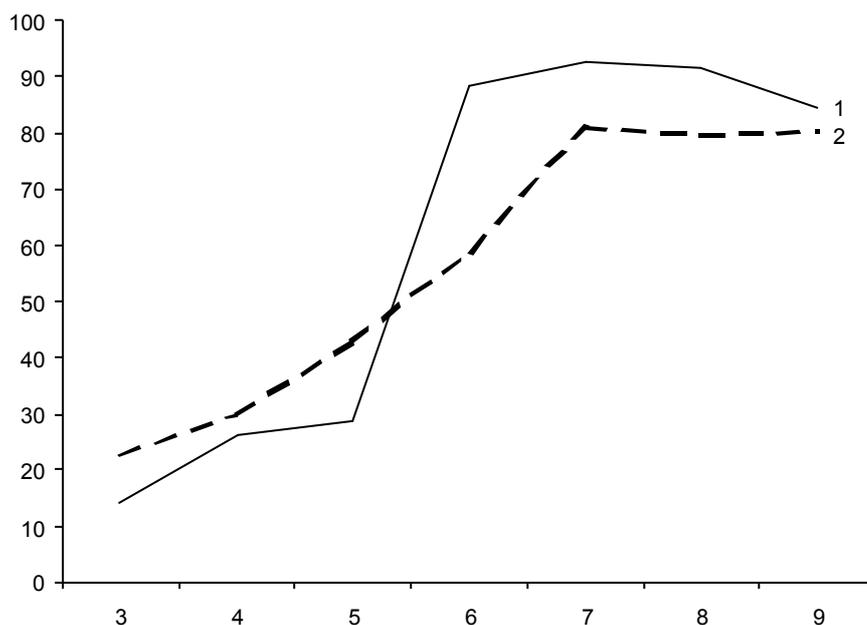
натной температуре. Необходимого уровня кислотности достигали путем подщелачивания исходных растворов концентрированным (13 моль/л) раствором гидроксида аммония. Измерение pH осуществляли на pH-метре Inolab pH Level 1 (изготовитель Wissenschaftlich – Technische Werkstätten GmbH, Германия). До приведения в контакт с жидкой фазой навески гидролизного лигнина распускали в дистиллированной воде в течение суток. Отбор фракций, а также указанную выше процедуру подготовки сорбента осуществляли для увеличения удельной поверхности и доступа к его активным центрам. После контакта с радиоактивными растворами гидролизный лигнин отделяли фильтрованием. В фильтрате определяли остаточную концентрацию радионуклида. По ее величине рассчитывали емкость сорбента, коэффициенты распределения и степени извлечения урана. Насыщение лигнина достигалось путем многократного повторения этапов сорбции. Полевые опыты проводили в трех километрах к юго-западу от г. Сыктывкар на экспериментальных делянках, характеризующихся различными уровнями загрязнения ураном пахотного слоя почвы. Гидролизный лигнин, помещенный в мешочки из влагонепроницаемого материала, заложили в центр загрязненных делянок под верхний 15-сантиметровый почвенный слой. Образцы сорбента отбирали спустя один и два года их контакта с почвой. К моменту закладки полевого опыта подавляющая часть радионуклида в почвенной твердой фазе была представлена малоподвижными кислоторастворимыми и фиксированными формами нахождения [9].

Содержание урана-238 в растворах и лигнине определяли люминесцентным методом [6], иона гидрокарбоната – методом обратного титрования [7]. Прочность поглощения оценивали по результатам измерения содержания радионуклида в вытяжках, полученных последовательной обработкой отделенного от жидкой фазы сорбента дистиллированной водой, 1М растворами ацетата аммония и соляной кислоты. Этот метод позволяет выделить из твердой фазы сорбента фракции химических соединений, относительно однородные по силе и механизмам поглощения радиоэлемента. ИК-спектроскопическое исследование насыщенных ураном препаратов гидролизного лигнина было выполнено на спектрофотометре SPECORD-M80 в области 400-4000 см⁻¹ в таблетках с бромидом калия. Количественный расчет относительных оптических плотностей проводили с применением метода базисной линии. За внутренний стандарт принимали полосу 1518 см⁻¹.

Эффективность поглощения химических элементов протоногенными материалами, в первую очередь, зависит от исходной концентрации ионов водорода в жидкой фазе. В сорбционной системе с участием гидролизного лигнина и тяжелых естественных радионуклидов эта зависимость будет осложнена, в первую очередь, гидролизом солей. Известно, что ионы UO₂²⁺ являются единственной формой существования радионуклида лишь в кислых растворах солей уранила, свободных от комплексообразующих лигандов. При более низкой кислотности в растворах сосуществуют сразу несколько равновесных физико-химических форм элемента – от ионнодисперсных гидролизанных форм до полимерных коллоидов [5]. В нейтральной и щелочной среде в присутствии карбонат-иона гидролиз конкурирует с образованием карбонатных комплексов уранила. В условиях, когда содержание углекислого газа в растворах превышает n·10⁻³ моль/л, координация UO₂²⁺ с карбонат-ионом доминирует над его связыванием в гидроксокомплексы [4]. Следующим обстоятельством, способным осложнить поглощение радионуклидов гидролизным лигнином, является комплексообразование, обусловленное неизбежным присутствием в системе таких комплексообразующих агентов, как фульвиновые и гуминовые кислоты. Согласно В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [8], относительное содержание этих веществ в общей массе лигнина довольно велико. Достаточно сказать, что на их долю приходится одна пятая часть углерода, содержащегося в лигнине. В этом отношении процессы, протекающие в исследуемой сорбционной системе, способны

моделировать поглощение радионуклида из природных растворов, содержащих растворенные гумусовые кислоты.

Как свидетельствуют результаты экспериментов, из нейтральных и щелочных растворов нитрата уранила с концентрацией урана 1.23 и 0.123 Бк/мл в фазу сорбента было извлечено от 59 до 93 % радионуклида (см. рисунок). В кислых средах с pH ≤ 5 степени извлечения урана не превышали 29 %, что обусловлено, как мы полагаем, подавлением диссоциации функциональных групп лигнина и катионного обмена уранила и его гидролизанных форм с ионом водорода. Вероятно, именно поэтому доля обменнопоглощенного радионуклида, оцениваемая по его содержанию в ацетатно-аммонийной вытяжке, составляет в этих условиях крайне незначительную величину (табл. 1). Уместно также предположить, что низкая степень извлечения урана, обнаруженная при высоких кислотностях, связана с депрессирующим влиянием фульвокислот, исходно содержащихся в составе лигнина и вытесненных из него в жидкую фазу под воздействием сильноокислых растворов нитрата уранила. Комплексообразование фульвиновых кислот с ураном в этих средах еще слабо [10] и не может ингибировать сорбцию радионуклида на лигнине. Однако вполне возможно в торичное поверхностное поглощение матрицей сорбента самих фульвокислот [3]. В указанной среде они мало агрегированы и способны плотно упаковываться на поверхности сорбента. Обусловленное этим экранирование сорбционных центров лигнина может существенно снизить эффективность концентрирования урана.



Влияние pH (по оси абсцисс) исходных растворов нитрата уранила на степень извлечения (%) урана гидролизным лигнином при исходной концентрации урана 123.0 · 10⁻² (1) и 12.3 · 10⁻² (2) Бк/мл.

Влияние кислотно-щелочных условий на прочность поглощения гидролизным лигнином урана из водных растворов нитрата уранила $UO_2(NO_3)_2$ (соотношение фаз 1:20) при концентрации урана до сорбции $12.3 \cdot 10^{-2}$ (верхняя строка) и $123.0 \cdot 10^{-2}$ (нижняя строка) Бк/мл

рН исходного раствора	Концентрация урана в растворе после сорбции, $\cdot 10^{-2}$ Бк/мл	Сорбировано урана, Бк/г сорбента	Коэффициент распределения, мл/г	Десорбировано урана, % сорбированного количества			Фиксировано урана, % сорбированного количества
				дистиллированной водой	1М NH_4COOCH_3	1М HCl	
3	10.95±0.12	0.55±0.01	5.10±0.01	38.40±0.40	18.20±0.47	44.53±0.44	не обнаружено То же
	120.54±0.00	3.51±0.01	2.91±0.01	64.33±0.63	3.78±0.02	31.92±0.63	
4	9.84±0.24	0.74±0.04	7.49±0.45	19.78±1.58	16.51±1.41	44.24±0.63	19.48±3.61 15.00±1.20
	104.55±8.61	6.42±1.40	6.31±1.83	46.93±13.47	3.30±0.05	34.86±1.51	
5	7.99±0.62	1.06±0.11	13.29±2.15	15.09±2.03	10.94±0.16	42.63±4.72	31.35±5.8 10.75±5.14
	100.86±6.15	7.06±0.11	7.05±0.16	29.81±1.74	6.00±0.05	53.44±3.35	
6	5.78±0.49	1.45±0.09	25.38±3.65	7.27±1.50	7.18±0.77	46.98±1.27	38.56±3.55 33.52±4.58
	15.99±2.46	21.81±0.43	140.12±24.25	1.26±0.02	13.88±1.66	51.34±2.91	
7	2.71±0.12	1.99±0.02	73.62±4.14	1.98±0.02	7.81±0.76	47.65±2.55	42.71±1.92 31.12±3.23
	11.07±2.46	22.78±0.33	234.40±51.90	1.10±0.12	16.39±0.43	51.2±2.92	
8	2.83±0.02	1.96±0.004	67.89±0.64	5.94±0.82	7.67±0.11	53.24±3.26	33.15±3.96 21.73±1.90
	12.30±1.23	22.56±0.11	193.64±11.14	0.84±0.10	18.65±0.61	58.78±1.19	
9	2.83±0.04	1.97±0.005	70.44±0.95	4.91±0.40	7.40±1.13	48.72±6.69	38.97±7.42 20.50±1.60
	22.14±2.46	20.84±0.32	97.65±9.86	2.30±0.07	14.75±1.49	62.46±3.17	

Дополнительными исследованиями были оценены концентрации гидрокарбонат-ионов в исходных растворах $UO_2(NO_3)_2$, экспонированных в течение 24 часов в условиях свободного доступа атмосферного CO_2 . По результатам титриметрического анализа они составляют 1.6, 1.7 и 2.6 ммоль/л при рН 7-9 соответственно. Расчеты показывают, что содержания углекислого газа, представленные в виде сумм концентраций карбонат- и гидрокарбонат-ионов, в данных условиях не превышают величины $n \cdot 10^{-3}$ моль/л. В рамках проведенного эксперимента это позволяет исключить влияние образования карбонатных комплексов на сорбцию урана лигнином.

По мере повышения рН гидролиз нитрата уранила усиливается, что выражается в уменьшении содержания ионов уранила, в возрастании доли и вероятности поглощения мономерных и полимеризованных ионов UO_2OH^+ , $(UO_2)_3(OH)_5^+$, $(UO_2)_3(OH)_4^{2+}$, $(UO_2)_4(OH)_7^+$ и золя гидроксида уранила $UO_2(OH)_2$. Одновременно происходит депротонизация карбоксильных и гидроксильных групп сорбента и гумусовых кислот из его состава, создавая благоприятные условия для протекания ионного обмена. В результате вышеназванных процессов было зафиксировано подкисление раствора и повышение до уровня 19 % доли обменнопоглощенного радионуклида. Увеличение содержания прочно связанного урана, наблюдаемое в области рН от 5 до 8, можно объяснить сорбцией на лигнине комплексных соединений урана с гумусовыми кислотами, в том числе малорастворимых, устойчивых в этой среде [6, 11]. За пределами указанных кислотности растворимость гуматов урана повы-

шается. Как показывают данные экспериментов, это приводит к незначительному снижению количества извлеченного лигнином радионуклида и содержания его прочнопоглощенных форм, фиксированных сорбентом или десорбируемых лишь при жесткой кислотной обработке. Сравнительный анализ ИК-спектров гидролизного лигнина, проведенный до и после насыщения его в слабокислых условиях ураном, позволил выявить определенные структурные особенности образцов. В препаратах лигнина, насыщенных из растворов с концентрацией урана 1.23 Бк/мл при рН 6, уменьшается полоса 1716 см^{-1} , относящаяся к валентным колебаниям связей $C=O$ в карбоксильных группах, существенно (на 21 %) усиливается и смещается полоса в области 1600 см^{-1} , что может быть связано структурными изменениями в фенольных единицах макромолекулы лигнина. При этом происходит достаточно заметное (8 %) изменение индекса асимметрии полосы валентных колебаний связей $O-H$, который характеризует увеличение количества гидроксильных групп, участвующих в образовании специфических связей, в частности, в водородных. Кроме того, в спектрах лигнинов появляется новая полоса в области 1390 см^{-1} , свидетельствующая о появлении в структуре сорбентов карбоксилат-иона.

В целом, особенности спектров указывают на участие во взаимодействии с ураном кислотных функциональных групп лигнина – карбоксильных и фенольных. Реакция ионного обмена катионных форм урана с ионом водорода функциональных групп лигнина сопровождается подкислением жидкой фазы. Сопреженный анализ данных, полученных мето-

дами ИК-спектроскопии и последовательных вытяжек, позволяет предположить, что взаимодействие карбоксильных и фенольных гидроксильных групп лигнина происходит не только путем ионного обмена с вытеснением H^+ -иона, но и по донорно-акцепторному механизму за счет электронной пары атома кислорода кислотных групп и вакантных орбиталей атома урана, протекающему по типу образования оксониевых комплексов без вытеснения протона. По нашему мнению, резкое повышение степени извлечения и прочности поглощения урана в слабокислых-нейтральных условиях обусловлено протеканием совокупности процессов: поглощением гидролизированных форм элемента с диссоциацией в растворе H^+ -иона и без нее, адсорбцией на развитой поверхности лигнина золя $UO_2(OH)_2$ и вторичной сорбцией комплексных соединений урана с гумусовыми кислотами.

Исследования выявило ряд особенностей для поглощения радионуклида из растворов с различной его концентрацией: в варианте с более низким исходным содержанием урана диапазон рН, оптимальный для сорбции, сдвигается в щелочную область, кривая поглощения становится более пологой, значительно изменяются относительные доли прочнопоглощенных форм радионуклида. Это вполне согласуется с теоретическими предположениями о том, что разбавление растворов вызывает смещение области гидролиза в сторону меньших кислотностей, способствует длительному существованию гидролизированных форм уранила, а также препятствует коагуляции и осаждению на поверхности лигнина золя $UO_2(OH)_2$. Склонность природ-

ных органических сорбентов кообразованию прочных комплексных соединений с металлами в области существования этих химических форм ранее была отмечена в научной литературе [5].

Реальные природные воды представляют собой сложные физико-химические растворы. Их многокомпонентный состав трудно поддается моделированию, он подвержен существенным сезонным изменениям. Поглоительные свойства многих сорбентов радионуклидов в природных условиях значительно подавлены, что объясняется целым рядом факторов. Так, в качестве причины низкой эффективности цеолитовых дамб, призванных поглощать искусственные радионуклиды из загрязненных ими вод, называется кольматирующий эффект. Поэтому крайне важны и, с практической точки зрения, необходимы исследования свойств коллекторов в натуральных экспериментах. Анализ полученных результатов не только позволяет оценить поглотельную способность сорбентов радионуклидов в природных условиях, но и дает ценную информацию о динамике ее сохранения. Фактическим основанием для проведения нами полевых экспериментов стала высокая эффективность сорбции гидролизным лигнином урана из слабокислых растворов. Полученные результаты (табл. 2) подтвердили способность гидролизного лигнина к прочному поглощению урана из жидкой фазы загрязненной сильноподзолистой суглинистой почвы. ИК-спектроскопический анализ не выявил значимых изменений, произошедших в структуре сорбента за время его инкубации в почве. Отметим также, что сохранение поглотельных свойств лигнина в течение длительного времени (по крайней

мере, двух лет) уже заведомо свидетельствует о значительной доле урана, поглощенного им прочно.

Предполагаем, что в существенной мере это обусловлено особенностями нерегулярной структуры лигнина и его функционально-активных групп, способностью сорбента к поглощению низкомолекулярных органических соединений [3]. Уже через год после закладки опыта среднее содержание радионуклида в образцах сорбента, отобранных с максимально загрязненных делянок, составляло $62 \cdot 10^{-3}$ Бк/г, что в четыре раза превышает удельную активность проб почвы с контрольных делянок. Валовое содержание урана в лигнине тесно связано с содержанием в почве мобильных форм соединений урана ($r = 0.98$). В зависимости от уровня загрязнения почвы в единице массы воздушно-сухого сорбента было поглощено необратимо от 41 до 96 % урана. Лишь в двух вариантах опыта вклад легкоподвижного урана превышал 10 % общего количества радионуклида, сорбированного гидролизным лигнином. Доля водорастворимого и обменного урана, поглощенных, вероятно, как за счет физической сорбции, так и за счет вхождения урана во внешнюю сферу комплексных соединений, обратно пропорциональна загрязненности почвы ($r = -0.52$).

Таким образом, лабораторными и полевыми экспериментами показано, что гидролизный лигнин может эффективно и прочно поглощать уран не только из водных растворов его солей, но и способен извлекать и иммобилизовать подвижные формы радионуклида в загрязненной подзолистой почве. В качестве вероятного механизма прочного энергонасыщенного поглощения урана

лигнином мы рассматриваем комплексобразование катионных форм радионуклида по донорно-акцепторному механизму и образование сорбционных комплексов, в том числе с соединениями коллоидного характера. Иммобилизующая способность гидролизного лигнина древесины по отношению к урану зависит от активности сорбционных центров и физико-химических взаимодействий сорбента и радионуклида с почвенными органическими кислотами. В целом, экспериментальные данные свидетельствуют о перспективности использования лигнина для реабилитации почв, загрязненных ураном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев П.Ф., Андреева И.В., Рогозина Э.М. Взаимодействие солей урана с компонентами растительной ткани и их некоторыми производными // Геохимия, 1962. № 4. С. 313-317.
2. Добролюбская Т.С. Люминесцентный метод // Аналитическая химия урана. М.: Наука, 1962. С. 143-165.
3. Закис Г.Ф., Можейко Л.Н., Тельшева Г.М. Методы определения функциональных групп лигнина. Рига: Зинатне, 1975. 176 с.
4. Изменение подвижности урана в зависимости от pH почв / Н.П. Архипов, В.П. Медведев, Л.А. Гришина и др. // Радиохимия, 1985. № 6. С. 812-817.
5. Кузнецов Ю.В., Шибетковский В.Н., Трусов А.Г. Основы очистки воды от радиоактивных загрязнений. М.: Атомиздат, 1974. 360 с.
6. Манская С.М., Кодина Л.А. Геохимия лигнина. М.: Наука, 1975. 232 с.
7. Методика выполнения измерений концентрации гидрокарбонатов в поверхностных водах титриметрическим методом. Методические указания: РД 52.24.493-95. Ростов-на-Дону: Росгидромет, 1995.
8. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). Л.: Наука, 1980. 221 с.
9. Рачкова Н.Г., Шуктомова И.И. Вертикальная миграция тяжелых естественных радионуклидов и трансформация их водорастворимых форм в почве подзолистого типа // Сочетанное действие факторов радиационной и нерадиационной природы на растительные и животные организмы. Сыктывкар, 2000. С. 132-141. – (Тр. Коми науч. центра УрО РАН; № 164).
10. Buffle J. Complexation reaction in aquatic systems: an analytical approach. N.-Y., 1988. 202 p.
11. Szalay A. Cation exchange properties of humic acids and their importance in the geochemical enrichment of UO_2^{2+} and other cations // Geochim. Cosmochim. Acta, 1964. Vol. 28, № 11. P. 1605-1614. ❖

Таблица 2

Поглощение урана гидролизным лигнином из загрязненной сильноподзолистой суглинистой почвы

Валовое содержание урана в пахотном слое почвы делянок (1996 г.), $n \cdot 10^{-3}$ Бк/г	Содержание радионуклидов в воздушно-сухом сорбенте, $n \cdot 10^{-3}$ Бк/г		Доля мобильных и фиксированных форм радионуклидов в воздушно-сухом сорбенте, %			
	отбор 1998 г.	отбор 1999 г.	водорастворимые	обменные	кислотно-растворимые	фиксированные
31.1±3.9	0.5	0.4	11.6	13.5	34.0	40.9
38.6±3.3	0.3	1.0	7.2	5.9	10.5	76.3
65.3±6.0	0.7	1.2	4.8	4.7	15.2	75.4
74.9±11.8	0.4	2.1	4.4	3.3	10.8	81.5
92.4±8.6	1.0	2.8	5.7	3.9	7.6	82.8
14.6±0.6 (контроль)	0.17	0.4	14.6	14.0	8.0	63.4
148.6±15.7	9.5	13.4	1.3	1.7	6.1	91.0
317.4±37.8	9.5	21.1	0.9	0.8	2.8	95.6
451.0±30.0	20.2	19.0	2.7	2.9	4.1	90.4
595.8±142.7	50.5	46.0	2.1	2.9	9.4	85.6
794.9±15.1	62.0	48.0	4.6	3.4	5.8	86.2



МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПРОРОСТКОВ ПЕЛЮШКИ НА ДЕЙСТВИЕ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕТИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ

асп. С. Огородникова
 лаборатория экологической физиологии растений
 E-mail: ogorodnikova@ib.kotisc.ru, тел.: (8212) 24 52 02

Научные интересы: *экология, физиология растений*

Метилфосфоновая кислота (МФК) является одним из продуктов, образующихся при деструкции фосфорсодержащих отравляющих веществ [1, 6]. МФК устойчива в природных условиях и сохраняется в почве десятилетиями [2]. Производные МФК используются в качестве пестицидов, некоторые из них проявляют гербицидную активность [4]. Попадая в окружающую среду, МФК может оказывать действие на растения даже в низких концентрациях. Это предположение подтверждают результаты проведенных нами ранее лабораторных экспериментов на проростках ячменя [5]. Данные о влиянии метилфосфоновой кислоты на бобовые растения в литературе отсутствуют. Целью работы было изучить влияние низких концентраций МФК на морфофизиологические характеристики пелюшки (*Pisum arvense* L.).

Опыты проводили с растениями в климатической камере ВКШ-0.6 (Россия) при температуре 20/15 °С (день/ночь) и влажности в воздухе 70 %, освещенности 80 Вт/м², фотопериоде 16 ч. Проростки пелюшки сорта Надежда выращивали на водной культуре уреа, содержащей разные концентрации метилфосфоновой кислоты: 5·10⁻⁴, 5·10⁻³, 0.01 моль/л. Первую серию опытов проводили при добавлении МФК, добавка кислоты вызывала закисление среды (рН 2.4-3.1). Вторую серию опытов – МФК в присутствии цитратного буфера (рН 4.6-5). Влияние метилфосфоновой кислоты оценивали по всхожести семян, показателям роста, накопления биомассы и содержания пигментов. Содержание пигментов определяли спектрофотометрически [7]. Полученные данные обрабатывали с использованием стандартных статистических методов [3].

Изучение лабораторной всхожести показало, что МФК в исследуемом диапазоне концентраций (5·10⁻⁴-0.01 моль/л) не оказывала влияния на прорастание семян пелюшки. Количество проросших семян за трое суток составило 95-97 %. Под действием метилфосфоновой кислоты 5·10⁻³ и 0.01 моль/л происходило замедление ростовых процессов (табл. 1). Длина гипокотилия 3-дневных проростков была меньше контрольных на 36-65 %. МФК ингибировала рост и развитие кор-

невой системы. Длина корней опытных растений была снижена в 1.7-2.5 раза по сравнению с контролем.

Дальнейшие наблюдения показали, что 5·10⁻³ и 0.01 моль/л МФК сильно ингибировали линейный рост корневой системы (табл. 1). В сравнении с корнеобразованием торможение роста надземных органов было менее выражено. Высота проростков пелюшки в варианте с МФК была меньше контрольных растений на 22 и 53 % соответственно. Добавление буфера к раствору МФК не снижало токсического действия кислоты, высота растений на МФК 5·10⁻³ и 0.01 моль/л составляла соответственно 90 и 64 % контрольных величин. Опытные растения имели мелкие, неразвернутые листья. Самая низкая концентрация МФК 5·10⁻⁴ моль/л не оказывала влияния на рост и развитие пелюшки. Растения были нормально развиты, имели хорошо сформированные главный и боковые корни, полностью развернутые листья.

Под действием МФК снижалось накопление биомассы растений (табл. 2).

Таблица 1
Влияние метилфосфоновой кислоты на рост пелюшки (см) на третий (верхняя строка) и 16-й (нижняя строка) дни после прорастания

Вариант	Побег	Корень
Контроль	1.8±0.4	2.6±0.5
	15.6±3.3 (9.5±1.6)	11.7±1.4 (8.4±1.3)
5·10 ⁻⁴ М	1.6±0.4 не определяли (11.1±1.9)	2.3±0.3 (7.9±1.9)
	5·10 ⁻³ М	1.2±0.3 12.1±1.9 (8.6±1.2)
1·10 ⁻² М	0.6±0.2* 7.3±1.4* (6.1±0.7)*	1.0±0.2* 1.3±0.3* (0.9±0.3)*

* Различия между опытом и контролем достоверны при p ≤ 0.05.

В скобках указаны значения параметра на 16-й день после прорастания в присутствии цитратного буфера.

Добавление буфера не ослабляло токсического действия кислоты. Масса растений, выращенных на МФК 5·10⁻³ и 0.01 моль/л, была меньше контрольных в 1.3-1.5 раза. Корневая система оказа-

Таблица 2
Изменение биомассы и оводненности проростков пелюшки под влиянием метилфосфоновой кислоты

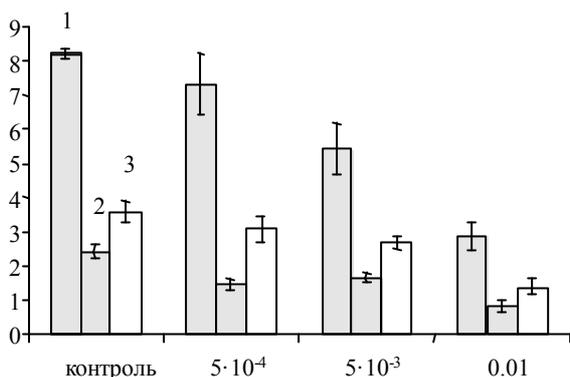
Вариант	Сухая биомасса, мг/растение		Содержание воды, %	
	побег	корень	побег	корень
Контроль	25.6±4.0	22.4±2.4	91.0±0.5	90.5±0.5
5·10 ⁻³ М	23.0±2.8	7.0±0.69*	88.3±0.2*	87.7±0.3*
0.01 М	15.9±1.2*	5.3±1.2*	88.5±0.1*	88.6±2.0

* Различия между опытом и контролем достоверны при p ≤ 0.05.

лась более восприимчива к действию кислоты, чем побеги. В присутствии МФК соотношение корня/побега составило 0.3 по сравнению с 0.7 у контрольных растений. Это свидетельствует о более сильном подавлении роста корней по сравнению с надземными органами. Подобные эффекты ранее мы отмечали на растениях ячменя.

Метилфосфоновая кислота вызывала изменение водного обмена растений. С ростом концентрации кислоты оводненность тканей снижалась (табл. 2). Уменьшение содержания воды в ернятно связано с нарушением функционирования корней, снижением способности поглощать воду и транспортировать ее в побеги.

Присутствие метилфосфоновой кислоты в среде выращивания привело к изменениям в пигментном комплексе листьев пелюшки (см. рисунок). Так, при действии низкой концентрации МФК 5·10⁻⁴ моль/л уменьшение количества хлорофиллов а и б составило 10 и 22 % соответственно, а при высокой концентрации МФК 0.01 моль/л – 65 % по сравнению с контролем. Соотношение хлорофиллов отличалось стабильностью и было близко к контрольным растениям. Под влиянием МФК снижался уровень накопления пигментов каротиноидной группы. Изменения в содержании пигментов опытных растений, по-видимому, связаны с ингибированием процессов их



Влияние различных концентраций метилфосфоновой кислоты с буфером (моль/л; по оси абсцисс) на содержание (мг/г сухой массы) хлорофиллов а (1) и б (2) и каротиноидов (3).

биосинтеза под действием метилфосфоновой кислоты.

Итак, нами выявлено, что метилфосфоновая кислота в сравнительно низких

концентрациях оказывает существенное влияние на процессы жизнедеятельности проростков пелюшки. Добавление буфера не смягчало токсического действия кислоты. Следовательно, нарушение метаболической активности растений обусловлено прямым действием метилфосфоновой кислоты. МФК в концентрациях 5·10⁻³ и 0.01 моль/л приводила к ингибированию роста и развития проростков пелюшки. Корневая система растений была наиболее чувствительна к ее действию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В.Н., Емельянов В.И. Отравляющие вещества. М., 1990. 320 с.

2. Кононова С.В., Несмеянова М.А. Фосфонаты и их деградация микроорганизмами // Биохимия, 2002. Т. 67, вып 2. С. 220-233.

3. Лакин Г.Ф. Биометрия. М., 1973. 343 с.

4. Мельников Н.Н. Пест ициды. М.: Химия, 1987. 712 с.

5. Огородникова С.Ю. Влияние низких концентраций метилфосфоновой кислоты на морфофизиологические характеристики ячменя // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. X молодеж. науч. конф. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2003. С. 162-163.

6. Франке З. Химия отравляющих веществ. М.: Химия, 1973. 440 с.

7. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154-171.



МЕТОДИКА



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ОБРАЗЦАХ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОДУКЦИИ



к.х.н. **И. Груздев**
с.н.с. экоаналитической лаборатории
Института биологии
E-mail: gruzdev@ib.komis.c.ru,
тел.: (8212) 24 50 12

Научные интересы: аналитическая химия органических соединений, хроматографические методы анализа объектов окружающей среды



М.Абрамова
студентка IV курса
химико-биологического факультета
СыктГУ
E-mail: abramova-maria@yandex.ru

Научные интересы: экологическая химия, ГИС-технологии

Устойчивость экологического равновесия природных экосистем регулируется различными физическими, физико-химическими и биологическими процессами. Поступление в экосистемы токсичных веществ способно вызвать смещение установившегося равновесия, а при накоплении загрязнений – и его нарушение, ведущее к негативным последствиям.

Фенольные соединения по встречаемости в биосфере и экологической опасности занимают третье место после тяжелых металлов и нефтепродуктов и являются основным токсичным компонентом сточных вод ряда производств. Токсичность фенолов обусловлена в основном их кумулятивными свойствами, способностью образовывать комплексные соединения с гемоглобином крови. Кроме того, они обладают мутагенными и канцерогенными свойствами [1]. Особое внимание к этому классу органических соединений в последнее время связано с проблемой диоксинов [2], поскольку галогензамещенные фенолы – их прямые предшественники (рис. 1).

В связи с этим возникает необходимость надежного контроля над антропогенными источниками фенольных соединений и поиска еще не обнаруженных путей поступления этих веществ в

объекты окружающей среды. Данная работа посвящена исследованию продукции целлюлозно-бумажного производства как одного из источников поступления фенолов и хлорфенолов в биосферу.

Сырьем для производства бумаги служит древесина хвойных и лиственных пород, содержание целлюлозы в которой достигает 50 % массы, сопутствующие компоненты – это лигнин, гемицеллюлозы, воски и смолы. Основным компонентом бумаги – целлюлоза, поэтому на стадии варки происходит ее выделение из древесной щепы. Все сопутствующие компоненты переходят при щелочной варке в растворимую форму и удаляются [3]. Пройдя весь технологический цикл, целлюлоза, как правило, сохраняет до 4-6 % лигнина и продуктов его деструкции: карбоновые кислоты, сложные эфиры, альдегиды, кетоны и фенолы (рис. 2).

Одним из важнейших этапов в производстве бумаги следует считать отбелку целлюлозы. Окрашенные

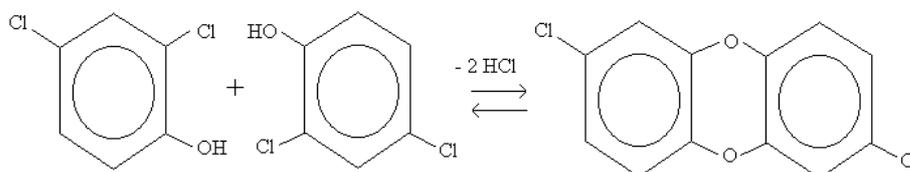


Рис. 1. Образование 2,8-дихлордibenzo-p-диоксиана при конденсации двух молекул 2,4-дихлорфенола.

компоненты и неразложившиеся высокомолекулярные соединения удаляются или обесцвечиваются на этой стадии с помощью различных хлорсодержащих агентов (молекулярный хлор, гипохлориты, диоксид хлора). В качестве побочных продуктов процесса отбеливания целлюлозы образуются различные хлорзамещенные органические вещества и, прежде всего, фенольные соединения, поскольку они обладают высоким сродством с галогенами и легко хлорируются.

Для определения фенольных соединений в образцах целлюлозно-бумажной продукции применяли методику газохроматографического определения фенолов и хлорфенолов в воде, разработанную в экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН [4]. Методика основана на получении бромпроизводных фенолов, их экстракционном концентрировании и последующем газохроматографическом определении с электрозахватным детектором. Минимально определяемая концентрация фенолов – 0.05 мкг/дм³ (рис. 3).

Особое внимание нами было уделено оптимизации условий выделения фенольных соединений из образцов целлюлозно-бумажной продукции.

При выборе экстрагирующего раствора учитывали, что фенолы являются полярными органическими со-

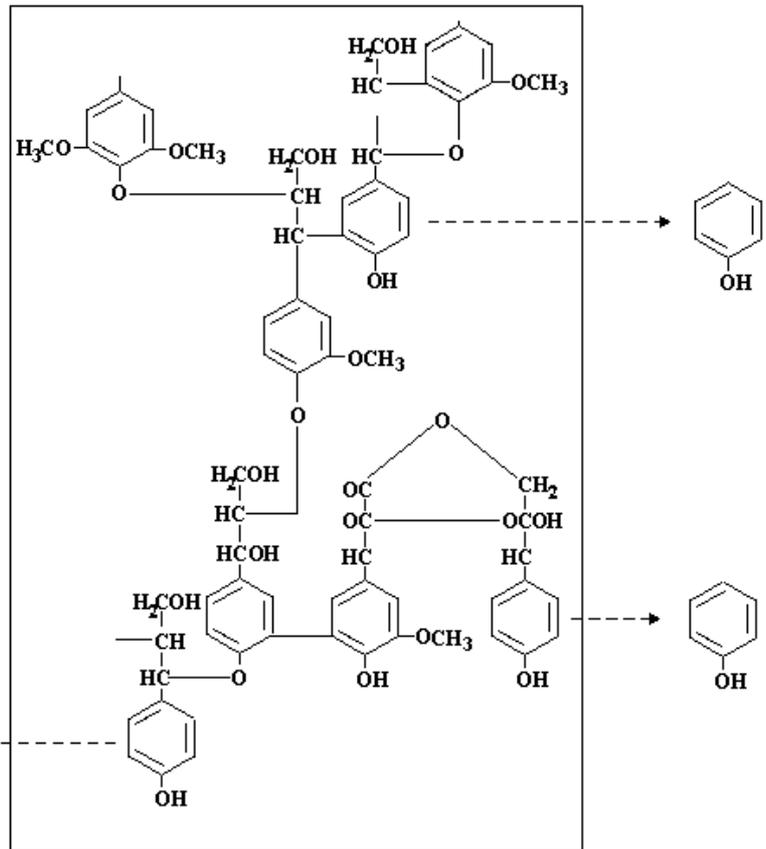


Рис. 2. Фрагмент молекулы лигнина и предполагаемый механизм образования фенола в процессе переработки древесины.

единениями, достаточно хорошо растворимыми в воде. Поэтому в качестве возможных экстрагентов были выбраны ароматические углеводороды (толуол), сложные эфиры (бутилацетат) и вода. Оптимальным следует считать водный экстрагирующий раствор, поскольку



ЮБИЛЕЙ

6 июля исполнилось 75 лет **Татьяне Александровне Власовой**, отдавшей любимому Институту биологии многие годы добросовестного и бескорыстного труда. В 1952 г. Татьяна Александровна закончила биолого-почвенный факультет ЛГУ, где и определилось важнейшее направление ее научных интересов – гидрохимия. Лучшие годы жизни отданы изучению состояния качества континентальных вод европейского Северо-Востока. В результате опубликовано значительное количество научных работ, в числе которых несколько монографий, защищена кандидатская диссертация. Особенно популярна «Гидрохимия главных рек Коми АССР», получившая широкую известность и ставшая настольной книгой для многих специалистов и не только биологов. Под руководством Татьяны Александровны коллективом гидробиологов была дана оценка современного состояния рек Печора и Вычегда и впервые был выполнен количественный прогноз изменений качества воды в связи с переброской части стока в бассейн Волги, что позволило наряду с другими данными доказать ее необоснованность с биологической и рыбохозяйственной сторон. В плане Международной биологической программы на разнотипных озерах Большеземельской тундры проведено изучение биологического продуцирования на различных трофических уровнях, что впервые было сделано в России.

Дорогая Татьяна Александровна, сердечно поздравляем Вас со славным юбилеем, желаем доброго здоровья, семейного благополучия, счастья и радости в жизни.

Сотрудники лаборатории экологии водных организмов

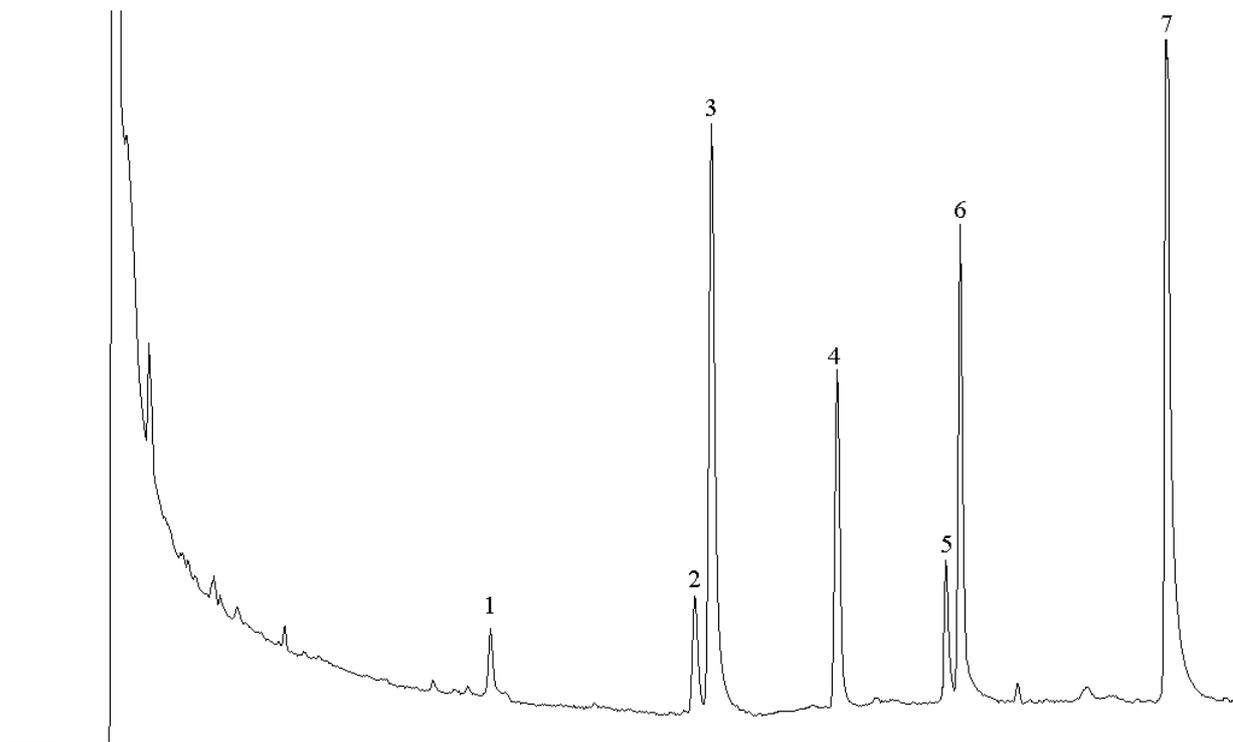


Рис. 3. Хроматограмма стандартной смеси определяемых соединений: 2,4,6-трихлорфенол(1), 2,4-дихлорфенол(2), 2,6-дихлорфенол(3), внутренний стандарт: 2,6-дибром-4-метилфенол(4), 4-хлорфенол(5), 2-хлорфенол(6), фенол(7).

при этом достигается максимальное извлечение фенола (рис. 4).

При использовании воды в качестве экстрагента необходимо учитывать, что определяемые фенольные соединения проявляют свойства слабых органических кислот и в зависимости от значения pH водного раствора могут находиться в молекулярной или ионной формах и по разному распределяться между бумагой и водным раствором.

Действительно, изменение pH в диапазоне значений от 0 до 8 не оказывает существенного влияния на экстрагирование фенолов из бумаги. Максимальное извлечение было достигнуто в сильнощелочной среде при концентрации щелочи 0.1 моль/дм³. В этих условиях фенолы полностью находятся в ионной форме, их растворимость максимальна (рис. 5).

Для гетерогенной системы бумага-вода большое значение имеет соотношение объема экстрагирующего водно-щелочного раствора и массы анализируемого образца бумаги, при увеличении которого степень из-

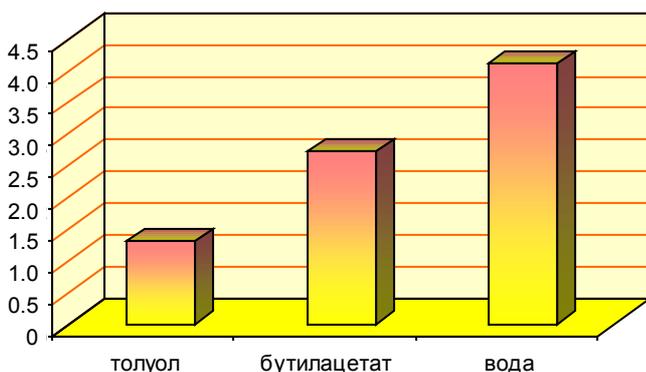


Рис. 4. Концентрация фенола (мкг/дм³) при его экстрагировании из бумаги ароматическими углеводородами, сложными эфирами и водой.

влечения фенола возрастает, а при значениях больше 80 не изменяется (рис. 6). Данная закономерность сохраняется при экстракции фенола из разных типов бумаги, следовательно, при данных условиях достигается количественное извлечение фенола.

Таким образом, оптимальными условиями для извлечения фенолов из образцов целлюлозно-бумажной продукции следует считать:

- водно-щелочной экстрагирующий раствор с концентрацией щелочи 0.1 моль/дм³;
- соотношение объема водного раствора щелочи и массы бумаги не менее чем 80:1;
- время экстрагирования из исследуемого образца 30 мин (рис. 7).

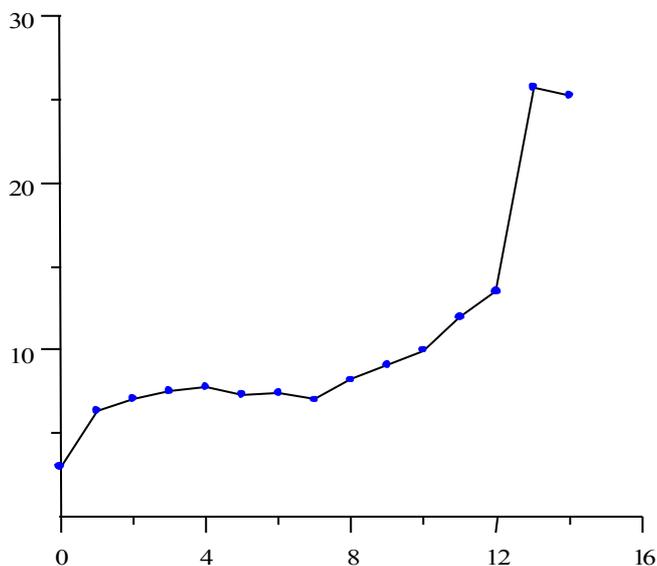


Рис. 5. Зависимость концентрации фенола (мкг/дм³; по оси ординат) в водном экстракте из бумаги от кислотности (pH, по оси абсцисс) экстрагирующего раствора.

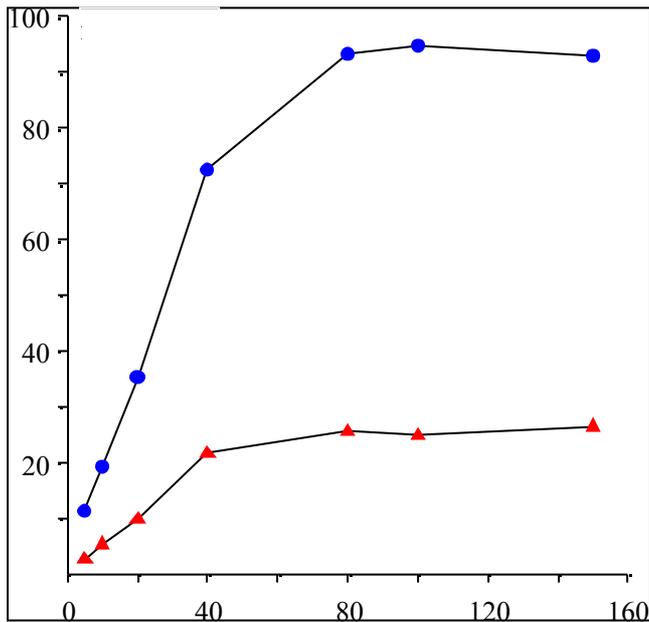


Рис. 6. Зависимость степени извлечения фенола (мкг; по оси ординат) от времени (ч) экстрагирования.

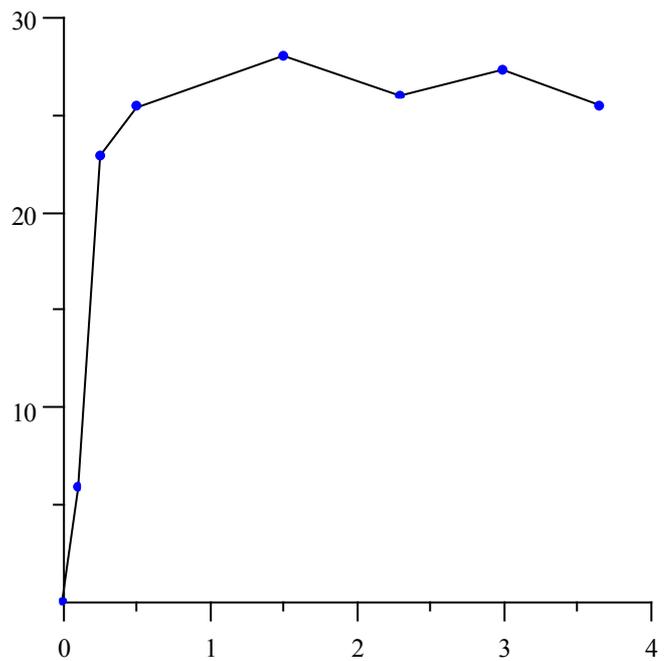


Рис. 7. Зависимость концентрации фенола (мкг/дм³; по оси ординат) от времени (ч; по оси абсцисс) экстрагирования.

Разработанная методика была применена для качественного и количественного анализа образцов различной бумажной продукции (см. таблицу). Большинство исследованных образцов характеризуются высоким содержанием фенольных соединений, особенно газетная и тетрадная бумага, поскольку она вырабатывается из древесной целлюлозы невысокого качества.

В бумаге для офисной техники содержание фенола на порядок ниже, однако более интенсивное хлорирование целлюлозы на стадии отбеливания приводит к появлению хлорфенолов. Следует отметить высокое качество бумаги зарубежных производителей – с минимальным содержанием фенола и отсутствием хлорированных фенолов (при отбеливании целлюлозы не применяются хлорсодержащие агенты).

Альбомная и различные виды фильтровальной и впитывающей бумаги, несмотря на высокую степень белизны, характеризуются низким содержанием хлорфенолов и фенола, поскольку их изготавливают из облагороженной целлюлозы или хлопковой целлюлозы с минимальным количеством загрязняющих компонентов.

Итак, как показали наши исследования, источниками фенольных соединений в бумаге являются сопутствующие высокомолекулярные органические компоненты и, прежде всего, лигнин, который в процессе переработки древесины подвергается деградации. Хлорирование, применяемое при отбеливании целлюлозы, ведет к образованию более токсичных хлорфенолов. Поскольку бумага – главный компонент твердых отходов (~50 % всего количества), то в окружающую среду попадают значительные количества хлорсодержащих органических соединений. Решение данной проблемы – применение альтернативных «хлорному» способов отбеливания бумаги (озон, кислород, перекись водорода), что приведет как к

уменьшению токсичности бумаги, так и повышению безопасности производства.

Следует отметить, что в настоящее время не существует аттестованных методик определения фенолов в образцах целлюлозно-бумажной продукции, поэтому разработанная методика может служить хорошим инструментом как для проведения экологических исследований, так и для технологического контроля.

Результаты количественного химического анализа образцов целлюлозно-бумажной продукции

Характеристика образца	Содержание фенольных соединений, мкг/кг		
	фенол	2-хлорфенол	4-хлорфенол
Бумага			
газетная, Россия	2700±1600	–	следы
тетрадная, Россия	4400±1200	–	4.6±1.0
То же	800±300	9.0±5.0	2.9±1.0
» », Словакия	980±280	–	следы
писчая, Россия	180±40	4.7±1.4	1.2±0.1
для офисной техники, Россия	110±40	4.0±4.0	следы
То же, Финляндия	38±5	–	–
альбомная, Россия	170±120	следы	–
фильтровальная, Россия	41±16	1.4±0.5	–
Салфетки бумажные, Австрия	40±20	следы	–

ЛИТЕРАТУРА

1. Сенявин М.М., Мясоедов Б.Ф. Основные свойства нормируемых в водах органических соединений. М.: Наука, 1987. 105 с.
2. Федоров Л.А., Мясоедов Б.Ф. Диоксины: химико-аналитические аспекты проблемы // Усп. химии, 1990. Т. 59, № 11. С. 1818-1866.
3. Шитов А.Ф. Технология целлюлозно-бумажного производства. М., 1978. 105 с.
4. Груздев И.В. Определение хлорфенолов в водных средах методом реакционной газовой хроматографии. Сыктывкар, 2000. 20 с. – (Сер. Новые науч. методики / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 61).



ИТОГИ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА
ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ВАЖЪЕЛЬЮ»*

д.б.н. С. Дегтева, м.н.с. М. Дулин, д.б.н. Г. Железнова, к.б.н. В. Канев, м.н.с. Д. Косолапов,
к.б.н. Т. Пыстина, асп. Н. Семенова, к.б.н. Т. Шубина

Анализ видового состава афиллофоридных макромицетов

В результате исследований, проведенных в заказнике «Важъелью», было выявлено 162 вида афиллофоридных макромицетов, которые относятся к 19 порядкам, 44 семействам и 89 родам (табл. 6). Данные о их систематическом положении приведены в соответствии со сводкой Nordic макромицетов (1997) с некоторыми изменениями. Ведущими семействами являются *Chaetoporellaceae* (16 видов), *Schizophyllaceae* (13), *Fomitopsidaceae* (12), *Phellinaceae* (11) и *Coriolaceae* (10 видов). Средняя видовая насыщенность семейств составляет 3.7, родовая насыщенность – 1.8. Наибольшее число видов насчитывают такие роды, как: *Phellinus* (11 видов), *Hyphodontia* (7), *Antrodia*, *Postia* (по 6 видов), *Clavariadelphus*, *Skeletocutis* – по 5 видов соответственно. Высокая видовая насыщенность таких типично бореальных родов, как *Antrodia*, *Postia* и *Skeletocutis* свидетельствует о бореальных чертах биоты афиллофоридных грибов заказника.

В составе биоты афиллофоридных макромицетов изученной территории выделяются три основных географических элемента: бореальный, мультizonальный и неморальный. Более половины в сех отмеченных видов (63 %) широко распространены во многих растительно-климатических зонах Голарктики, а также в других флористических царствах, т.е. относятся к мультizonальному географическому элементу (*Antrodia xantha*, *Bjerkandera adusta*, *Hyphodontia sambuci*, *Phellinus igniarius*, *Steccherinum ochraceum* и др.). Бореальные виды составляют 35 % общего числа (*Aleurodiscus amorphus*, *Chaetoderma luna*, *Fomitopsis rosea*, *Parmastomyces mollissimus*, *Phlebiopsis gigantea* и др.). К видам неморального географического элемента относятся 2 % (*Antrodiella romellii*, *Ceriporiopsis aneirina* и *Laxitextum bicolor*). По региональному принципу наибольшее число видов являются широко распространенными (мультирегionalными и голарктическими), которые в сумме составляют 90 % от всего видового со-

Таблица 6

Таксономическая структура биоты афиллофоридных макромицетов заказника «Важъелью»

Порядки, семейства (число родов / видов)	Роды (число видов)
ALEURODISCALES (1/1)	
<i>Corticaceae (1/1)</i>	<i>Corticium (1)</i>
APORPIALES (1/1)	
<i>Aporpiaceae (1/1)</i>	<i>Aporpium (1)</i>
ATHELIALES (4/4)	
<i>Atheliaceae (3/3)</i>	<i>Athelia (1)</i> , <i>Ceraceomyces (1)</i> , <i>Leptosporomyces (1)</i>
<i>Byssocorticaceae (1/1)</i>	<i>Piloderma (1)</i>
BOLETALES (2/3)	
<i>Coniophoraceae (2/3)</i>	<i>Coniophora (2)</i> , <i>Leucogyrophana (1)</i>
BOTRYOBASIDIALES (1/2)	
<i>Botryobasidiaceae (1/2)</i>	<i>Botryobasidium (2)</i>
CANTHARELLALES (4/4)	
<i>Albatrellaceae (1/1)</i>	<i>Albatrellus (1)</i>
<i>Cantharellaceae (2/2)</i>	<i>Cantharellus (1)</i> , <i>Craterellus (1)</i>
<i>Hydnaceae (1/1)</i>	<i>Hydnum (1)</i>
CORIOLALES (7/13)	
<i>Coriolaceae (6/12)</i>	<i>Cerrena (1)</i> , <i>Daedaleopsis (2)</i> , <i>Datronia (1)</i> , <i>Lenzites (1)</i> , <i>Pycnoporus (1)</i> , <i>Trametes (6)</i>
<i>Fomitaceae (1/1)</i>	<i>Fomes (1)</i>
FOMITOPSIDALES (7/16)	
<i>Fomitopsidaceae (4/10)</i>	<i>Antrodia (6)</i> , <i>Fomitopsis (2)</i> , <i>Gloeophyllum (1)</i> , <i>Piptoporus (1)</i>
<i>Phaeolaceae (3/6)</i>	<i>Amylocystis (1)</i> , <i>Postia (4)</i> , <i>Pycnoporellus (1)</i>
GANODERMATALES (1/1)	
<i>Ganodermataceae (1/1)</i>	<i>Ganoderma (1)</i>
GOMPHALES (2/6)	
<i>Clavariadelphaceae (1/3)</i>	<i>Clavariadelphus (3)</i>
<i>Ramariaceae (1/3)</i>	<i>Ramaria (3)</i>
HERICIALES (5/5)	
<i>Clavicornaceae (1/1)</i>	<i>Clavicornia (1)</i>
<i>Gloeocystidiellaceae (3/3)</i>	<i>Confertium (1)</i> , <i>Laxitextum (1)</i> , <i>Vesiculomyces (1)</i>
<i>Hericiaceae (1/1)</i>	<i>Hericium (1)</i>
HYMENOCHAETALES (7/19)	
<i>Coltriciaceae (1/1)</i>	<i>Coltricia (1)</i>
<i>Hymenochaetaceae (2/3)</i>	<i>Asterodon (1)</i> , <i>Hymenochaete (2)</i>
<i>Inonotaceae (3/4)</i>	<i>Inocutis (1)</i> , <i>Inonotus (2)</i> , <i>Onnia (1)</i>
<i>Phellinaceae (1/11)</i>	<i>Phellinus (11)</i>
HYPHODERMATALES (16/31)	
<i>Bjerkanderaceae (3/5)</i>	<i>Bjerkandera (1)</i> , <i>Ceriporiopsis (3)</i> , <i>Hapalopilus (1)</i>
<i>Chaetoporellaceae (5/13)</i>	<i>Amphinema (1)</i> , <i>Antrodiella (2)</i> , <i>Diplomitoporus (1)</i> , <i>Hyphodontia (3)</i> , <i>Skeletocutis (6)</i>
<i>Cystostereaceae (2/2)</i>	<i>Cystostereum (1)</i> , <i>Fibrinium (1)</i>
<i>Hyphodermataceae (3/4)</i>	<i>Basidiuradulum (1)</i> , <i>Hyphoderma (2)</i> , <i>Hypochnicium (1)</i>
<i>Steccherinaceae (3/7)</i>	<i>Irpex (1)</i> , <i>Steccherinum (3)</i> , <i>Trichaptum (3)</i>
LACHNOCLADIALES (1/1)	
<i>Lachnocladiaceae (1/1)</i>	<i>Vararia (1)</i>
PERENNIPORIALES (1/1)	
<i>Perenniporiaceae (1/1)</i>	<i>Heterobasidion (1)</i>
PHANEROCHAETALES (4/5)	
<i>Phanerochaetaceae (2/3)</i>	<i>Phanerochaete (2)</i> , <i>Phlebiopsis (1)</i>
<i>Rigidoporaceae (2/2)</i>	<i>Climacocystis (1)</i> , <i>Oxyporus (1)</i>
POLYPORALES (1/2)	
<i>Polyporaceae (1/1)</i>	<i>Polyporus (1)</i>
SCHIZOPHYLLALES (9/12)	
<i>Schizophyllaceae (9/12)</i>	<i>Chondrostereum (1)</i> , <i>Gloeoporus (1)</i> , <i>Mycocacia (1)</i> , <i>Phlebia (4)</i> , <i>Plicatura (1)</i> , <i>Porothelium (1)</i> , <i>Punctularia (1)</i> , <i>Resinicium (1)</i> , <i>Schizophyllum (1)</i>
STEREALES (6/10)	
<i>Chaetodermataceae (3/3)</i>	<i>Chaetoderma (1)</i> , <i>Crustoderma (1)</i> , <i>Veluticeps (1)</i>
<i>Cylindrobasidiaceae (1/1)</i>	<i>Cylindrobasidium (1)</i>
<i>Peniophoraceae (2/6)</i>	<i>Peniophora (3)</i> , <i>Stereum (3)</i>
THELEPHORALES (1/2)	
<i>Thelephoraceae (1/2)</i>	<i>Tomentella (2)</i>
XENASMALES (4/5)	
<i>Sistotremataceae (1/1)</i>	<i>Trechispora (1)</i>
<i>Tubulicrinaceae (2/3)</i>	<i>Subulicystidium (1)</i> , <i>Tubulicrinis (2)</i>
<i>Xenasmataceae (1/1)</i>	<i>Phlebiella (1)</i>

Итого: 21 порядок, 41 семейство, 89 родов, 162 вида.

* Окончание. Начало в № 5 и 6.

става. На долю видов мультирегионального ареала приходится 48 % (*Antrodia serialis*, *Fibricium rude*, *Hypodontia barba-jovis*, *Postia tephroleuca*, *Trametes hirsuta* и др.), а на виды с голарктическим распространением – 42 % (*Asterodon ferruginosus*, *Clavulina coralloides*, *Phlebia centrifuga*, *Postia stiptica*, *Skeletocutis carneogrisea* и др.). К видам с европейским типом ареала относятся 4 % изученных грибов (*Antrodia mellita*, *Ceriporiopsis aneirina*, *Skeletocutis kuehnerii* др.), а евразийский тип ареала имеют 6 % видов (*Craterellus cornucopioides*, *Daedaleopsis septentrionalis*, *Peniophora cinerea* и др.) (рис. 3). Таким образом,

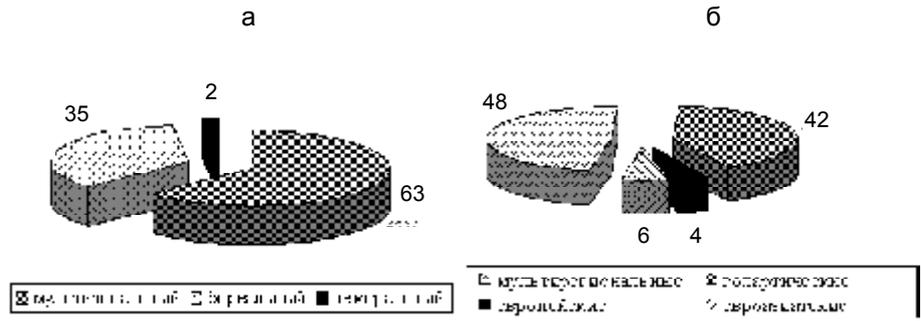


Рис. 3. Соотношение (%) географических элементов (а) и типов ареала (б) афиллофороидных макромицетов заказника «Важъелью».

преобладающими в биоте афиллофороидных макромицетов заказника «Важъелью» являются виды мультизонально-

го географического элемента с мультирегиональным типом ареала и бореальные виды с голарктическим типом ареала.



ЮБИЛЕЙ

Коллеги-радиоэкологи сердечно поздравляют **Клару Иосифовну Маслову** со знаменательным юбилеем – 80-летием со дня рождения!

Практически вся творческая жизнь Клары Иосифовны связана с Институтом биологии, более 30 лет она бескорыстно и преданно служила науке. Она — одна из первых женщин, посвятивших свою жизнь становлению и развитию радиобиологии в Республике Коми. Еще в 1960-е гг. первые экспедиции в район Воднинского радиевого промысла с ее участием положили начало развитию радиобиологических исследований популяций диких животных. В 1970-1980 гг. под ее руководством получили всестороннее развитие исследования на одном из представителей радиозоологической группы тесного контакта с почвой — полевкой-экономкой. Был показан необычайно высокий эффект действия малых доз ионизирующей радиации и уязвимость этого вида мышевидных грызунов к их действию. Клара Иосифовна всегда была большим помощником и сторонником научных идей, развиваемых в течение 25 лет заведующим отделом радиоэкологии Всеволодом Ивановичем Масловым. Благодаря ее стараниям в отделе получили широкое развитие гистологические и биохимические исследования, которые в настоящее время продолжают ее ученики. Ею совместно с В.И. Масловым впервые доказано, что в природных условиях ионизирующая радиация в малых дозах, действуя в комплексе со всеми сопутствующими факторами среды, оказывает на организм действие, обуславливая типичную картину лучевого поражения и одновременно его восстановления (хотя и неполного). На примере изучения популяций полевки-экономки был доказан высокий уровень морфофизиологической, гистоморфологической и биохимической изменчивости важных органов и систем под воздействием повышенного радиационного фона. Ее последователями и учениками Л.Д. Материй, О.В. Ермаковой, А.Г. Кудяшевой и др. в дальнейшем была подтверждена эффективность малых доз ионизирующей радиации на разных видах мышевидных грызунов не только на территориях с повышенным уровнем естественной радиоактивности в Республике Коми, но и в 30-километровой зоне аварии на ЧАЭС.

Клару Иосифовну мы знаем не только как ветерана отдела, отдавшей много жизненных сил на становление и развитие радиобиологии в Институте, но и как прекрасного человека, хорошую мать, бабушку и друга. Ее замечательные вышивки, которыми она увлеченно занялась, выйдя на пенсию, являются настоящими шедеврами и украшают дома не только своих близких и родных, но и всех ее друзей в Сыктывкаре и других городах России, ближнего и дальнего зарубежья.

Мы всегда, дорогая Клара Иосифовна, помним о Вас, гордимся, что работали с Вами в одном коллективе, и передаем слова благодарности и признательности за все, что Вы сделали для Института и тех, кто Вас окружал.

Пушай стрелой летят года,
Их задержать не в нашей власти.
Так пусть же будет так всегда —
Чем больше лет —
Тем больше счастья!

Желаем много лет прожить,
Здоровье, бодрость сохранить!
Желаем Вам друзей иметь,
И в жизни много суметь.

Радиоэкологи

На исследованной территории представлены леса различных формаций: ельники, сосняки, березняки, осинники и смешанные насаждения. Наибольшее число видов афиллофороидных грибов отмечено для смешанных хвойно-мелколиственных и еловых лесов, 127 и 121 вид соответственно. Высокое видовое разнообразие афиллофороидных макромицетов в данных лесных формациях объясняется тем, что на территории заказника последние занимают значительные площади, к тому же они, как правило, имеют более разнообразный состав древесных пород, нежели другие лесные сообщества. Обычно они относятся к спелым насаждениям с большим количеством валежа на разной стадии разложения, что является немаловажным условием для развития разнообразных по видовому составу комплексов афиллофороидных грибов. В лесах других формаций – сосняках и осинниках – число видов практически одинаково – 81 и 85 соответственно, наименьшее число видов отмечено в березняках – 55 (рис. 4). Для ельников и смешанных лесов характерно и наибольшее число специфичных видов – 15 и 13 соответственно. Среди них такие афиллофороидные грибы, не встречающиеся в других формациях, как *Cystostereum murrayi*, *Parmastomyces mollissimus*, *Postia leucomallella*, *Tomentella ellisia* и др. (найденные только в ельниках) и *Aleurodiscus amorphus*, *Laxitextum bicolor*, *Punctularia strigosozonata* и др. (отмечены только в смешанных насаждениях). Для остальных лесных формаций количество специфичных видов незначительно (рис. 4). Отмечены во всех лесных фор-

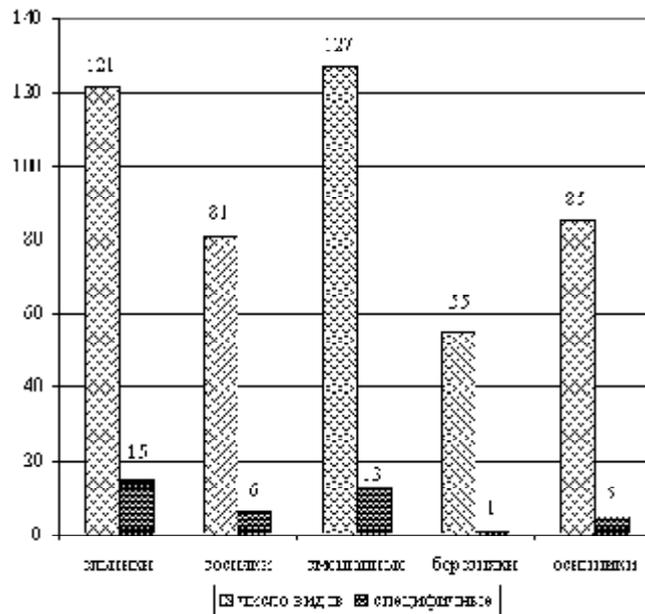


Рис. 4. Соотношение количества видов афиллофороидных макромицетов в лесах различных формаций и видов, характерных для данных формаций.

мациях 30 видов афиллофороидных грибов (*Antrodia serialis*, *Bjerkandera adusta*, *Fomes fomentarius*, *Phlebiella sulphurea*, *Stereum sanguinolentum* и др.). Из лиственных пород наибольшей видовой специфичностью обладает осина, на деревьях этого вида зарегистрировано 19 видов афиллофороидных макромицетов, не отмеченных на других фанерофитах (*Antrodia mellita*, *A. pulvinascens*, *Ceriporiopsis pannocincta*, *Peniophora polygonia*, *Tomentella stuposa* и др.). На березе отмечено 14 видов (*Antrodia romellii*, *Leptosporomyces galzinii*, *Piptoporus betulinus*, *Trichaptum pargamentum* и др.), которые не встречаются ни на одной из других древесных пород. На почве игумусовом покрове на территории заказника было выявлено 18 видов, главным образом рогатиковых грибов (*Clavaria argillacea*, *Clavariadelphus sachalinensis*, *Ramaria eumorpha*, *Ramaria suecica* и др.). Два вида – *Athelia bombacina* и *Skeletocutis carneogrisea* – были найдены на плодовых телах других трутовиков.

По приуроченности к тем или иным древесным породам распределение афиллофороидных макромицетов было следующим: на ели отмечено 65 видов,

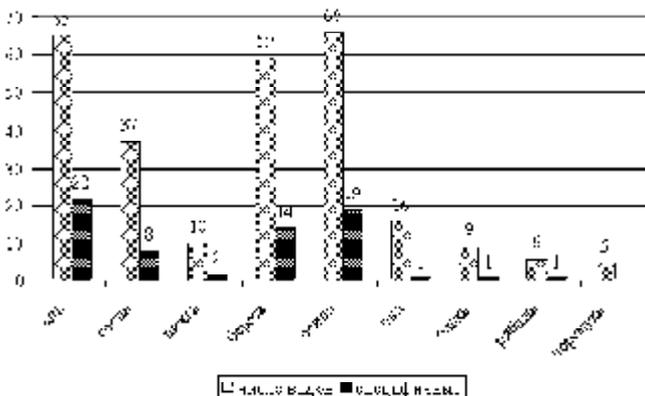


Рис. 5. Субстратная специализация афиллофороидных макромицетов по породам и количество видов, характерных для данной породы.

на сосне – 37, пихте – 10, березе – 59, осине – 66, иве – 16, ольхе – 9 видов, на рябине и черемухе – 6 и 5 видов соответственно (рис. 5). Как правило, узко специализированных видов немного, большинство дереворазрушающих грибов приурочены к определенным группам пород (хвойные или лиственные). Это согласуется с данными, полученными другими исследователями [6]. На хвойных породах зарегистрировано 77 видов, а на лиственных – 94. На деревьях ели встречаются 22 вида, не отмеченные на других породах (*Aleurodiscus amorphus*, *Dacryobolus karsstenii*, *Peniophora pithya*, *Onnia leporina*, *Steccherinum collabens* и др.), на сосне – 8 (*Chaetoderma luna*, *Gloeophyllum protractum*, *Phellinus pini* и др.).

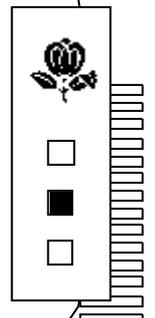
Из лиственных пород наибольшей видовой специфичностью обладает осина, на деревьях этого вида зарегистрировано 19 видов афиллофороидных макромицетов, не отмеченных на других фанерофитах (*Antrodia mellita*, *A. pulvinascens*, *Ceriporiopsis pannocincta*, *Peniophora polygonia*, *Tomentella stuposa* и др.). На березе отмечено 14 видов (*Antrodia romellii*, *Leptosporomyces galzinii*, *Piptoporus betulinus*, *Trichaptum pargamentum* и др.), которые не встречаются ни на одной из других древесных пород. На почве игумусовом покрове на территории заказника было выявлено 18 видов, главным образом рогатиковых грибов (*Clavaria argillacea*, *Clavariadelphus sachalinensis*, *Ramaria eumorpha*, *Ramaria suecica* и др.). Два вида – *Athelia bombacina* и *Skeletocutis carneogrisea* – были найдены на плодовых телах других трутовиков.

По приуроченности к тем или иным древесным породам распределение афиллофороидных макромицетов было следующим: на ели отмечено 65 видов,

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

с.н.с. **Галине Николаевне Табаленковой** с успешной защитой диссертации «Физиолого-биохимические факторы продуктивности культурных растений на Севере (подзона средней тайги европейского северо-востока России)» на соискание ученой степени кандидата биологических наук (Москва, ТСХА).

Научный руководитель — д.б.н., проф. Т.К. Головкин



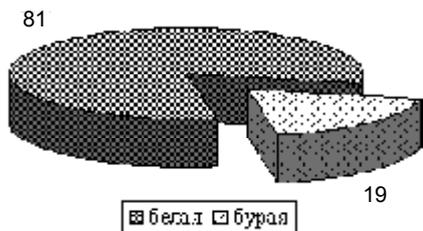


Рис. 6. Соотношение типов гнили.

Из 139 видов, для которых по литературным данным удалось установить тип гнили, 113 видов (81 %) вызывают белую гниль, а 26 (19 %) относятся к грибам бурой гнили (рис. 6). Полученные результаты практически совпадают с данными по Ленинградской области [1] и Республике Карелия [6]. Из этого следует, что по процентному соотношению афиллофороидных грибов, вызывающих белую и бурую гнили, исследованная биота афиллофороидных макромицетов заказника «Важъелью» характерна для таежной зоны.

По отношению к влажности в исследованных лесах преобладают мезофилы – 88 видов (54 % общего числа видов, отмеченных для исследованной территории). Виды, являющиеся гигрофилами, составляют 69 (21 %), а на долю ксерофилов приходится 46 видов (25 %). При этом на территории заказника наиболее распространены афиллофоровые грибы с мономитической и димитической гифальными системами – 102 и 44 вида (63 и 27 %) соответственно, что также характерно для таежных лесов, в которых наблюдается большое количество крупномерного валежа на различных стадиях разложения [1, 2, 8]. Таким образом, можно предположить, что исследованные лесные экотопы являются оптимальными для существования мезофильных видов афиллофороидных грибов с димитической и мономитической гифальными системами, к которым относится подавляющее большинство видов.

На территории заказника найдены три вида (*Clavariadelphus pistillaris*,

Craterellus cornucopioides и *Steccherinum luteocalbum*), включенные в «Красную книгу Республики Коми».

В последнее время при исследовании состояния ландшафтов много внимания уделяют индикаторным видам лишайников, грибов, насекомых и других организмов, которые показывают степень нарушенности лесных экосистем [9]. Особенно это касается видов, которые существуют только в девственных и старовозрастных лесах или являются характерными для них. Среди афиллофороидных макромицетов, выявленных на территории заказника, присутствуют такие виды-индикаторы. Например, *Cystostereum murrayi*, *Phlebia centrifuga*, *Postia hibernica* и *Steccherinum collabens* являются одними из важнейших индикаторов девственных лесов. Другие зарегистрированные древоразрушающие грибы (*Asterodon ferruginosus*, *Fomitopsis rosea*, *Onnialeporina*, *Phellinus ferrugineofuscus*, *Ph. viticola*, *Pycnoporellus fulgens*) – наиболее значимые виды старовозрастных лесов, которые существенно страдают от практики ведения лесного хозяйства. *Phellinus nigrolimitatus* и *Postia leucomallella* – виды, которые развиваются сильно разложившейся древесине, и поэтому обычны в старовозрастных лесах, а в лесных массивах, пройденных рубками, значительно страдают – сокращают численность, либо исчезают.

Проведенное обследование показало, что растительный покров на территории заказника «Важъелью» в значительной степени трансформирован антропогенной деятельностью. Это связано с тем, что заказник располагается в окрестностях крупных населенных пунктов – столицы Республики Коми – г. Сыктывкар и центра Сыктывдинского административного района – с. Вильгорт. На охраняемые природные комплексы оказывают влияние автомобильные трассы (основная и объездная дороги Киров–Сыктывкар). На территории резервата

проходит железнодорожная ветка, соединяющая железнодорожный вокзал с территорией строящегося аэропорта «Сыктывкар», имеются другие линейные сооружения (ЛЭП, газопровод) и два отработанных карьера. По границам заказника располагаются лесопитомник, земли птицефабрики «Вильгортская», дачный поселок.

Однако наличие подобных охраняемых территорий важно с точки зрения поддержания экологического равновесия, экологического и эстетического воспитания и образования населения, экологического туризма. Заказник «Важъелью» важен для сохранения биологического разнообразия. Болота и заболоченные леса, располагающиеся в притеррасном понижении р. Важъелью, являются местами обитания редких видов, прежде всего из семейства орхидные. Здесь, в частности, выявлены значительные по численности и устойчиво существующие популяции *Cypripedium calceolus* – вида, внесенного в красные списки МСОП. В пределах заказника полоса шириной 500 м вдоль р. Важъелью по каждому берегу должна рассматриваться как зона наиболее строгого режима охраны. С учетом того, что территория резервата традиционно используется для рекреации, здесь может быть разрешен сбор ягод и грибов, другие виды отдыха. Однако необходимо предусмотреть строгое нормирование нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарцева М.А. Факторы, влияющие на распространение афиллофоровых грибов по типам леса // Проблемы изучения грибов и лишайников. Тарту, 1965. С. 23-28.
2. Змитрович И.В. Распространение афиллофоровых грибов по территории Санкт-Петербурга // Микология и фитопатология, 1997. Т. 31, вып. 1. С. 19-27.
3. Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар, 1993. 192 с.

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

с.н.с. **Груздеву Ивану Владимировичу**, награжденному Дипломом за научное руководство студенческой работой*, отмеченной медалью Министерства образования Российской Федерации по итогам открытого конкурса 2003 г. на лучшую работу студентов по естественным, техническим и гуманитарным наукам в вузах Российской Федерации.

* Дипломная работа «Гумусовые вещества – источники фенольных соединений в природных и питьевых водах» студент V курса химико-биологического факультета СГУ М. Косолапова (соруководитель – к.х.н. В.В. Сталюгин, доцент кафедры физической химии химико-биологического факультета СыктГУ).

4. Красная книга Республики Коми. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. М., 1998. 528 с.

5. Красная книга РСФСР. Т. 2. Растения. М., 1988. 590 с.

6. Лосицкая В.М. Афиллофоровые грибы Республики Карелия: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1999. 24 с.

7. Лосицкая В.М. Афиллофороидные грибы особо охраняемых природных территорий Республики Карелия // Грибные сообщества лесных экосистем: Матер. координац. исслед. М.-Петрозаводск, 2000. С. 42-75.

8. Мухин В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов западносибирской равнины. Екатеринбург: Наука, 1993. 479 с.

9. Kotiranta H., Niemi T. Uhanalaiset käävät Suomessa // Toimen, uudistettu pianos, Helsinki, 1996. 133 p.

10. Nordic macromycetes / Ed. L. Hansen, H. Knudsen. Vol. 3. Heterobasidioid, aphylloroid and gasteromycetoid Basidiomycetes. Copenhagen, 1997. 445 p.



КОНФЕРЕНЦИИ



ВОСЬМАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВОЛЬФСБЕРГСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ И ОНКОЛОГИИ (26-28 июня 2004 г.)

д.б.н. А. Москалев

Уже восьмой год подряд июнь ознаменован международной Вольфсбергской конференцией по молекулярной радиационной биологии и онкологии, проводимой в тихом уголке Швейцарии – замке Вольфсберг, близ городка Эрматинген на озере Констанции. Этот небольшой замок был построен в XVIII веке и самым известным его владельцем, пожалуй, был Наполеон Бонапарт. В настоящее время поместье является гостиницей и довольно часто принимает в своих стенах всевозможные конференции.

Как и всегда, оргкомитет собрал ровно 110 участников. Из них 10 приглашенных лекторов и 100 рядовых докладчиков. Все представленные страны перечислить невозможно, достаточно лишь сказать, что помимо стран Евросоюза присутствовали коллеги из США, Канады, Индии, Австралии и Японии.

Спектр научных сообщений охватывал все наиболее актуальные направления молекулярной радиобиологии (радиационно-индуцированные механизмы клеточного ответа): контроль клеточного цикла, внутриклеточная передача сигнала, радиационно-индуцированное повреждение ДНК и его репарация, микроокружение, молекулярные мишени в радиационной онкологии.

В замечательном обзоре по механизмам хромосомных повреждений, выполненным Питером Брайантом (Великобритания), был обобщен весь материал, касающийся данной проблемы за последние десятилетия. Было выделено три модели хромосомных aberrаций (первичный раз-

рыв, неправильная рекомбинация и транскрипционные нарушения) и хроматидных разрывов (первичный разрыв, обменная модель, сигнальная модель) и представлены их молекулярные обоснования, все «за» и «против».

Д-р Рут Мушель (США) в своей лекции рассказала о новейших достижениях по выяснению взаимосвязи регуляции клеточного цикла и повреждения молекулы ДНК. В докладе была затронута роль в данном явлении ингибиторов циклин-зависимых киназ, киназы АТМ, транскрипционно-го фактора р53, так называемых «контрольных точек клеточного цикла», в которых повреждение ДНК вызывает остановку клеточного роста для успешной ее репарации.

Д-р Бернард Лопес (Франция) осветил концепции возникновения двухцепочечных повреждений ДНК в клетках млекопитающих и показал существование двух конкурентных механизмов их репара-



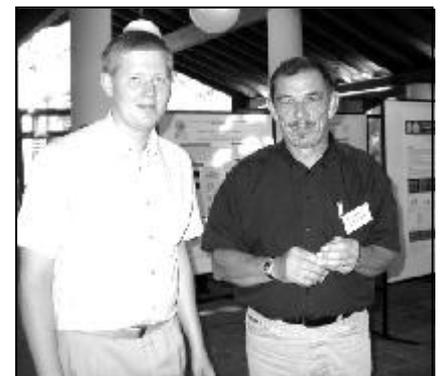
Намечаются совместные исследования. Рядом с д-ром Оди Сиборн (Гронинген, Голландия).



Беседа с председателем Европейского радиобиологического общества Вольфгангом Дёром (Дрезден, Германия).



Единственный представитель России не был обделен вниманием оргкомитета. Слева – профессор Стефан Бодис (Цюрих, Швейцария), справа – профессор Питер Родеманн (Турбинген, Германия).



Рядом с председателем международного оргкомитета конференции Питером Родеманном (Турбинген, Германия).

ции – гомологичной и негомологичной рекомбинации ДНК.

После конференции остается ощущение сопричастности к современным достижениям молекулярной генетики и радиобиологии, желание завоевать свою нишу на фоне высокой научной конкуренции.

В заключение хочу поблагодарить директора Института биологии Анатолия Ивановича Таскаева и Фонд поддержки молодых ученых (грант президента РФ), без поддержки которых данная поездка не состоялась бы.



КОЛОНКА УЧЕНОГО СЕКРЕТАРЯ



к.б.н. Л. Ковлер

На пятнадцатом заседании ученого совета 16 марта было продолжено обсуждение рабочих программ экспедиционных отрядов на полевой сезон 2004 г. О планах экспедиций доложили начальники отрядов Е.Д. Лодыгин, И.Ф. Чадин, Т.В. Бабак. На этом же заседании был принят план подготовки научных сообщений на 2004 г. О выполнении плана подготовки работ в этой серии за последние три года сообщил А.И. Таскаев. Более 15 работ не было подготовлено к изданию.

23 марта состоялось следующее заседание ученого совета. Основным вопросом было рассмотрение рабочих программ 13 экспедиционных отрядов. Как и раньше, директор А.И. Таскаев обращал внимание на составление конкретных программ для того, чтобы была возможность проверить эффективность использования выделенных денежных средств. Был также рассмотрен вопрос о выполнении плана редакционной подготовки монографий и сборников за 2001-2003 гг. и утверждении плана на 2005 г. В план изданий на 2005 г. включено пять работ по издательству «Наука» (С.-Петербург), четыре монографии по издательству УрО РАН, семь работ по Коми НЦ УрО РАН.

26 марта было проведено заседание Общего собрания научных сотрудников Института с целью поддержки кандидатуры А.И. Таскаева на должность директора Института в связи с истечением срока полномочий. На собрании присутствовало 145 человек, из них 131 научный сотрудник. Вел заседание председатель президиума Коми НЦ УрО РАН академик М.П. Рощевский. После отчетного доклада А.И. Таскаева было проведено тайное голосование, в результате которого было принято почти единогласное решение поддержать кандидатуру А.И. Таскаева для избрания Общим собранием УрО РАН на должность директора Института биологии Коми научного центра УрО РАН.

На седьмом заседании ученого совета были заслушаны отчеты аспирантов последнего года обучения. В этом году аспирант урс отрывом от производства заканчивают 14 человек, без отрыва от производства – один человек. Основной задачей членов Ученого совета было выяснение степени подготовки диссертационных работ аспирантов. В этом году это особенно актуально, так как вакантных штатных единиц в Институте практически нет, и не все аспиранты будут

трудоустроены. О сдаче дел в архив Коми НЦ УрО РАН доложила ученый секретарь Л.А. Ковлер. Всего сдано 66 дел, в основном законченные в делопроизводстве в 2001 г. Были отмечены подразделения, хорошо ведущие делопроизводство, а также подразделения, где делопроизводство на должном уровне не ведется.

Восьмое заседание ученого совета состоялось 27 апреля. С.н.с. лаборатории экологической физиологии растений Г.Н. Табаленкова выступила с докладом по диссертации «Физиолого-биохимические факторы продуктивности культурных растений на Севере», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.12 – «физиология и биохимия растений». После всестороннего обсуждения работа единогласно была рекомендована к защите. На этом же заседании были рекомендованы к печати работа Т.К. Головки, С.В. Куренковой, Г.Н. Табаленковой «Реализация продукционного потенциала ячменя в условиях центральной зоны Республики Коми» (изд-во Коми НЦ УрО РАН; Сер. «Научные рекомендации – народному хозяйству») и материалы VI рабочего совещания по сравнительной флористике «Раз-

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

к.с.-х.н. **Алексю Александровичу Потапову**,
лауреату в номинации «Изобретатель 2004»

Рационализаторское предложение «Внедрение сортов люпина узколистного в сельское хозяйство Республики Коми как высокобелковой кормовой культуры».

Изучение коллекции новых сортов этого вида позволило выделить перспективные сорта для внедрения в сельское хозяйство Республики Коми – это сорта люпина узколистного «Кристалл», «Свежесть» и «Сидерат-38». Выращивание люпина узколистного наиболее эффективно при оптимизации симбиотического питания растений путем формирования продуктивной бобово-ризобияльной системы и ее активного функционирования.



витие сравнительной флористики в России: вклад школы А.И. Толмачева» (Отв. ред. С.В. Дегтева; изд-во Коми НЦ УрО РАН).

На девятом заседании 18 мая был заслушан научный доклад ведущего научного сотрудника отдела геоботаники и проблем природовосстановления д.б.н. И.Б. Арчеговой «О биологической сущности почвы». Доклад вызвал много вопросов. На этом же заседании кандидатуры с.н.с., к.б.н. Т.И. Евсеевой, с.н.с., к.х.н. И.В. Груздева и с.н.с., к.б.н. Е.Д. Лодыгина были выдвинуты на соискание ученого звания «доцент по специальности», кандидатуры с.н.с. к.б.н. О.В. Дымовой, д.б.н. А.А. Москалева, к.б.н. Е.Д. Лодыгина – на соискание медали РАН с премией для молодых ученых. На этом же заседании была присуждена стипендия им. акад. ВАСХНИЛ, чл.-корр. АН СССР П.П. Вавилова для аспирантов Института биологии. Конкурс выиграла аспирант третьего года обучения А.В. Машика и аспирантка второго года обучения А.А. Таскаева. Стипендия для студентов СГУ в этом году была присуждена М.И. Абрамовой.

10-е, расширенное заседание ученого совета (28 мая) было посвящено 100-летию со дня рождения крупного исследователя в области интродукции полезных растений, известного ученого-биолога д.с.-х.н. К.А. Моисеева. Заседание проходило в особой атмосфере, поскольку участие в нем приняли супруга Константина Алексеевича Кира Сергеевна, а также его дочь и сын. Заседание вел председатель Коми НЦ УрО РАН академик М.П. Рождевский. О жизненном пути К.А. Моисеева рассказал зав. отделом Ботанический сад проф. В.П. Мишу-

ров. О большом вкладе К.А. Моисеева в становление и развитие интродукционных исследований в Республике Коми сообщила к.с.-х.н. Г.А. Волкова

Основным вопросом повестки дня 11-го заседания 1 июня было выдвижение кандидатур в новый состав ученого совета. После обсуждения предложений, поступивших от научных подразделений, и рекомендаций членов ученого совета были выдвинуты В.А. Безносиков, К.С. Бобкова, В.В. Володин, Е.В. Гармаш, Т.К. Головкин, С.В. Дегтева, М.М. Долгин, В.В. Елсаков, Г.В. Железнова, С.В. Загирова, В.Г. Зайнуллин, А.Б. Захаров, Б.М. Кондратенко, А.Г. Кудяшева, Е.М. Лаптева, Ю.Н. Минеев, В.П. Мишуров, А.А. Москалев, Е.Н. Патова, В.И. Пономарев, Г.В. Русанова, Г.А. Симонов, А.Г. Татаринцев. В соответствии с уставом Института директор и ученый секретарь входят в состав ученого совета, но в выборах не участвуют. Было принято решение провести конференцию научных сотрудников Института 8 июня с.г. и предложить делегатам избрать ученый совет в составе 21 человека. На заседании был заслушан доклад и рекомендована к печати работа С.Ю. Огородниковой, Т.К. Головкин, Т.Я. Ашихминой «Реакции растений на фосфорорганический ксенобиотик – метилфосфоновую кислоту» (изд-во Коми НЦ УрО РАН; Сер. «Научные доклады»).

8 июня была проведена конференция научных сотрудников Института. После трех туров голосования было избрано 18 человек: д.с.-х.н. В.А. Безносиков, д.б.н., проф. К.С. Бобкова, д.б.н. В.В. Володин, к.б.н. Е.В. Гармаш, д.б.н., проф. Т.К. Головкин, д.б.н. С.В. Дегтева, д.б.н., проф.

М.М. Долгин, к.б.н. В.В. Елсаков, д.б.н. С.В. Загирова, д.б.н. В.Г. Зайнуллин, к.б.н. А.Б. Захаров, к.х.н. Б.М. Кондратенко, д.б.н. А.Г. Кудяшева, к.б.н. Е.М. Лаптева, д.б.н. Ю.Н. Минеев, к.б.н. Е.Н. Патова, к.б.н. В.И. Пономарев, д.б.н. Г.А. Симонов. Новый состав ученого совета приступит к работе после утверждения президиумом УрО РАН.

12-е заседание ученого совета состоялось 15 июня. На обсуждение была вынесена диссертационная работа Д.А. Косолапова «Афилофороидные макромицеты подзон средней тайги Республики Коми», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.24 – микология. Обсуждение сопровождалось многочисленными вопросами, что свидетельствовало об интересе к работе. Семь научных работ было рекомендовано к печати в издательствах «Наука» (С.-Петербург) и Коми НЦ УрО РАН. На этом же заседании были рассмотрены кандидатуры молодых ученых и аспирантов Института для участия в нескольких конкурсах. Н.с., к.б.н. А.А. Колесникова, м.н.с. Д.А. Каверини н.с., к.б.н. И.В. Далека были выдвинуты на соискание премии правительства Республики Коми в области фундаментальных научных исследований для молодых ученых. На стипендию правительства Республики Коми был рекомендован аспирант Д.С. Бачаров. Работы с.н.с., д.б.н. А.А. Москалева, с.н.с., к.б.н. О.В. Дымовой и н.с., к.б.н. Е.В. Шамриковой были выдвинуты на соискание премии им. Н.В. Тимофеева-Ресовского за лучшую работу в области биологии для молодых ученых УрО РАН.

Работа Ученого совета в новом составе будет продолжена осенью.

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

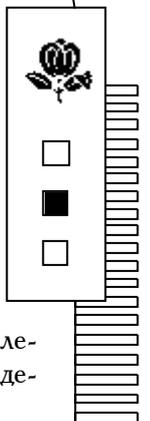
с.н.с. **Ольге Александровне Лоскутовой** с награждением за многолетний добросовестный труд Почетной грамотой Республики Коми.

Указ Главы Республики Коми № 90 от 25 июня 2004 г.

* * *

ст. лаборанту-исследователю **Вере Петровне Меньшиковой** и с.н.с. **Клавдии Степановне Зайнуллиной** с награждением за многолетний плодотворный труд на благо российской науки, успешное содействие развитию фундаментальных и прикладных научных исследований, проводимых в Уральском отделении РАН, Почетными грамотами Российской академии наук и профсоюза работников Российской академии наук.

Постановление президиума РАН и совета профсоюзов работников РАН № 42/13 от 30 июня 2004 г.



ИСТОРИЯ

К 60-летию Коми НЦ

ПРОКОПИЮ ВАСИЛЬЕВИЧУ ПОРНАЧЕВУ 100 ЛЕТ

Прокопий Васильевич родился 21 июля 1904 г. в селе Кибра (Куратово) Сысольского района.

Высшее образование П.В. Порначев получил до войны – в 1936 г. окончил Вологодский сельскохозяйственный институт, агрономический факультет. Работал до ухода на фронт заведующим Фаленским государственным сортоучастком госкомиссии по сортоиспытанию Наркомзема СССР.

В 1946 г. Прокопий Васильевич Порначев был принят на работу в Коми Базу АН СССР на должность младшего научного сотрудника в сектор растительных ресурсов. Он был участником Великой Отечественной войны.

С первых дней работы в Коми Базе АН СССР (с 1949 г. – Коми филиал АН СССР) Прокопий Васильевич, будучи опытным специалистом в области сортоиспытаний в растениеводстве, приступил к созданию новых сортов зерновых культур, перспективных в условиях Коми АССР. Я помню, как он мечтательно говорил: «Хотелось бы, чтобы в Коми крае можно было есть свой хлеб!».

В течение многих лет П.В. Порначев изучал особенности биологии развития зерновых культур в климатических условиях Республики Коми. Он вложил много труда в изучение местных и селекционных сортов ячменя, овса и других зерновых культур с целью отбора наиболее урожайных и пригодных для возделывания в условиях нашей республики.

В результате кропотливого труда Прокопий Васильевич вывел новые сорта: ячмень «Сысольский 95» и овес «Северный 209». Новый сорт двурядного ячменя «Сысольский 95» выведен из местных ячменей и по основным хозяйственным признакам (урожайность, скороспелость и др.) превосходил сорт «Винер», районированный для южной зоны республики.

Новые сорта ячменя «Сысольский 95» и овса «Северный 209» были переданы в государственную сорто-



испытательную комиссию и высевались в ряде колхозов Сыктывдинского, Сысольского и Прилузского районов. Ячмень «Сысольский 95» по постановлению государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур был включен в конкурсное испытание на сортоиспытательных участках Архангельской, Кировской, Молотовской (Пермской) областей и Республики Коми.

По итогам многолетних исследований П.В. Порначев подготовил кандидатскую диссертацию на тему «Ячмень в Коми

АССР» и успешно защитил ее в 1956 г. в Горьковском государственном сельскохозяйственном институте. Ему была присуждена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук.

П.В. Порначев вел большую просветительскую работу среди колхозных кадров по основам агрономической науки. Крупных специалистов в сельскохозяйственном производстве было мало. По решению директивных органов Коми АССР П.В. Порначев был направлен главным агрономом Гривенской машинно-тракторной станции.

В дальнейшем в течение 14 лет он возглавлял инспектуру госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур по Коми АССР.

Прокопия Васильевича не стало в 1975 г.

Он был первым и единственным селекционером зерновых культур в Республике Коми. К сожалению, сорта, выведенные им, утеряны.

В его научном наследии 15 работ, в том числе «Местные ячмени в Коми АССР», «Озимая пшеница в Коми АССР», «Резервы повышения урожайности зерновых культур в колхозах Коми АССР». Работы П.В. Порначева в настоящее время, когда возрождается зерновое хозяйство в Республике Коми, приобретают особое значение.

д.с.-х.н. И. Забоева

ЭКСПЕДИЦИИ

НОВИЧОК ПРИЕХАЛ

к.б.н. В. Мартынов

В удаленных от населенных пунктов районах сотрудники экспедиционных отрядов лицом к лицу сталкиваются с Природой, матерью нашей. Природу нужно не только любить, восхищаться ею, бережно относиться к ней, лелеять ее, но и остерегаться. Остерегаться – значит уважать. Находясь в удаленных от населенных пунктов районах, чаще вспоминайте народную мудрость: «Береженого и бог бережет».

Территория лагеря должна быть отмечена на карте.

Выход с сотрудников отряда за пределы лагеря

без ведома начальника отряда запрещается.

(Из Инструкции о порядке организации и проведения научных экспедиций)

«Последний поцелуй уходящего лета...» – слов а известного шлягера начинали звучать в всякий раз, когда взгляд

падал на голубое небо в барашках кучевых облаков, от ражающихся в синей глади реки, на разноцветье осенней тайги,

освещенной по-летнему теплым солнцем. Ранним утром Саньч, запустив вивидавший виды «Вихрь», умчал сотрудни-

ков отряда вниз по реке, чтобы вечером вернуться с новой сменой. Я остался в лагере один. За разборкой биологических образцов день пролетел незаметно. Оставалось обработать с дюжину мальков, замерших в ожидании своей участи на дне эмалированного ведра с водой. Пестренькие вальковатые рыбки длинной со спичечный коробок ничем не походили на крупных серебристых лососей, ежегодно заходящих из моря в Печору и поднимающихся по ней на многие сотни километров с тем, чтобы дать жизнь таким вот малькам. Непрошеное чувство жалости и шевельнулось в груди. Однако наука требует жертв – успокоил я потревоженную совесть и положил одного из бездвигательных мальков на столик бинокля. Надо было успеть до заката солнца завершить обработку материала. Поэтому, заслышав приближающийся шум мотора, я не стал тратить время на встречу прибывшей смены и оторвался от окуляров микроскопа лишь тогда, когда услышал за спиной шум открываемой двери и молодой девичий голос.

– Где тут у вас туалет?

– Да тут рядом, за избой по тропинке, – ответил я, мельком взглянув на вновь прибывшую, и снова погрузился в работу.

Только часа через три был обследован последний малек. Распрямив затекшую спину и испытывая чувство выполненного долга, я отправился к костру. Огромный красный диск солнца уже коснулся краем кромки леса на противоположном берегу реки. Длинные тени легли на каменистый берег и поверхность воды. Солнце на глазах проваливалось за горизонт. В его прощальных лучах на берегу широкой речной излучины я заметил темную точку. Похоже, медведь вышел к реке, на ночь глядя. Приглядев шись в нимательней, я обнаружил, что точка имеет вертикальные очертания и медленно движется в сторону лагеря. Человек. Любопытно, кто же это может быть? Ведь до ближайшего населенного пункта не менее шестидесяти кило-

метров. Скорее всего, у кого-то отстал мотор, и потерпевший идет за помощью. Пока я колол дрова, разводил костер и ставил на огонь чайник с водой, солнце скрылось за горизонтом. По очертанию фигуры и походке я опознал в путнике женщину. Любопытство мое возросло. Закипел чайник. С кружкой горячего чая в руке я присел на чурку и стал наблюдать за загадочным пришельцем. Наконец, с изумлением в приближающейся женщине я узнал нашу новенькую лаборантку. На ней был легкий шерстяной свитер коричневого цвета, темно-синие джинсовые брюки и короткие резиновые сапоги. На бледном лице выделялись большие круглые глаза. Рука с кружкой дрогнула, и горячий чай выплеснулся мне на колени.

– Ты где была? – вырвалось у меня.

– Туалет искала... – ответила та дрогнувшим голосом.

– Какой туалет в такой дали? Вам должно быть известно, что согласно инструкции..

– Но я же сказала, куда иду, и Вы сами послали меня по тропинке...

Мне ничего не оставалось, как молча развести руками. Действительно, заведение, в котором пешком ходят даже цари, было сооружено на склоне долины ручья из подручных материалов и сокрыто от постороннего взгляда стенкой из елочек. Уезжая, Саныч заменил подсохшую и ставшую прозрачной ширму свежими деревцами, сделавшими общественное место органичной частью пейзажа. Немудрено было городскому человеку пройти мимо него в нескольких метрах и ничего не заметить. В сгущающихся сумерках я молча наблюдал за лаборанткой, пившей горячий чай из эмалированной кружки, и думал, что та все-таки родилась под счастливой звездой и что ее можно поздравить со вторым рождением. Тайга не прощает промахов. Хорошо, что сотрудница не потеряла в экстремальной ситуации присутствия духа, смогла сориентироваться и выйти к избе. Когда я оторвался от одо-

левавших меня мыслей, было совсем темно. У ног догорал костер, руки согревали кружку с недопитым холодным чаем. Выплеснув его остатки на малиновые угли костра, подернутые сизым пеплом, я поднялся с чурки, на которой сидел, и подумал, что сегодня повезло не только лаборантке, но и начальнику отряда, а по большому счету и администрации Института.

Поздним вечером, когда сотрудники отряда рассредоточились по своим спальным мешкам, я достал чистый лист бумаги, карандаш, ластик и поближе придвинул керосиновую лампу. Постепенно из-под карандаша на листе бумаги стали проступать очертания нашего лагеря. На западе его ограничивала широкая река, на берегу которой появились обозначения лодочной стоянки и костра, снабженные соответствующими надписями. С севера лагерь обрамляла извилистая лента ручья, на котором уютно уместилось обозначение баньки по-черному. Оторвав карандаш от бумаги, я машинально почесал его тупым концом между лопаток. «Ну вот, кому до чего, а вшивому до бани», – невольно подумал я и продолжил художественные изыскания. Восточная граница лагеря пришлась на крутой склон расширяющейся долины ручья, на которой располагался злополучный туалет. На его месте я нарисовал две стилизованные елочки и, подумав, вывел жирную аббревиатуру «М и Ж». Удовлетворенно вздохнув, я замкнул территорию лагеря, проведя его южную границу по опушке, образовавшейся при строительстве избы на месте срубленных деревьев. Невдалеке от жирной аббревиатуры нарисовал и соединил извилистым пунктиром тропинки с обозначением костра. Карта лагеря была готова. Вспомнив изречение из Инструкции (лучше поздно, чем никогда), под рисунком вывел надпись: «Покидать территорию лагеря без ведома начальника отряда ЗАПРЕЩАЕТСЯ».

Закрепляя продукт своего творчества кнопками на стене, я мысленно пошутил:

* * *

*Навстречу облакам
Иду я по дороге.
Рюкзак потяжелел,
Намокли мои ноги.*

*А я иду вперед
И думаю о вечном,
Что это все пройдет
Не надо быть беспечным.*

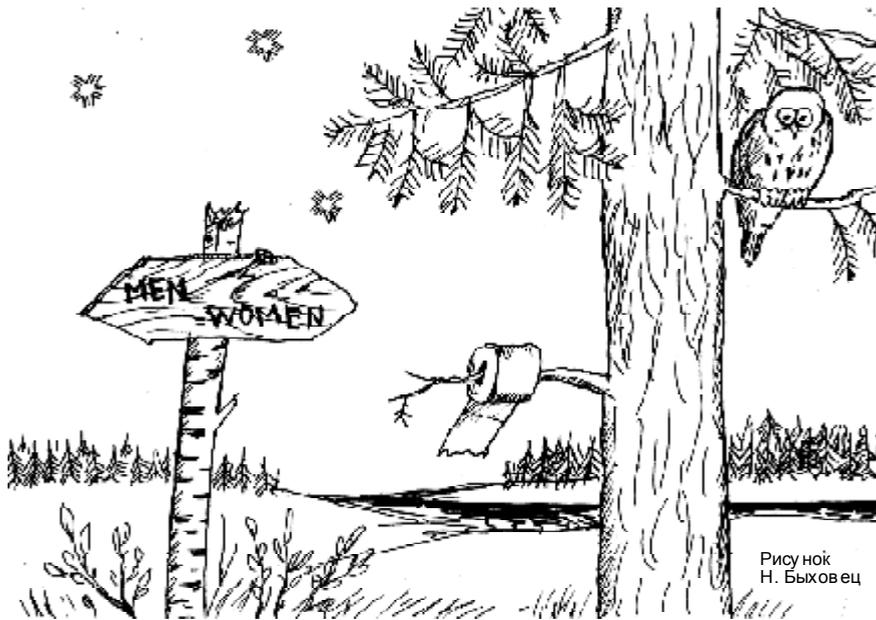
*Деревья, как гиганты
Все небо закрывают.
А птицы потихоньку
Собрались улетать.*

*Какой наряд красивый
Деревьев белоствольных,
Пройдет немного времени
И станет золотым.*

*И наконец-то, скоро
И я дойду до места
И там останусь на ночь,
С утра опять вперед.*

*И так моя дорога
Направит меня строго,
Что невозможно сбиться
И повернуть назад.*

Велизар Берестов



осталось только устроить субботник, чтобы врыть пограничные столбы...

— И натянуть колючую проволоку, — почувствовал за спиной голос студента. Но тот спал в своем спальнике сном изрядно поработавшего человека и не в едал, что начальник отряда заботливо думает о нем.

Я надел тапочки, сделанные Санычем из старых резиновых сапог, и, стараясь не шуметь, вышел на улицу. На черном небе мерцали, переливаясь, мириады звезд. Млечный Путь ребром галактической монеты пересекал небосвод, с которого одна за другой сорвались две звезды и упали совсем рядом,

где-то за кронами ближайших деревьев. В памяти всплыли сказочные образы Бажова: Хозяйка Медной горы, Серебряное Копытце... Так и подмывало выйти по тропинке на открытый берег реки и собственными глазами увидеть в пожухлой траве синие россыпи расколовшихся звезд.

Я вздрогнул. В кедраче за спиной громко заухал филин. Из темноты стали проступать очертания деревьев, и небо в обрамлении их остроконечных вершин из черного стало темно-синим. Яркие крупные звезды придвинулись ближе и застыли над самой крышей избы. Темнота наполнилась шорохами. В лицо пах-

нуло прохладным воздухом. Ночная птица бесшумно пролетела над самой головой. Тут и там на поверхности покрытого ином мха и кустиках черничника вспыхивали и гасли зеленые огоньки. Красавица Ночь холодно и бесстрастно смотрела на маленького Человека многочисленными глазами лесных жителей. На мгновение я представил себе молоденькую лаборантку в ночных дебрях остывающей приуральской тайги, одну, без теплой одежды, без огня и еды. Мне стало не по себе. Зябко передернув плечами, я осадил разыгравшееся в образе и поспешил в избу.

Спал я без сновидений и проснулся, как будто и не ложился в овсе. Косые лучи утреннего солнца пробивались сквозь пожелтевшую листву березы и неправильным четырехугольником ложились на пол и бревенчатую стену избы. Карта висела на месте. Я обернулся: спальник лаборантки был пуст.

— Ну в от, началось в колхозе утро! — подумал я, натягивая сапоги. За окном послышалось знакомое мурлыканье, шаги в коридоре, и в избу вошел Саныч.

— Где новенькая? — с тревогой спросил я.

— Да вот встала ни свет, ни заря и завтрак у костра готовит, — ответил Саныч, присаживаясь на топчан.

Я с облегчением вздохнул. В руке Саныча дымился неизменный мундштук с сигаретой, в глазах плескались кусочки ясного осеннего неба. Он улыбнулся.

— А что, пожалуй, получится из нее путная старуха!



ЭКОЛОГО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «СНЕГИРЬ»



ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ (ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И БИОИНДИКАЦИЯ)

А. Савельева¹

ученица 10 класса лицея народной дипломатии

Наземные экосистемы в черте г. Сыктывкар испытывают сильные нагрузки загрязняющих веществ, выделяемых автомобильным транспортом и промышленными предприятиями. Среди загрязняющих веществ одними из самых токсичных являются тяжелые металлы и нефтепродукты. Они накапливаются в почве и влияют на растительный и животный мир и здоровье людей. Следовательно, зная состояние почвы,

можно довольно точно оценить общее состояние окружающей среды.

Целью нашей работы являлось изучение почвенных водородов и тяжелых металлов в городских почвах и оценка экологического состояния почв города с помощью химических методов и биоиндикации.

Актуальность работы определяется увеличением интенсивности антропогенного воздействия и ростом

¹Савельева Анастасия — самый подвижный и энергичный «эколог» десятых классов лицея народной дипломатии. Успеваает практически все. Обожают танцы, занимается своей любимой экологией, с присущим ей энтузиазмом берется за любое дело, довольно-таки серьезно и ответственно относится к учебе (поэтому учится практически на одни пятерки!), при этом оставаясь в веселым и жизнерадостным человеком.

Публикуемый доклад был представлен на Пятой школьной конференции научно-исследовательских работ по экологии. Научный руководитель — Т.П. Константинова, учитель экологии. Научный консультант — к.б.н. Е.Н. Патова, старший научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН.

загрязнения городской среды выбросами автотранспорта и промышленных предприятий. Исследования почвенных водорослей и тяжелых металлов в городских почвах позволило провести оценку экологического состояния городских почв г. Сыктывкар.

Изучение городских почв было проведено во время летней экологической практики 2003 г. группой учащихся лицея народной дипломатии: Савельевой Анастасией, Матвеевой Натальей и Малышкиным Дмитрием под руководством Е.Н. Патовой, к.б.н., старшего научного сотрудника Института биологии Коми НЦ УрО РАН, которой автор выражает искреннюю благодарность.

Пробы для изучения почвенных водорослей и определения содержания тяжелых металлов были отобраны с шести площадок, расположенных в Сыктывкаре, которые подвергаются воздействию загрязнителей в той или иной степени.

Первая площадка – это газон около лицея народной дипломатии по ул. К. Маркса в трех метрах от проезжей части. Растительный покров не сомкнутый, представлен редкими злаками, подорожником, одуванчиками и многолетними цветковыми растениями: лилейниками, дельфиниумом, ирисами и водосбором.

Вторая площадка расположена во дворе дома № 208 по ул. К. Маркса – в этом дворе много зеленых насаждений – деревьев, кустарников и наблюдается сплошной травянистый покров, почти целиком состоящий из сныти и одуванчиков. Растения чувствуют себя хорошо, многие цветут. Однако неподалеку от этой площадки расположены производственные гаражи.



Третья площадка расположена на территории детского сада № 29. Наблюдается сплошной сомкнутый травянистый покров, состоящий из одуванчиков и злаков. Площадка расположена в 15 метрах от проезжей части по ул. К. Маркса.

Четвертая площадка расположена в 40-45 метрах от проезжей части в Мичуринском парке. Травянистый покров не сомкнут, состоит из злаков, клевера, подорожника, лютика и манжетки. Эта площадка находится среди берез.

Пятая площадка расположена в 20 метрах от обрывистого берега реки Сысола в Кировском парке. Сплошной травянистый покров состоит из одуванчиков, хвоща полевого, злаков, борщевика, лютика сухого, клевера и манжетки.

Шестая площадка расположена примерно в 10 метрах от проезжей части по ул. Коммунистической около Дома быта. Эта площадка подвержена наиболее сильному воздействию пыли и выхлопных газов в результате интенсивного движения автотранспорта. Почва целиком задернована, растительный покров сомкнутый, состоит из злаков, подорожника, клевера и одуванчиков.

На всех площадках, размер которых составлял 10×10 метров, были отобраны почвенные пробы по общепринятым методам (Зенова, Штина, 1990). Для этого специальным буром были взяты 10 образцов почвы (методом случайных чисел) объемом 1 см² на глубину до 1 см. Затем все образцы были тщательно перемешаны и из полученного объема почвы взята средняя проба весом 1 грамм. Один грамм почвы был размешан в одном литре дистиллированной воды, после чего из полученного раствора был отобран пипеткой 1 мл, разлит по коническим колбам, после чего в них добавлена питательная среда Дрю в объеме 25 мл. Среда Дрю (вещество в г/100 мл): K₂HPO₄ – 0.02, MgSO₄ – 0.02, CaCl₂ – > 0.01, FeCl₃ – > 0.01.

Затем колбы были закрыты ватно-марлевыми пробками и поставлены на северное окно на рассеянный свет на три месяца. Выращивание водорослей на каждой площадке было произведено в трех повторностях. Определение водорослей проводили на микроскопе Мисрон 200 (Австрия), при увеличении от 160 до 600 раз. Были выполнены микрофотографии водорослей с помощью цифровой видеонасадки на микроскоп. Оп-

ределение водорослей проводили с помощью отечественного определителя.

Навеска почвы для определения содержания тяжелых металлов (свинца, цинка, кадмия, никеля, ртути) отбиралась также до глубины 1 см, в 10 повторностях. Все образцы были перемешаны и из полученного объема взята средняя проба весом 5 г. Из нее были тщательно отобраны корешки растений и мелкие камешки и затем почву растерли в агатовой ступке до тонкодисперсного состояния. Химический анализ был проведен в лаборатории «Экоаналит» Института биологии Коми НЦ УрО РАН методом атомной абсорбции (РД.52.18191-89). В почвенных пробах определяли содержание свинца, кадмия, цинка, никеля и ртути.

Содержание тяжелых металлов в почвах города обусловлено антропогенным загрязнением – от автотранспорта, промышленных предприятий; с попаданием в почву бытового мусора. Содержание свинца, кадмия и ртути на площадках не превышает значений ПДК, принятых для химических веществ в почве. Небольшие превышения ПДК для никеля и цинка связаны, возможно, с тем, что эти металлы определялись в верхнем, сантиметровом слое почв, где концентрация всегда выше за счет того, что корни растений «подтягивают» химические вещества с глубины корнеобитаемого слоя к самой поверхности почвы.

В распределении свинца наблюдается следующая закономерность: наибольшее его количество (34 мг/кг воздушно сухой почвы) содержится в верхнем слое почвы площадки у лицея народной дипломатии и в почвах у Дома быта (22 мг/кг) и минимальное – на площадке у детского сада. Высокое содержание свин-

ца в почвах у Дома быта связано с интенсивным движением автотранспорта по ул. Коммунистической, а в почвах у лицея, возможно, с тем, что там, хотя и не такое интенсивное движение, но площадка расположена в непосредственной близости от проезжей части.

В распределении цинка наблюдается точно такая же закономерность, то есть содержание цинка в почве у детского сада минимально, а у Дома быта и лицея – максимально.

Кадмий и никель распределяются по площадкам более равномерно. Площадка у детского сада содержит наименьшее количество этих металлов, на остальных площадках содержание их значительно, что связано с повышенным содержанием этих металлов в городской среде. Свой вклад в загрязнение окружающей среды кадмием и никелем вносят кроме автотранспорта и промышленных предприятий Эжвинская ТЭС и ЦВК.

По содержанию ртути резко выделяется площадка у лицея народной дипломатии, где содержится 911 мкг/кг ртути, эта величина близка к ПДК этого элемента в почве, и вызывает серьезную тревогу. Возможно, это превышение связано с тем, что раньше в этом здании располагался городской травмпункт, и почвы около здания лицея загрязнены не только строительным щебнем, но там встречаются захоронения шприцов, термометров, ампул от лекарственных препаратов. Попадание в почву медицинского термометра вполне могло вызвать такое высокое содержание ртути – токсичного металла, способного к биоаккумуляции.

Сравнительный анализ почвенных водорослей показал, что больше всего видов обнаружено на площадке, расположенной во дворе дома № 208. Второе место занимает площадка у лицея, а третье место делят площадка у детского сада, Кировский парк и площадка у Дома быта. По сравнению с площадкой, расположенной во дворе дома № 208, где наблюдается максимальное обилие водорослей (14 видов), разнообразие водорослей на площадке Мичуринского парка уменьшается почти в два раза – здесь отмечено восемь видов.

Рост водорослей в питательных средах также имел некоторые отличия. Максимальное обилие – рост водорослей во всех трех повторностях был зарегистрирован для водорослевых сообществ в Кировском и Мичуринском парках и у лицея; на других площадках водоросли на питательной среде развились только в двух колбах из трех, что свидетельствует о более низком обилии почвенных водорослей на этих площадках.

В качестве индикационного показателя используют не только видовой состав и обилие, но и соотношения групп водорослей. Так, на площадке во дворе дома № 208 было обнаружено 14 видов: 10 – зеленых, по два – сине-зеленых и диатомовых водорослей. На площадке у лицея обнаружено 11 видов: два – сине-зеленых, пять – зеленых и четыре – диатомовых водорослей. На площадке у детского сада было также найдено 11 видов водорослей: пять – зеленых, три – диатомовых, два – сине-зеленых и один – желто-зеленых. На площадке в Мичуринском парке обнаружено восемь видов водорослей: четыре – зеленых, по два – желто-зеленых и диатомовых. На площадке в Киров-

ском парке было найдено 11 видов: шесть – зеленых, по два – желто-зеленых и диатомовых и один – сине-зеленых. На площадке номер шесть у Дома быта было обнаружено 11 видов водорослей: пять – зеленых и по три – диатомовых и сине-зеленых.

Таким образом, на площадках у детского сада, в Мичуринском и Кировском парках, меньше всего подверженных воздействию загрязнителей, представлены все четыре отдела водорослей: зеленые, сине-зеленые, желто-зеленые и диатомовые. В условиях загрязнения соотношение групп изменяется: на наиболее загрязненных площадках у Дома быта, лицея и во дворе дома № 208 желто-зеленые водоросли полностью отсутствуют. Известно, что именно желто-зеленые водоросли используются в биоиндикации как показательная группа чистых или мало подверженных загрязнению почв. Отсутствие этих видов в структуре сообществ почвенных водорослей может служить показателем повышенных техногенных нагрузок на почвенный покров обследованных площадок, о чем также можно судить по результатам химического анализа на содержание тяжелых металлов в верхних горизонтах почвы.

Проведенные исследования тяжелых металлов и почвенных водорослей показали, что почвы г. Сыктывкар испытывают сильное техногенное загрязнение, особенно заметное в верхних горизонтах, где отмечены довольно высокие концентрации тяжелых металлов. Однако, почвенная биота в городских почвах, несмотря на сильное антропогенное загрязнение, продолжает функционировать – об этом свидетельствуют обнаруженные нами почвенные водоросли, причем некоторые из них являются типичными представителями почв фоновых территорий.

В результате анализа полученных нами результатов по содержанию тяжелых металлов и разнообразию и структуре сообществ почвенных водорослей в почвах г. Сыктывкар можно сделать следующие выводы:

1. Высокие концентрации тяжелых металлов обнаружены в почвах обследованных площадок у Дома быта, лицея и во дворе дома № 208 по улице К. Маркса. Превышения ПДК по содержанию свинца выявлены в верхних горизонтах почв у лицея и газона в районе Дома быта, что связано с интенсивным движением автотранспорта рядом с пробными площадками. Содержание ртути в верхних горизонтах почвы у лицея приближается к критическому уровню, что может представлять опасность для здоровья людей. В дальнейшем мы планируем провести дополнительные исследования почв вокруг здания лицея для уточнения содержания этого элемента и других тяжелых металлов. По содержанию тяжелых металлов наиболее «чистой» является площадка у детского сада № 29.

2. Почвенные водоросли отмечены на всех обследованных нами площадках; следовательно, несмотря на то, что почвы испытывают сильное техногенное загрязнение, накопление тяжелых металлов не превышает еще порогового уровня загрязнения, при котором невозможно существование живых организмов.

3. Степень загрязнения почвы можно оценивать не только по видовому составу почвенных водорослей, но и по их обилию и соотношению их групп в сообществе

почвенных водорослей. На площадках у детского сада № 29 и в Кировском парке, менее всего подверженных воздействию загрязнителей, представлены все четыре отдела водорослей: зеленые, сине-зеленые, желто-зеленые и диатомовые. В условиях загрязнения соотношение групп изменяется: на наиболее загрязненных площадках у Дома быта, лица и во дворе дома № 208 желто-зеленые водоросли полностью отсутствуют.

4. Максимальное антропогенное загрязнение, по результатам наших исследований, испытывают участки в зоне интенсивного движения автомобильного транспорта, особенно площадка у Дома быта и лица, где из состава сообществ «выпадают» желто-зеленые водоросли, которые являются биоиндикаторами «чистоты» почв. Эти площадки выделяются также и повышенным содержанием тяжелых металлов: свинца, цинка и ртути.


ПОЧТА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА


РЕСПУБЛИКА КОМИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

КОМИ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

г. Сыктывкар, ул. Печорская, 30

тел. 43-05-65; 43-13-41; 43-84-27

№ 01-19/178 от 13.07.2004.

Институт биологии КНЦ УрО РАН

на № _____ от _____

БЛАГОДАРСТВЕННОЕ ПИСЬМО

Коми Республиканский экологический центр дополнительного образования выражает искреннюю благодарность сотрудникам Института биологии КНЦ УрО РАН

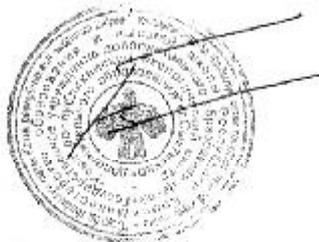
Капелу Владимиру Алексеевичу

Усатовой Елене Анатольевне

Куприяновой Елене Борисовне

за проведение экскурсионных, практических и лекционных занятий по полевой экологии, курирование индивидуальных исследовательских работ школьников в Республиканском экологическом лагере-школе «Мечта» (п. Коччойяг, июль 2004 года)

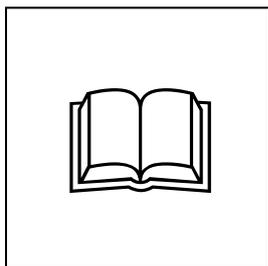
Директор Коми РЭЦ ДО



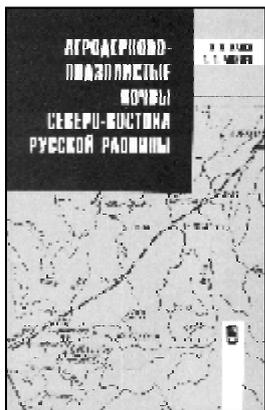
К.В. Герасимов

Методист по дополнительному экологическому образованию, координатор программы

И.Л. Герасименко



ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ



Канев В.В., Мокиев В.В. Агродерново-подзолистые почвы северо-востока Русской равнины. – СПб.: Наука, 2004. – 228 с. – Библ. 198 назв. Илл. 22. Табл. 44.

Показана пространственная и временная трансформация водных, физических химических свойств целинных почв после освоения и осушения в подзонах южной и средней тайги. Установлены количественные параметры динамики гидротермического режима, содержания кислоторастворимого железа в катенах оглеенных и осушенных почв.

Выявлены изменения структуры макро- и микроагрегатов в освоенных почвах, особенности ортштейнов, обусловленные агрогенезом. Изучены гумусово-глевые почвы тайги, проблемы их использования в сельском хозяйстве. Проведена мелиоративная группировка суглинистых почв.

Предложена мелиоративная группировка суглинистых почв.

Предложены практические рекомендации для устранения неблагоприятных последствий в целях повышения плодородия почв.

Представляет интерес для почвоведов, экологов, агрономов, мелиораторов, научных сотрудников и специалистов в сельского хозяйства.

- | | |
|---|--|
| ① АЛЕКСЕЕВА ЛЮДМИЛА ИВАНОВНА | ①⑥ МЕЛЕХИНА ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА
ФРОЛОВА ИННА АЛЕКСАНДРОВНА |
| ② ЯНОВА МАРИЯ ЮРЬЕВНА | ①⑧ ДЕНЕВА СВЕТЛАНА ВАЛЕНТИНОВНА |
| ④ ПЕСТОВ СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ | ①⑨ СИВКОВ АНАТОЛИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ
МАРТЫНЮК ЗИНОВИЙ ПЕТРОВИЧ |
| ⑤ МОТОРИНА НАДЕЖДА АЛЕКСАНДРОВНА
СКРОЦКАЯ ОЛЬГА ВАЛЕРЬЕВНА | ②② РУСАНОВА ГАЛИНА ВЛАДИМИРОВНА
ПАУТОВА НАТАЛИЯ ВЛАДИМИРОВНА
ЧЕРЕЗОВА ПОЛИНА АЛЕКСАНДРОВНА |
| ⑥ КИСЕЛЕНКО АНАТОЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ | ②③ ПЕТРОВ АНАТОЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ
МЫЛЬНИКОВА СВЕТЛАНА ПЕТРОВНА |
| ⑧ МЕДВЕДЕВ АЛЕКСЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ | ②④ ЛИХАНОВА ИРИНА АЛЕКСАНДРОВНА |
| ⑨ ЛЫТКИНА ЖАННА АНАТОЛЬЕВНА | ②⑤ ВИНОГРАДОВА ЮЛИЯ АЛЕКСЕЕВНА |
| ①① ТУЖИЛКИНА ВАЛЕНТИНА ВАСИЛЬЕВНА
ЖУКОВА ОЛЬГА АЛЕКСЕЕВНА | ②⑧ АРЧЕГОВА ИННА БОРИСОВНА
ПАРНАЧЕВА ВАЛЕНТИНА ЯКИМОВНА |
| ①④ ЛАПТЕВА ЕЛЕНА МОРИСОВНА
ПАНЮКОВА ЛЮДМИЛА НИКОЛАЕВНА
ТАТАРИНОВ АНДРЕЙ ГЕННАДЬЕВИЧ
ТРЕТЬЯКОВА ЛАДА НИКОЛАЕВНА | |

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

При подготовке материалов для научно-информационного издания "Вестник ИБ":

1. Все рукописи представляют ответственному за выпуск в одном экземпляре с приложением дискеты.
2. Текст набирают в редакторах "Word 6.0", "Word 7.0" в формате RTF на дискетах 3.5 дюйма.
3. Каждую таблицу набирают в отдельном файле как в текстовых редакторах, так и с использованием табличных процессоров "Excel".
4. Графики и диаграммы строят в табличном процессоре обязательно на отдельных листах.
5. Фотографии должны быть высокого качества, достаточно контрастными для сканирования.
6. Рисунки должны быть выполнены тушью на ватмане (размер листа А4). Ксерокопии не принимаются.
7. Список цитируемой литературы не должен превышать 5-7 наименований. Образцы основных библиографических описаний по ГОСТу 7.1-84 даны в "Требованиях по подготовке рукописей к печати в изданиях Коми научного центра УрО РАН". Сыктывкар, 1998. С. 10-16. Список "Литература" приводят под порядковыми номерами, которые в тексте указывают в квадратных скобках.
8. Объем научных статей не должен превышать 10-11 м.п.с. из расчета 2000 знаков на одной странице, включая пробелы между словами и знаки пунктуации. При подготовке научных статей (проблемных, обзорных, исторических), превышающих указанный объем, требуется предварительное согласование с главным редактором.
9. Авторы научных статей обязательно указывают ученую степень, ученое звание, должность, название подразделения, несколько ключевых слов о научных интересах, адрес электронной почты и номер телефона.



Ссылка на "Вестник ИБ" обязательна. Перепечатка материалов только с разрешения редколлегии. Точки зрения редколлегии и авторов не всегда совпадают.

ВЕСТНИК ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 2004 № 7(81)

Ответственный за выпуск **Л.А. Ковлер**
Компьютерный дизайн и стилистика **Р.А. Микушев**
Компьютерное макетирование и корректура **Е.А. Волкова**

Лицензия № 19-32 от 26.11.96 КР № 0033 от 03.03.97

Информационно-издательская группа Института биологии Коми НЦ УрО РАН
Адрес редакции: г. Сыктывкар, ГСП-2, 167982, ул. Коммунистическая, д. 28
Тел.: (8212) 24-11-19; факс: (8212) 24-01-63
E-mail: directorat@ib.komisc.ru

Компьютерный набор.
Подписано в печать 21.07.2004. Тираж 170. Заказ № 26(04).

Распространяется бесплатно.