



ВЕСТНИК

Института биологии
Коми НЦ УрО РАН

№ 4
(150)

В номере

СТАТЬИ

- Ильчуков С.** Ландшафты Республики Коми 2
- Дубровский Ю., Дегтева С., Жангуров Е., Дымов А., Канев В., Пыстина Т.**
Высотный градиент и разнообразие основных компонентов
охраняемых экосистем Северного Урала 8
- Татаринов А., Кулакова О.** Структура фауны булавоусых чешуекрылых
(Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) северной части Уральского хребта 11
- Захаров А.** Тиманские реки. Настоящее и будущее 14
- Кудяшева А.** Гетерогенность ответных реакций клеточных систем регуляции
в тканях мышевидных грызунов из зоны отчуждения Чернобыльской АЭС 20
- Груздев И., Кондратенко Б.** Определение гумусовых кислот в природных водах
по продуктам их деструкции методом газовой хроматографии 26
- Володина С., Володин В., Чадин И., Пылина Я., Бачаров Д., Джумырко С.,
Бутенко Л.** Состав экидистероидов в дикорастущих и культивируемых растениях
Serratula quinquefolia Bieb. ex Willd. 29

КОНФЕРЕНЦИИ

- Видякин А.** III Всероссийская научно-практическая конференция с международным
участием «Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы
функционирования» 35

ВЫСТАВКИ

- Чадин И., Комова Ю.** «Архимед» и Институт биологии: успех и творческий подъем 38

Издается
с 1996 г.



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

ЛАНДШАФТЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ¹

В настоящее время в России на основе использования геоинформационных технологий ведутся большие исследовательские работы, связанные с решением национальных и региональных экологических проблем. Как отмечает М.Ю. Гофаров с соавторами [9], благодаря интенсивному развитию ГИС-технологий и систем дистанционного зондирования стало возможным построение детальных моделей различных компонентов ландшафтов для значительных по площади территорий, что позволяет решать сложные фундаментальные и прикладные задачи ландшафтной экологии и ландшафтоведения. Ландшафтная концепция территориальной организации природных систем представляется эффективным инструментом познания закономерностей строения биогеоценологического покрова и его спонтанных и антропогенных изменений [10].

Для разных областей и республик России составлены среднемасштабные (М 1:200000–1:300000) ландшафтные карты, однако количество выделенных в разных субъектах Российской Федерации типов ландшафтов довольно сильно отличается: если на территории Республики Карелия (180500 км²) их насчитывается 28 [8], Ленинградской (85900 км²) – 34 [3], Вологодской областей (145700 км²) – 34 [19] и Республики Удмуртия (42100 км²) – 39 [31], то в Московской области (45800 км²) выделено 113 [1], а в Тверской (84200 км²) – 221 тип ландшафтов [11]. Такая вариабельность количества выделенных типов ландшафтов зависит в основном от наличия репрезентативных картографических материалов и использования авторами разного числа ведущих факторов дифференциации (критериев) территории при составлении ландшафтных карт. Как правило, авторы учитывали генетические формы рельефа, генетические типы четвертичных отложений и типы растительности в зональном аспекте, уделяя мало внимания оценке их геологического строения, которые составляют основной каркас любого ландшафта.

Для территории Республики Коми (416774 км²) составлены две мелкомасштабные (М 1:2000000) ландшафтные карты: 1) обзорная карта-схема ландшафтного зонирования России [2]; 2) карта ландшафтов Республики Коми [5]. Однако выделенные на этих сильно генерализированных картах контуры ландшафтов сложно «привязать» к конкретным участкам рельефа, геологическим и почвенным картам и картам-схемам лесонасаждений. Цель нашей работы состояла в создании на основе общепринятых в ландшафтоведении методов и критериев на базе географических информационных систем сред-



С. Ильчуков

немасштабной (М 1:200000) карты ландшафтов Республики Коми.

Теоретической и методологической основой создания ландшафтной карты республики послужили учения о геологических системах и ландшафтной структуре территорий, а также базовые классификации ландшафтов, разработанные Н.А. Солнцевым [28], А.Г. Исаченко [15, 16] и В.Б. Сочавой [29, 30]. Необходимо отметить, что представление о факторах дифференциации природных геосистем в ландшафтоведении трактуется по-разному: от их равнозначности [17, 22] до выделения одного-двух ведущих ландшафтных факторов [23, 27]. Нами для выделения территориальной организации матриц ландшафтов республики использовано два ведущих фактора: 1) литогенная (геолого-геоморфологическая) основа как самая консервативная и инертная природная компонента; 2) природно-зональная гидро-климатогеенная группа.

Методы и критерии, использованные при составлении карты ландшафтов республики, подробно изложены нами в предыдущих работах [12, 13], поэтому более подробно рассмотрим геологическую составляющую природно-территориальных комплексов. Необходимо отметить, что к настоящему времени проведены обширные исследования геологического строения территории республики, результаты которых представлены в виде разномасштабных тематических геологических карт. Для корректной интерпретации и стыковки собранных нами картографических материалов необходимо было привести их к одному масштабу и географической проекции. Технология преобразования бумажной карты в цифровую модель поверхности включала следующие этапы [21]:

1. Для получения фотографий всех бумажных карт в формате JPEG использовали цифровой фотоаппарат Olympus FE-120 (разрешение 6 мегапикселей).
2. С помощью программы PhotoShop (версия 6.0) усиливали яркость и контрастность фотоснимка, а также проводили «сшивку» фотоснимков отдельных листов в единую карту при съемке карт большого формата.
3. С помощью утилиты ImageWarp 2.0 ГИС-программы ArcView (версия 3.2) для растровой основы фотоснимка карты задавали единую картографическую проекцию и проводили географическую привязку.
4. В программной среде ArcView 3.2 на спроецированных растровых основах создавали цифровые карты (слои) с векторизацией всех контуров

¹ Ильчуков С.В. Ландшафты Республики Коми. – Екатеринбург, 2010. – 200 с. Заказы можно направлять по адресу: www.ib.komisc.ru/books.

(полигонов) тектонических структур с последующей их конвертацией в отдельные share-файлы.

5. С помощью утилиты «мастер пространственных операций» ГИС-программы ArcView 3.2 соединяли полученные share-файлы в единую карту геологических структур республики (рис. 1).

6. На составленную карту дополнительно методом наложения нанесли подготовленный на основе карты природных зон [24] цифровой слой растительных подзон Республики Коми (рис. 1).

Для каждой выделенной в зональном плане геологической структуры рассчитали ее площадь и на основе девяти климатических карт Республики Коми [4] составили климатическую характеристику (табл. 1).

Исходя из естественно-географических условий расположения Республики Коми и наличия характеризующих их репрезентативных картографических материалов, в качестве классификационных признаков географических ландшафтов были использованы следующие критерии: 1) физико-географическое районирование территории республики (ландшафты страны Русская равнина и Уральской горной страны); 2) тектоническое строение (Русская и Печорская плиты); 3) геологические структуры (выделение внутри каждой плиты геоблоков с разным возрастом консолидации земной коры, автономией геологической эволюции и специфическими чертами литогенеза, магматизма, метаморфизма и минералогии); 4) границы природных зон и подзон; 5) возраст дочетвертичных горных пород (геологические эры и периоды); 6) возраст осадочных отложений четвертичных оледенений (гляциоседиментационный цикл); 7) геоморфологическое строение и современный рельеф (пластово-аккумулятивные ярусные и пластово-денудационные ярусные и ступенчатые равнины, цокольные денудационные, структурно-денудационные и тектоно-денудационные равнины и возвышенности и денудационно-тектонические и складчато-денудационные низко- и среднегорные хребты и массивы); 8) определение ледниковых форм рельефа на территории Русской равнины (моренные, задровые, водно-ледниковые, озерно-ледниковые и террасные равнины) и высотно-поясного спектра – в Уральской горной стране (пенепленизированные участки предгорий, высокие останцовые

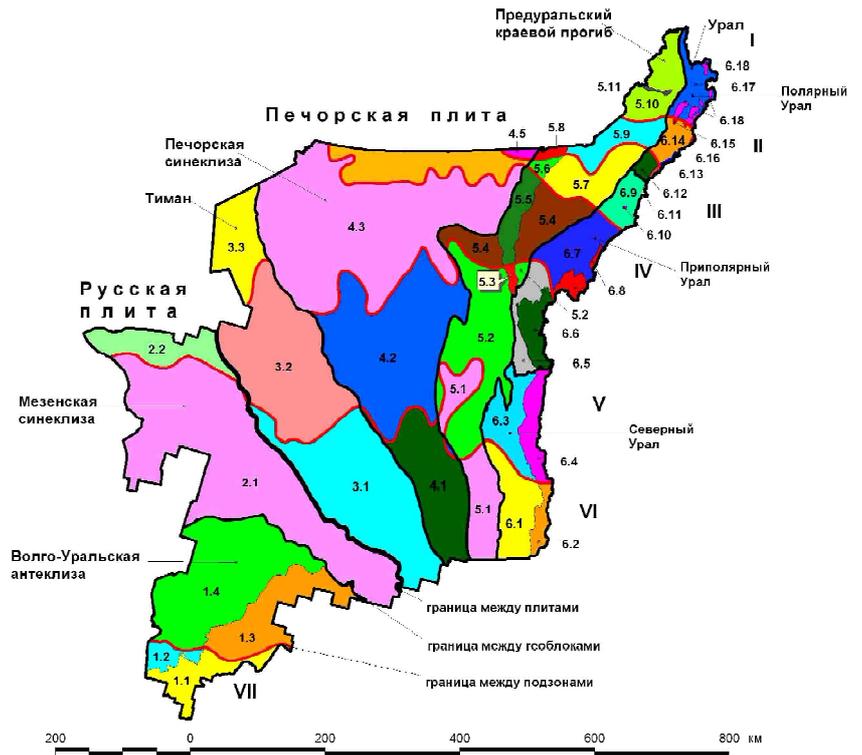


Рис. 1. Геологическое и природно-зональное районирование территории Республики Коми.

Природные подзоны: I – южная тундра; II – северная лесотундра; III – южная лесотундра; IV – крайнесеверная тайга; V – северная тайга; VI – средняя тайга; VII – южная тайга. 1.1 ... 6.18 – выделенные в зональном аспекте области геологических структур.

РУССКАЯ ПЛИТА

1. Волго-Уральская антеклиза (1.1 – Северные Увалы, подзона южной тайги; 1.2 – Лузская равнина, подзона южной тайги; 1.3 – Северные Увалы, подзона средней тайги; 1.4 – Лузско-Вычегодская равнина, подзона средней тайги).

2. Мезенская синеклиза (2.1 – Вычегодско-Мезенская равнина, подзона средней тайги; 2.2 – Вычегодско-Мезенская равнина, подзона северной тайги).

ПЕЧОРСКАЯ ПЛИТА

3. Тиман (3.1 – Тиманская гряда, подзона средней тайги; 3.2 – Тиманская гряда, подзона северной тайги; 3.3 – Тиманская гряда, подзона крайнесеверной тайги).

4. Печорская синеклиза (4.1 – Южно-Печорская равнина, подзона средней тайги; 4.2 – Южно-Печорская равнина, подзона северной тайги; 4.3 – Южно-Печорская равнина и Большеземельская тундра, подзона крайнесеверной тайги; 4.4 – Большеземельская тундра, подзона южной лесотундры; 4.5 – Большеземельская тундра, подзона северной лесотундры).

5. Предуральский краевой прогиб (5.1 – Южно-Печорская равнина, подзона средней тайги; 5.2 – Южно-Печорская равнина, подзона северной тайги; 5.3 – Гряда Чернышева, подзона северной тайги; 5.4 – Южно-Печорская равнина, подзона крайнесеверной тайги; 5.5 – Гряда Чернышева, подзона крайнесеверной тайги; 5.6 – Гряда Чернышева, подзона южной лесотундры; 5.7 – Южно-Печорская равнина и Большеземельская тундра, подзона южной лесотундры; 5.8 – Гряда Чернышева, подзона северной лесотундры; 5.9 – Большеземельская тундра, подзона северной лесотундры; 5.10 – Большеземельская тундра, подзона южной тайги; 5.11 – Гряда Чернова, подзона южной тундры).

6. Урал (6.1 – Западная структурная мегазона Северного Урала, подзона средней тайги; 6.2 – Осевая структурная мегазона Северного Урала, подзона средней тайги; 6.3 – Западная структурная мегазона Северного Урала, подзона северной тайги; 6.4 – Осевая структурная мегазона Северного Урала, подзона северной тайги; 6.5 – Западная структурная мегазона Приполярного Урала, подзона северной тайги; 6.6 – Осевая структурная мегазона Приполярного Урала, подзона северной тайги; 6.7 – Западная структурная мегазона Приполярного Урала, подзона крайнесеверной тайги; 6.8 – Осевая структурная мегазона Приполярного Урала, подзона крайнесеверной тайги; 6.9 – Западная структурная мегазона Приполярного Урала, подзона южной лесотундры; 6.10 – Осевая структурная мегазона Приполярного Урала, подзона южной лесотундры; 6.11 – Восточная структурная мегазона Приполярного Урала, подзона южной лесотундры; 6.12 – Западная структурная мегазона Полярного Урала, подзона южной лесотундры; 6.13 – Осевая структурная мегазона Полярного Урала, подзона южной лесотундры; 6.14 – Западная структурная мегазона Полярного Урала, подзона северной лесотундры; 6.15 – Осевая структурная мегазона Полярного Урала, подзона северной лесотундры; 6.16 – Восточная структурная мегазона Полярного Урала, подзона северной лесотундры; 6.17 – Западная структурная мегазона Полярного Урала, подзона южной тундры; 6.18 – Осевая структурная мегазона Полярного Урала, подзона южной тундры).

Примечание. Здесь и далее в рис. 2 карты приводятся в ортографической проекции: главный меридиан – 56° в.д., широта полюса истинных координат – 64° с.ш.

Климатическая характеристика геологических структур Республики Коми в зональном аспекте

Номер геологической структуры	Площадь, км ²	Средняя температура воздуха, °С			Сумма активных температур в воздухе (выше 10°С)	Продолжительность безморозного периода, дни	Количество осадков, мм			Испарение с поверхности суши, мм
		январь	июль	год			теплый период	холодный период	год	
3.1.1.1	5465	-14.5...-15.5	+16.5...+17.0	+0.5...+1.5	1500-1550	105-110	450-500	300-350	750-850	500-530
3.1.1.2	2035	-14.5...-15.0	+16.5...+17.0	+1.0...+1.5	1500-1550	105-110	450-500	250-300	750-800	500-530
3.1.1.3	10750	-15.0...-16.0	+16.0...+16.5	0.0...+1.0	1450-1500	95-105	450-550	250-300	750-850	450-520
3.1.1.4	24680	-14.5...-16.0	+16.0...+16.5	0.0...+1.0	1400-1550	95-105	450-500	200-300	700-800	430-520
3.1.2.1	51085	-15.0...-17.0	+15.0...+16.5	+0.5...-1.0	1000-1450	70-95	450-500	200-300	650-750	350-460
3.1.2.2	8652	-16.0...-17.0	+15.0...+15.5	-0.5...-1.5	1000-1250	70-85	450-500	200-250	650-700	330-350
3.2.1.1	29825	-16.5...-17.5	+15.0...+16.0	-0.5...-1.5	900-1400	75-90	450-500	250-300	700-750	350-430
3.2.1.2	28960	-17.0...-17.5	+13.5...+15.0	-1.0...-2.0	900-1150	65-75	450-550	250-300	700-750	310-370
3.2.1.3	9471	-17.0...-17.5	+13.0...+14.0	-2.0...-3.0	750-850	65-70	450-500	200-250	600-700	280-320
3.2.2.1	15033	-17.5...-18.0	+15.5...+16.0	-1.0...-2.0	1200-1350	80-85	450-550	250-300	700-800	330-400
3.2.2.2	35861	-17.5...-18.5	+13.5...+15.5	-1.5...-3.0	1050-1200	75-80	450-500	200-250	600-700	280-350
3.2.2.3	60202	-17.5...-19.0	+13.0...+14.5	-2.0...-4.0	750-1050	75-80	350-450	200-250	550-650	250-320
3.2.2.4	12877	-17.5...-19.5	+12.5...+13.0	-3.0...-4.5	700-800	70-75	350-400	150-200	550-600	230-270
3.2.2.5	744	-19.5	+12.5	-5.0	700	65	350	150	500	230
3.2.3.1	10608	-17.5...-19.0	+15.5...+16.0	-1.0...-2.5	1100-1300	70-85	450-550	250-350	700-850	300-390
3.2.3.2	20608	-18.5...-20.0	+14.0...+15.0	-1.5...-3.5	900-1250	65-85	450-650	250-350	700-900	280-340
3.2.3.3	591	-19.0	+14.0	-3.5	900	75	550	300	850	280
3.2.3.4	11003	-18.5...-20.5	+13.5...+14.5	-3.0...-4.5	700-900	65-85	400-550	200-300	600-850	240-280
3.2.3.5	4272	-18.5...-19.5	+13.0...+14.5	-3.5...-4.5	800-900	70-80	400-500	200-250	600-700	240-270
3.2.3.6	999	-19.5	+13.0	-4.5	700-800	60-70	400-450	150-200	550-600	240
3.2.3.7	8079	-19.5...-20.5	+12.5...+13.5	-4.5...-5.5	600-800	55-70	400-500	200-250	600-750	230-240
3.2.3.8	726	-20.0	+13.0	-5.0	650	60	400	150	550	240
3.2.3.9	5858	-20.0...-21.0	+12.0...+13.0	-5.0...-6.0	500-700	55-60	400-500	200-250	600-800	220-230
3.2.3.10	7655	-20.5...-21.5	+10.0...+12.0	-6.0...-8.0	300-500	55-60	400-550	200-300	600-850	210-220
3.2.3.11	297	-21.0	+11.5	-6.5	400	55	450	300	750	220
3.2.4.1	7375	-17.5...-19.0	+15.5...+16.0	-1.0...-2.0	1050-1300	60-75	550-750	350-450	850-1050	330-380
3.2.4.2	1857	-18.0...-19.5	+15.0...+15.5	-1.0...-2.0	1000-1250	55-70	750-800	400-450	1000-1050	330-370
3.2.4.3	6374	-19.0...-20.5	+14.5...+15.5	-2.0...-4.0	850-1150	60-70	550-700	300-400	850-1000	290-330
3.2.4.4	4244	-19.5...-21.0	+13.5...+15.0	-2.0...-4.5	700-1050	55-60	700-750	400-450	1000-1050	290-330
3.2.4.5	3963	-19.0...-21.0	+13.5...+14.0	-3.5...-5.0	600-900	60-70	600-750	350-400	850-1000	270-290
3.2.4.6	3823	-20.0...-21.5	+12.5...+14.0	-4.0...-6.5	500-800	55-60	700-800	350-450	900-1050	280-290
3.2.4.7	7704	-19.5...-21.5	+12.5...+13.5	-4.0...-6.5	500-850	55-70	500-750	250-450	800-1050	240-270
3.2.4.8	1599	-21.0...-21.5	+12.0...+12.5	-5.0...-7.0	500-550	55-60	700-750	400-450	1000-1050	250-280
3.2.4.9	3779	-20.5...-21.5	+12.5...+13.0	-5.5...-7.0	500-650	55-60	500-750	250-450	750-1000	230-240
3.2.4.10	25	-21.0	+12.5	-6.0	550	55	550	400	950	240
3.2.4.11	91	-21.5	+12.0	-7.0	500	55	550	450	1000	230
3.2.4.12	1125	-20.5...-21.5	+12.5...+13.0	-5.5...-7.0	450-600	55	500-700	250-400	700-1000	230
3.2.4.13	181	-21.5	+12.5	-7.0	400	55	650	400	1050	230
3.2.4.14	2654	-20.5...-21.5	+12.0...+12.5	-5.0...-7.0	400-500	50-55	550-750	250-400	800-1050	220
3.2.4.15	174	-21.5	+12.5	-7.0	400	50	650	400	1050	220
3.2.4.16	214	-21.5	+12.0	-7.0	400	50	650	400	1050	220
3.2.4.17	4317	-21.0...-21.5	+10.0...+12.0	-6.5...-8.0	350-450	50-55	500-700	250-400	700-1050	210-220
3.2.4.18	940	-21.0...-21.5	+10.5...+12.0	-6.5...-7.5	350-450	50-55	600-700	250-400	850-1050	210-220

участки предгорий, волнисто-увалистые равнины, горные участки с нивально-солифлюкционной обработкой и участки с альпийскими формами рельефа); 9) выделение ландшафтных полигонов по контурам почвообразующих пород разного происхождения (кислые и основные метаморфические породы, осадочные плотные (известняки и песчаники) и рыхлые (глины, суглинки, супеси и пески) отложения; 10) степень дренированности территории (высокая, средняя и низкая). Дополнительно в каждом выделенном ландшафте определяли его площадь, количество географических местностей, преобладающий тип коренной растительности, преобладающий тип почвы, преобладающие рода почв и площадь болот (их долю в общей площади ландшафта, %).

Согласно А.Н. Громцеву [10], территориально разобценные, но сходные по структуре слагающих их компонентов ландшафтные контуры объединяются в один «тип ландшафта». Всего на основе экспертной оценки комплекса имеющихся данных нами на территории республики было выделено

1206 типов географических ландшафтов (рис. 2), каждый из которых имеет свою уникальную характеристику [14].

Например, ландшафт № 229 расположен в стране Русская равнина, на территории Печорской плиты, на Тиманской гряде, в северной подзоне тайги, дочетвертичные породы представлены осадочными пермскими породами, на дневную поверхность выходят отложения московско-микулинского гляциоседиментационного цикла, занимает площадь в 1019 км², состоит из шести географических местностей, представлен пластово-денудационными ступенчатыми и цокольными денудационными низменными и возвышенными моренными равнинами, в основе которых лежат супеси, подстилаемые моренными и карбонатными суглинками, имеет среднюю степень дренированности, преобладают еловые и сосновые леса на подзолистых контактно-глеватых, глееподзолистых и глееподзолистых пропитанно-гумусовых почвах, степень заболоченности составляет 12 %.

Ландшафт № 531 расположен в стране Русская равнина, на территории Печорской плиты, в Предуральском краевом прогибе, на гряде Чернышева, в крайнесеверной подзоне тайги, дочетвертичные породы представлены осадочными силурийскими породами, на дневную поверхность выходят отложения московско-микулинского гляциоседиментационного цикла, занимает площадь в 411 км², состоит из шести географических местностей, представлен цокольными структурно-денудационными низменными и возвышенными моренными равнинами и возвышенностями, в основе которых лежат моренные и пылеватые суглинки, имеет низкую степень дренированности, преобладают еловые леса на глееподзолистых почвах, степень заболоченности составляет 10 %.

Ландшафт № 1165 расположен в Уральской горной стране, на территории Печорской плиты, в Западной структурной мегазоне Полярного Урала, в южной подзоне тундры, дочетвертичные породы представлены осадочными дислоцированными ордовикскими породами, на дневную поверхность выходят отложения горных оледенений, занимает площадь в 47 км², состоит из двух географических местностей, представлен денудационно-тектоническими возвышенными волнисто-увалистыми равнинами и возвышенностями, перекрытыми моренными суглинками, имеет низкую степень дренированности, преобладает тундровый тип растительности на тундровых поверхностно-глеевых дифференцированных почвах, степень заболоченности – <1 %.

Сложным вопросом в ландшафтоведении является выделение отдельным ландшафтом безлесной избыточно увлажненной территории, на которой происходит накопление неразложившегося органического вещества (торфа) – болот. Н.И. Пьявченко [25, с. 13] определял болото как «... географический ландшафт, закономерно возникающий и развивающийся под влиянием факторов среды и растительности, которая определяется постоянной или избыточной влажностью и проявляется в гидрофильности напочвенного растительного покрова, болотном типе почвообразовательного процесса и накоплении торфа». Однако в последующих классификациях таежных ландшафтов болота рассматривали в качестве его структурного элемента: болотной фации (один болотный массив), болотного урочища («слившиеся» вместе в один комплекс несколько болотных массивов) или болотной местности (в случае сильно заболоченной территории или доминирования в ландшафте болотных урочищ) [10, 20, 26]. Как считает В.А. Коломыцев [18], в системе иерархии классификационных единиц таежного ландшафта болота следует рассматривать в качестве его структурного элемента (фации, урочища, местно-

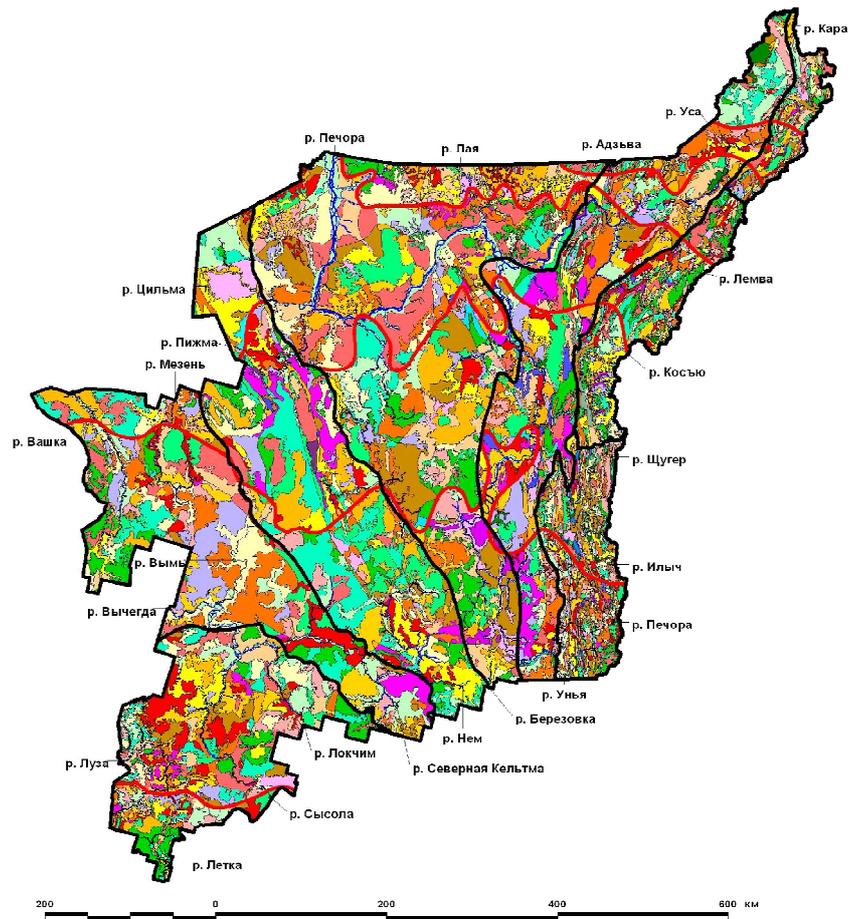


Рис. 2. Ландшафтная карта Республики Коми. Условные обозначения геологических структур и природных подзон те же, что и на рис. 1.

сти), поэтому следует избегать термина «болотный ландшафт», так как реализация болотообразовательного процесса полностью зависит от морфогенетических условий территории. Поэтому, несмотря на то, что обширные болотные массивы в Западной Сибири С.В. Васильев [7] отнес к «болотным ландшафтам», при создании ландшафтной карты Республики Коми даже системы крупных ($S > 1000 \text{ км}^2$) болот тундровой и таежной природных зон мы не выделяли в отдельные ландшафты, а относили их к гидроморфным природно-территориальным комплексам (ПТК), входящим составным структурным элементом в окружающий ландшафт.

К гидроморфным ПТК относятся также озера, которые входят структурной единицей в окружающие ландшафты и образуют аквальный ряд природных комплексов разного уровня сложности. В настоящее время нет общепринятой универсальной типизации ландшафтов рек, поэтому при создании ландшафтной карты реки и речные поймы с луговой растительностью были выделены как интразональные линейные гидроморфные ПТК. По геологическим структурам страны Русская равнина, занимающей 87.9 % площади республики, распределено 667 типов ландшафтов (табл. 2). Кроме этого, на ее территории также выделены интразональные ПТК равнинных рек озерного, болотного и карстового происхождения (3567 км²), речных пойм с аллювиальными пойменными дерновыми и дерново-глеевыми почвами на песчаных породах с луговым

Таблица 2

Распределение ландшафтов в геологических структурах страны Русская равнина		
Номер геологической структуры	Площадь, % от площади республики	Количество ландшафтов
Волго-Уральская антеклиза		
1.1	1.31	24
1.2	0.49	11
1.3	2.58	27
1.4	5.92	22
Мезенская синеклиза		
2.1	12.26	31
2.2	2.08	20
Тиман		
3.1	7.16	60
3.2	6.95	40
3.3	2.27	21
Печорская синеклиза		
4.1	3.61	29
4.2	8.60	42
4.3	14.44	68
4.4	3.09	28
4.5	0.18	3
Предуральский краевой прогиб		
5.1	2.55	28
5.2	4.94	45
5.3	0.14	5
5.4	2.64	22
5.5	1.03	36
5.6	0.24	17
5.7	1.94	26
5.8	0.17	24
5.9	1.41	18
5.10	1.84	13
5.11	0.07	7

типом растительности (11624 км²) и ПТК таежных, пойменных и тундровых равнинных озер ледникового, карстового, термокарстового, торфяного и реликтового происхождения (1922 км²). В зональном плане распределение ландшафтов на территории страны Русская равнина выглядит следующим образом: 1) южная подзона тайги – 35, 2) средняя подзона тайги – 197, 3) северная подзона тайги – 152, 4) крайнесеверная подзона тайги – 147, 5) южная подзона лесотундры – 71, 6) северная подзона лесотундры – 45, 7) южная подзона тундры – 20 типов ландшафтов.

По геологическим структурам Уральской горной страны, занимающей 12.1 % площади республики, распределено 539 типов ландшафтов (табл. 3). Кроме этого, на ее территории также выделены интразональные ПТК горных рек озерного, снежно-ледникового и карстового происхождения (146 км²), речных пойм с аллювиальными пойменными дерновыми и дерново-глеевыми почвами на песчаных, кислых и основных кристаллических породах с луговым типом растительности (261 км²) и ПТК горных озер ледникового, карстового и карового происхождения (157 км²). В зональном плане распределение ландшафтов на территории Уральской горной страны выглядит следующим образом: 1) средняя подзона тайги – 83, 2) северная подзона тайги – 189, 3) крайнесеверная подзона тайги – 95, 4) южная подзона лесотундры – 73, 5) север-

ная подзона лесотундры – 48, 6) южная подзона тундры – 51 тип ландшафта.

Создание среднemasштабной карты ландшафтов Республики Коми с их подробной характеристикой позволяет не только раскрывать основные свойства, структуру, функционирование и эволюцию сформировавшихся на ее территории геосистем, но и имеет прикладной характер. Так как ландшафты обладают определенным хозяйственным и экологическим потенциалом [16], это позволяет рассматривать вопросы о выборе единообразных приемов хозяйственного использования на ландшафтной основе [30]. Конкретным примером оптимизации регионального планирования хозяйственной деятельности на ландшафтно-биогеоценотической основе является территория Республики Карелия, где в ландшафтной плоскости изучена динамика различных видов ресурсов (древесина, торф, ягоды, лекарственные растения, грибы и кормовые ресурсы охотничьих животных), а также ландшафтная специфика средообразующих и средозащитных функций и рекреационных качеств лесного покрова [6].

Созданная карта ландшафтов Республики Коми может быть использована как для планирования сельскохозяйственного освоения южных территорий, так и для экосистемного подхода к ведению лесного хозяйства и лесопользования в таежной зоне. Ландшафтная карта важна и при выполнении исследовательских работ. Например, для предварительного камерального выбора места закладки пробных площадей и маршрутных ходов в менее вариабельных по комплексу признаков ядровых частях ландшафтов или для корректной экстраполяции результатов почвенных, геоботанических, лесоводческих, зоологических и других исследований, полученных на точечных экспериментальных объектах (пробных площадях) и линейных маршрутных ходах, на площадной ландшафтный уровень.

Таблица 3

Распределение ландшафтов в геологических структурах Уральской горной страны

Номер геологической структуры	Площадь, % от площади республики	Количество ландшафтов
Северный Урал		
6.1	1.77	67
6.2	0.45	16
6.3	1.53	67
6.4	1.02	37
Приполярный Урал		
6.5	0.95	52
6.6	0.92	33
6.7	1.85	77
6.8	0.38	18
6.9	0.91	39
6.10	0.01	2
6.11	0.02	2
Полярный Урал		
6.12	0.27	22
6.13	0.04	8
6.14	0.64	40
6.15	0.04	4
6.16	0.05	4
6.17	1.04	41
6.18	0.23	10

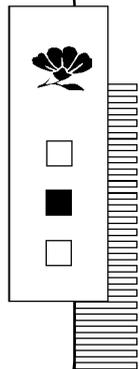
В собственной работе мы будем использовать данную ландшафтную карту для выявления динамики антропогенных сукцессий лесного покрова с учетом ландшафтной структуры бореальной зоны республики с целью установить закономерности распределения типов местообитаний коренных лесов и направленности лесовосстановительных процессов в различных типах таежных ландшафтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. (Анненская Г.Н.) Ландшафты Московской области и их современное состояние / Г.Н. Анненская, В.К. Жучкова, В.Р. Калинина и др. Смоленск, 1997. 296 с.
2. Атлас Республики Коми. М.: ГУГК, 1964. 112 с.
3. Атлас Ленинградской области. М.: ГУГК, 1967. 82 с.
4. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. М., 1997. 116 с.
5. Атлас Республики Коми. М., 2001. 552 с.
6. Биоресурсный потенциал географических ландшафтов северо-запада таежной зоны России (на примере Республики Карелия) / Под ред. А.Д. Волкова, А.Н. Громцева. Петрозаводск, 2005. 188 с.
7. Васильев С.В. Лесные и болотные ландшафты Западной Сибири. Томск, 2007. 276 с.
8. Волков А.Д. Классификация географических ландшафтов, местностей и урочищ запада северной и средней тайги европейской части России. Петрозаводск, 1996. 15 с. – (Докл. на ученом совете Ин-та леса КарНЦ УрО РАН).
9. Гофаров М.Ю., Болотов И.Н., Кутинов Ю.Г. Ландшафты Беломорско-Кулойского плато: тектоника, подстилающие породы, рельеф и растительный покров. Екатеринбург, 2006. 157 с.
10. Громцев А.Н. Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск, 2000. 144 с.
11. Дорофеев А.А. Структура и организация ландшафтов Тверской области / Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика. Матер. XI междунар. ландшафт. конф. М.: Изд-во МГУ, 2006. С. 180-182.
12. Ильчуков С.В. Создание ландшафтной карты Прилузского лесхоза: методы, критерии, апробация. Сыктывкар, 2005. 44 с. – (Сер. Науч. рекомендации – народному хозяйству / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 122).
13. Ильчуков С.В. Оценка антропогенной трансформации структуры лесного покрова в среднетаежных ландшафтах Республики Коми // Лесоведение, 2007. № 2. С. 28-36.
14. Ильчуков С.В. Ландшафты Республики Коми. Екатеринбург, 2010. 200 с.
15. Исаченко А.Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. М.: Высш. школа, 1965. 327 с.
16. Исаченко А.Г. Прикладное ландшафтоведение. Л.: Наука, 1976. Ч. 1. 151 с.
17. Исаченко Г.А. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высш. школа, 1991. 366 с.
18. Коломыйцев В.А. Географические особенности структуры и динамики заболоченности Восточной Фенноскандии (методология, методы и результаты исследований). Петрозаводск, 2001. 184 с.
19. Леса земли Вологодской / Под ред. Г.А. Воробьева. Вологда, 1999. 294 с.
20. Лопатин В.Д. О некоторых общих вопросах болотоведения // Болота европейского Севера СССР. Петрозаводск, 1979. С. 5-17.
21. Лурье И.К. Основы геоинформационного картографирования. М.: Изд-во МГУ, 2004. 120 с.
22. Мильков Ф.Н. Общее землеведение. М.: Высш. школа, 1990. 336 с.
23. Михайлов Н.И. Физико-географическое районирование. М.: Изд-во МГУ, 1985. 183 с.
24. Охраняемые природные территории Республики Коми (карта) / А.И. Таскаев, В.П. Гладков, С.В. Дегтева и др. СПб., 1996.
25. Пьявченко Н.И. Лесное болотоведение (основные вопросы). М.: Изд-во АН СССР, 1963. 192 с.
26. Рубцов Н.И. Ландшафтные классификации болот на основе признаков рельефа // Типы болот СССР и принципы их классификации. Л.: Наука, 1974. С. 44-50.
27. Солнцев Н.А. К теории природных комплексов // Вест. МГУ. Сер. геогр., 1968. № 3. С. 14-27.
28. Солнцев Н.А. Учение о ландшафте. Избранные труды. М.: Изд-во МГУ, 2001. 384 с.
29. Сочава В.В. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
30. Сочава В.В. Теоретическая и прикладная география. Новосибирск: Наука, 2005. 228 с.
31. Стурман В.И. Некоторые геоэкологические особенности ландшафтных рубежей в Удмуртии / Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: Матер. XI междунар. ландшафт. конф. М.: Изд-во МГУ, 2006. С. 586-587. ❖

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

к.б.н. **Светлане Геннадьевне Скугоровой** с получением гранта Президента Российской Федерации по итогам конкурса 2010 г. по государственной поддержке молодых российских ученых – кандидатов наук МК-7588.2010.5 «Миграция и распределение радионуклидов и поллютантов в компонентах природной среды в зоне влияния промышленного предприятия (на примере Кирово-Чепецкого химического комбината)».



Желаем дальнейших побед!

ВЫСОТНЫЙ ГРАДИЕНТ И РАЗНООБРАЗИЕ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ
ОХРАНЯЕМЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНОГО УРАЛА



Ю. Дубровский



С. Дегтева



Е. Жангуров



А. Дымов



В. Канев



Т. Пыстина

Заповедные территории России – уникальные полигоны для исследования естественного хода природных процессов. На территории Республики Коми в 1930 г. создан Печоро-Илычский государственный природный заповедник, который стал первым научно-исследовательским учреждением региона [1, 8]. Растительный и почвенный покров резервата изучали несколько поколений ученых [3-5, 7], однако сведения об их разнообразии до настоящего времени остаются неполными. Наиболее сложная организация экосистем характерна для предгорий и гор Северного Урала, что во многом обусловлено явлением высотной поясности. Сведения о роли высотного градиента в формировании структуры и состава растительных сообществ и разнообразия развивающихся под ними почв крайне скудны.

В 2009 г. специалистами Института биологии Коми НЦ УрО РАН выполнена инвентаризация почвенного и растительного покрова, флоры сосудистых растений, лишенобиоты ключевого участка, расположенного в северной части Печоро-Илычского заповедника в верхнем течении р. Илыч. В меридиональном направлении был заложён профиль, начальная точка которого располагалась на левом берегу реки Илыч напротив о-ва Кленгыныди, конечная – на высшей точке хребта Кычиль-из. Долина р. Илыч в пределах исследованного участка поло-

гая, с постепенным подъемом по мере приближения к горным хребтам Северного Урала. Берега поднимаются над уровнем реки на 4-5 м. На мелководье развиты монодоминантные группировки *Petasites radiatus* с примесью *Caltha palustris* и *Equisetum fluviatile*. Первая аллювиальная терраса неширокая, сформирована песчаными и галечниковыми наносами. Вдоль уреза воды узкой полосой (ширина 1-2 м) располагаются фитоценозы с доминированием *Carex aquatilis*. В средней части бечевника создаются условия, благоприятные для формирования слабо сомкнутых растительных группировок, отличающихся высоким видовым разнообразием и отсутствием ярко выраженных доминантов. Наиболее постоянны и обильны *Alchemilla* sp., *Equisetum sylvaticum*, *Hypericum maculatum*, *Phleum pratense*. На более высоких уровнях поймы развиты луга с доминированием *Calamagrostis purpurea* и заросли кустарников (*Salix pyrolifolia*, *Dusckekia fruticosa*). На надпойменной террасе формируются еловые леса травяной группы типов (асс. *Piceetum purpureae calamagrostidosum*).

В долине Илыча представлены разнообразные типы аллювиальных почв: от аллювиальных примитивных до аллювиальных дерновых и луговых. Под пологом хвойных лесов на надпойменной террасе формируются слабо дифференцированные на гене-

тические горизонты аллювиальные дерновые лесные почвы (фото 1).

Водораздельные пространства заняты сообществами темной хвойной тайги (ассоциации *Piceetum myrtilloso-hylocomiosum*, *P. myrtilloso-gymnocarpioso-hylocomiosum*, *P. equisetoso-caricoso-myrtilloso-hylocomiosum*). На слабо дренированных пологих склонах увалов под еловыми лесами зеленомошной группы типов на моренных суглинистых отложениях развиты торфянисто-подзолисто-глебоватые почвы. Профиль почвы четко дифференцирован: торфянистая подстилка мощностью до 20 см переходит в сизо-серый оглеенный подзолистый горизонт 2, который сменяется иллювиальным охристо-коричневатобурый горизонтом, переходящим в сильно завалуненный уплотненный сырой средний суглинок (фото 2).

Наиболее увлажненные экотопы занимают ельники, принадлежащие к двум ассоциациям сфагновой группы типов леса (ассоциации *Piceetum gymnocarpioso-myrtilloso-sphagnosum*, *P. globulari caricoso-myrtilloso-sphagnosum*). Водораздельные пространства, тянущиеся до подножья хребта Кычиль-из, в трех местах пересекают долины ручьев. Такие экотопы, характеризующиеся повышенным увлажнением проточного характера, занимают еловые леса травяно-сфагновой группы типов леса (асс. *Piceetum generioso-sphagnosum*, *P. filipenduloso-equisetosum-sphagnosum*).

Дубровский Юрий Александрович – к.б.н., н.с. отдела флоры и растительности Севера. E-mail: dubrovsky@ib.komisc.ru, тел. (8212) 24 50 12. Область научных интересов: *геоботаника, лесная типология.*

Дегтева Светлана Владимировна – д.б.н., зав. этим же отделом. E-mail: degteva@ib.komisc.ru. Область научных интересов: *лесная типология, антропогенная трансформация растительного покрова, охрана и рациональное использование растительного мира, экологическая экспертиза.*

Жангуров Егор Васильевич – аспирант отдела почвоведения. E-mail: zhangurov@ib.komisc.ru, тел. (8212) 24 52 40. Область научных интересов: *география, генезис, классификация почв.*

Дымов Алексей Александрович – м.н.с. этого же отдела. Область научных интересов: *морфогенетические особенности тундровых и горных почв, антропогенное воздействие и его диагностические критерии.*

Канев Владимир Алексеевич – к.б.н., н.с. отдела флоры и растительности Севера. E-mail: kanev@ib.komisc.ru. Область научных интересов: *ботаника, сравнительная флористика.*

Пыстина Татьяна Николаевна – к.б.н., с.н.с. этого же отдела. E-mail: pystina@ib.komisc.ru. Область научных интересов: *систематика, распространение и экология лишайников, редкие виды и охрана лишайников.*

По мере приближения к подножию гор и увеличения высоты над уровнем моря происходит закономерное изменение таксационных характеристик древостоя и структуры травяно-кустарничкового яруса лесных сообществ. Высота деревьев снижается, в составе насаждений возрастает доля *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*. В составе травяно-кустарничкового яруса увеличивается роль папоротников. На высотах 300–340 м н.у.м. сообщества ельников сменяются пихтовыми лесами асс. ***Abietetum myrtilloso-gymnocarpioso-hylocomiosum***. У подножия хребта Кычиль-из на высоте 340-350 м н.у.м. располагается облесенное сочной пушицево-сфагновое болото. Для болотного массива характерны участки, заросшие *Betula nana*. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Eriophorum vaginatum*, заметным обилием характеризуются *Carex pauciflora*, *Vaccinium uliginosum*, *Rubus chamaemorus*. В напочвенном покрове господствуют сфагновые мхи.

На склонах горных хребтов почвообразующей породой служит мало мощный обильно-щебнистый суглинистый элюво-делювий коренных пород, преимущественно кварцитов и кристаллических сланцев разного состава. В основании и на шлейфах склонов широко представлены делювиальные отложения, представленные неотсортированными маломощными суглинистыми отложениями, со значительной примесью щебнистого материала и морены [2]. Наиболее распространенная крутизна склонов от 5-6 до 15-25°.

В средней части горно-лесного пояса на профиле сообщества развиваются на почвах с избыточным увлажнением, которое обеспечивается близостью болота. В этих условиях под пологом пихтовых лесов формируется напочвенный покров со значительным участием сфагновых мхов. На высотах 350-400 м н.у.м. распространены сообщества ассоциации ***Abietetum expansae dryopteridoso-sphagnosum***. В верхней части горно-лесного пояса (420-460 м н.у.м.) преобладают пихтарники зеленомошной группы типов, относящиеся к ассоциации ***Abietetum avenelloso-myrtilloso-hylocomiosum***. Основу почвенного покрова горно-лесной пояса составляют почвы подзолистого типа, подтиповые различия которых прослеживаются в степени выраженности подзолистого процесса и глубине подстилания плотными породами, которая варьирует от 20 до 60 см. Как правило, на более

легких почвообразующих породах подзолистый процесс выражен сильнее.

На отметках высот 500-520 м н.у.м. на западном склоне хребта Кычиль-из начинается подгольцовый пояс растительности, в котором преобладают горные лиственничные редколесья. На высотах 550-600 м н.у.м. описаны сообщества асс. ***Montano-Laricetum lerchenfeldiosum***. Помимо лиственничных редколесий в верхней части подгольцового пояса (600 м н.у.м.) встречаются березовые редколесья и криволесья, сложенные *Betula pubescens*, отнесенные к асс. ***Montano-Betuletum purpureae calamagrostidosum***. В зависимости от высоты местности, условий увлажнения и характера растительности в подгольцовом поясе выявлены горно-дерновые редколесные, горно-редколесные оподзоленные иллювиально-гумусово-железистые, горно-редколесные иллювиально-железистые подзолы (фото 3).

На границе подгольцового и горно-тундрового поясов на высотах 620-650 м н.у.м. в ложбинах стока часто развиваются горные луга асс. ***Filipenduloso-Calamagrostidosum*** с развитым кустарниковым ярусом из *Salix lapponum*, *S. lanata*. Сообщества характеризуются значительным разнообразием сосудистых растений (29 видов на 400 м²). Развитие травянистой растительности обуславливает формирование здесь горных дерново-луговых примитивных почв (мощность профиля 15-20 см) с четко выраженными дерновым, гумусоаккумулятивным и пропитано-гумусовым горизонтами. Почвы с подобным строением профиля формируются практически по всему склону, в верхней, хорошо дренируемой части, отдельным поясом шириной от 20 до 70 м.

На высотах 750-830 м н.у.м. на склонах и плато хребта Кычиль-из представлена горно-тундровая растительность. Преобладают фитоценозы лишайниковой группы типов. Наиболее характерными видами лишайников являются *Cetraria islandica* и виды рода *Cladonia* (*C. arbuscula*, *C. ectoecyna*, *C. phylophora* и др.). Отмечены сообщества осоково-цетрариевой, чернично-цетрариевой, луговиково-цетрариевой а также чернично- и луговиково-лишайниковой ассоциаций. В горно-тундровом поясе почвы не образуют сплошного покрова, а встречаются фрагментарно среди каменистых россыпей и останцов. Вследствие контрастности экологических условий наблюдается значительная

пестрота почвенного покрова, характеризующегося большой комплексностью и неоднородностью. Здесь можно встретить различные стадии почвообразования: от первичных – зарастание гольцов мхами и лишайниками, до относительно «мощных» (по меркам горных почв) профилей, расположенных на выположенных плоских вершинах. Под кустарничково-цетрариевыми сообществами развиты горно-тундровые поверхностно-глеевые почвы, на участках с высокой долей в фитоценозах *Avenella flexuosa* при неглубоком подстилании плотными породами (≈20 см) – горно-тундровые дерновые оподзоленные, под осоково- и луговиково-цетрариевыми сообществами – горные лугово-дерновые глеевые почвы. На пологих склонах с ерничково-лишайниковой растительностью формируются горно-тундровые пропитано-гумусовые почвы.

В результате флористических исследований в горной части хребта Кычиль-из, который относится к Среднепырьсинскому ботанико-географическому району [6], было выявлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений включает 240 видов, относящихся к 135 родам и 50 семействам. К споровым растениям, которые представлены папоротниками, хвощами и плаунами, относятся 18 видов (7.5 %). Зарегистрировано шесть видов голосеменных. Остальные таксоны (222) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям. Соотношение двудольных и однодольных составляет 2.1:1.0. Наибольшим видовым разнообразием отличаются семейства Cyperaceae с 25 видами, Poaceae (24), Asteraceae (23), Rosaceae (13), Ranunculaceae и Ericaceae (по 12 видов). Замыкают десятку ведущих семейств Scrophulariaceae, Salicaceae, Caryophyllaceae, Juncaceae. Десять наиболее крупных семейств включают 148 видов (61.6 % общего числа). Среди родов наибольшим числом видов представлены *Carex* (18 видов) и *Salix* (10). Заметным разнообразием видов отличаются также роды *Eriophorum*, *Poa*, *Hieracium*, *Ranunculus*, *Calamagrostis*, *Juncus*, *Luzula*, *Eriophorum*, *Stellaria*, *Rubus*.

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал, что на фоне преобладания бореальных видов (50.2 %) заметную роль в формировании растительного покрова играют представители северных фракций (арктической, гипоарктической,

аркто-альпийской), доля которых в сумме составляет 42.4 %. Участие видов южных широтных групп (неморально-бореальной и лесостепной), а также представителей полизональной группы невелико (по 3.3 %). Среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами (47.3 и 29.8 % соответственно). Положение территории в предгорьях и горах Урала определяет примерно равное соотношение видов с преимущественно европейским и азиатским распространением (10.2 и 10.6 % соответственно). Космополитных видов всего три (1.3 %). Отмечен один эндемик Урала – *Anemonastrum biarmense*. Зафиксированы восемь видов сосудистых растений, которые включены в Красную книгу Республики Коми: *Anemonastrum biarmense*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Diapensia lapponica*, *Dryas octopetala*, *Dryopteris filix-mas*, *Loiseleuria procumbens*, *Pinus sibirica*, *Rhodiola rosea*.

Исследованный район характеризуется богатым видовым составом

лишайников. Для многих редких в Республике Коми видов выявлены новые места находок, несколько видов (*Arthonia cinereopruinosa*, *Hypogymnia austeroles*, *Peltigera elisabethea*) для бассейна Илыча зарегистрированы впервые. Наибольшее разнообразие лишайников отмечено в долинных и приручейных еловых лесах, пойменных древовидных ивняках и смешанных пихтово-еловых лесах, распространенных в нижней части горно-лесного пояса хребта Кычиль-из. В указанных сообществах отмечено и максимальное число таксонов, включенных в Красную книгу Республики Коми. Всего в районе исследования выявлено 24 вида, подлежащих охране в республике. Два из них – *Tuckneraria laurieri*, *Lobaria pulmonaria* – охраняются на федеральном уровне. Наиболее значимы находки *Usnea longissima* (в региональной Красной книге категория статуса охраны 1), *Hypogymnia austeroles*, *Heterodermia speciosa* и *Phaeophyscia kairamoi* (категория 2), произрастающих в еловых приручейных и

пойменных лесах, а также зарослях древовидных ив. Для этих, а также многих других редких видов в лесных сообществах района исследования выявлены многочисленные популяции. Набор видов лишайников, встречающихся в гольцовом и подгольцовом поясах, типичен для растительных сообществ верхних горных поясов Северного Урала, из числа редких зарегистрирован один вид – *Hypogymnia bitteri*, нуждающийся на территории Республики Коми в биологическом надзоре.

Полученные данные расширяют представления о видовом, ценоотическом и экосистемном разнообразии Печоро-Илычского заповедника и могут быть использованы при мониторинге особо охраняемых природных комплексов.

Исследования выполнены в рамках междисциплинарного проекта УрО РАН «Разработка концепции создания Атласа природного наследия Урала».

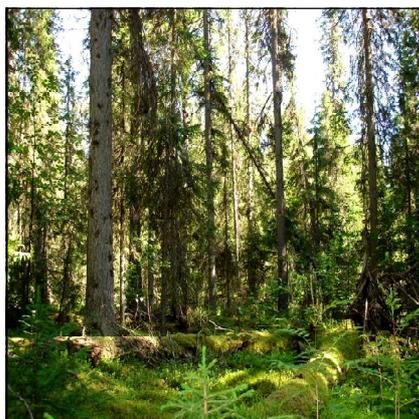


Фото 1. Ельник травяной группы типов леса на аллювиальной дерновой лесной почве.

Фото 2. Ельник зеленомошной группы типов леса на торфянисто-подзолисто-глееватой почве.

Фото 3. Лиственничное редколесье на горно-редколесном иллювиально-железистом подзоле.

ЛИТЕРАТУРА

1. (Алексеева Р.Н.) Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Ч. 1 / Р.Н. Алексеева, Т.М. Безносова, В.П. Гладков и др. Сыктывкар, 1993. 190 с.
 2. Варсанофьева В.А. Геологическое строение территории Печоро-Илычского государственного заповедника // Труды Печоро-Илычского государственного заповедника. М., 1940. Вып. 1. С. 5-214.

3. Взаимосвязи компонентов лесных и болотных экосистем средней тайги Приуралья. Л., 1980. 254 с.
 4. (Дегтева С.В.) Флора и растительность Печоро-Илычского биосферного заповедника / С.В. Дегтева, Г.В. Железнова, Д.И. Кудрявцева и др., 1997. 385 с.
 5. Зобоева И.В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 344 с.
 6. Лавренко А.Н., Улле З.Г., Сердюков Н.П. Флора Печоро-Илычского

биосферного заповедника. СПб.: Наука, 1995. 255 с.
 7. Корчагин А.А. Растительность северной половины Печоро-Илычского заповедника. М., 1940. 415 с. – (Тр. Печоро-Илычского заповедника; Вып. II).
 8. Таскаев А.И., Дегтева С.В. Система особо охраняемых природных территорий Республики Коми: история формирования и перспективы развития // Урал: наука, экология. Екатеринбург, 1999. С. 78-98. ❖

СТРУКТУРА ФАУНЫ БУЛАВОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA, HESPERIOIDEA) СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ УРАЛЬСКОГО ХРЕБТА

По видовому богатству булавоусых чешуекрылых Уральский хребет сопоставим и даже превосходит многие горные системы умеренного пояса Евразии и Северной Америки. Это объясняется его значительной меридиональной протяженностью (от полупустынь до типичных тундр), а также сложным развитием фауногенетических процессов в позднем плейстоцене и голоцене, в результате которых кроме видов с трансконтинентальными ареалами в составе фауны оказались чешуекрылые западно-, центрально- и восточноевразийского распространения. Особый интерес в зоогеографическом отношении представляют северные регионы Урала. В максимум позднеледниковой (сартанской) эпохи плейстоцена (18-17 тыс. лет назад) Уральский хребет до 62° с.ш. находился в зоне интенсивного горно-долинного оледенения, а на Северном Урале от 61 до 59° с.ш. существовали локальные ледники в наиболее высоких частях хребта [5, 6]. Поэтому лепидоптерофауна данных регионов является аллохтонной и исторически самой молодой в горной стране. Первые отрывочные сведения о дневных бабочках северной части Уральского хребта появились в начале XX в. [16, 25]. Во второй половине столетия были составлены сводки по отдельным географическим точкам Полярного, Приполярного и Северного Урала [1, 8, 15, 22, 24]. Кроме того, данные о булавоусых чешуекрылых северных уральских регионов можно найти в различных фаунистических обзорах [7, 13, 14, 18, 19, 21]. Накопленный к настоящему времени материал дает возможность провести детальный анализ структуры фауны и выявить закономерности зонально-ландшафтного распределения видов булавоусых чешуекрылых в северной части Уральской горной страны. Этой цели и посвящена данная статья.

В состав фауны северной части Уральского хребта по нашим данным входит 123 вида булавоусых чешуекрылых из шести семейств. Наименее изученным в лепидоптерологическом отношении районом



А. Татаринов



О. Кулакова

Уральской горной страны остается Пай-Хой. Специальных исследований видовой разнообразия булавоусых чешуекрылых здесь пока не проводилось. Попутные сборы сотрудников Коми НЦ УрО РАН в разные годы позволили составить предварительный список из 26 видов дневных бабочек. Анализ распространения чешуекрылых на сопредельных территориях позволяет ожидать находок еще около 10 видов.

Фауна Северного Урала насчитывает около 100 видов булавоусых чешуекрылых. К северу их количество заметно снижается, и в уральском Заполярье можно встретить уже не более 50 видов (рис. 1). Некоторое повышение видовой богатства полярно-уральской фауны (78 видов) в сравнении с фауной Приполярного Урала (70) объясняется ее лучшей изученностью, пограничным положением между бореальной и тундровой зонами, а также проникновением в регион многих температурных видов по поймам крупных рек в низкогорных районах Кокпельского, Лемвинского и Сось-Елецкого перевалов. В целом, в северных регионах Урала встречается более половины видов дневных бабочек горной страны.

Причины снижения видовой богатства булавоусых чешуекрылых в северном направлении надо искать прежде всего в связи факторами окружающей среды. Среди биотических факторов определенное значение имеют, например, отношения видов с кормовыми растениями, однако их влияние на географическое распространение видов менее значимо в сравнении с климатическими факторами [2, 3, 29, 30]. Для отдельных групп наземных беспозвоночных была показана зависимость изменения количества видов от климата и, прежде всего, от температурных параметров [27]. Проводимые нами исследования в целом подтверждают это и для булавоусых чешуекрылых. В северной части Урала установлена достоверная ($p \leq 0.05$) корреляция числа видов в локальных фаунах со средними температу-

Татаринов Андрей Геннадьевич – к.б.н., в.н.с. отдела экологии животных. E-mail: tatarinov@ib.komisc.ru; тел. (8212) 43 19 69. Область научных интересов: фауна, экология и география чешуекрылых.
 Кулакова Оксана Ивановна – к.б.н., н.с. этого же отдела. E-mail: kulakova@ib.komisc.ru. Область научных интересов: фауна, экология, популяционная изменчивость чешуекрылых.

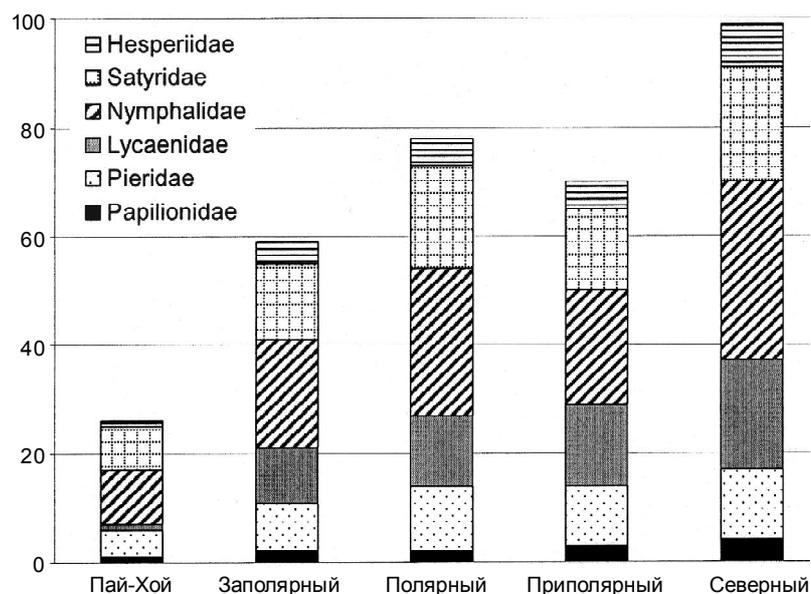


Рис. 1. Видовое богатство и таксономическая структура региональных фаун булавоусых чешуекрылых северной части Урала.

рами января ($r = 0.76$) и июля ($r = 0.87$), среднегодовой температурой воздуха ($r = 0.80$) и продолжительностью безморозного периода ($r = 0.82$). От значений минимальных температур зависит успешность зимовки видов, особенно на стадиях куколки и яйца. Максимальные, среднегодовые температуры и продолжительность безморозного периода в конечном итоге определяют возможность прохождения полного цикла развития вида [9]. Значения коэффициента корреляции показателей влажности с числом видов в локальных фаунах оказались низкими и недостоверными ($p \geq 0.05$). Однако полностью исключать существование этой зависимости нельзя. Возможно, суммы осадков имеют значение для распределения видов на восточном и западном макросклонах хребта. Как нам кажется, именно этот фактор ограничивает широкое распространение на более увлажняемом западном макросклоне Полярного Урала таких криоксерофильных видов, как *Erebia dabanensis* и *Clossiana distincta*.

Основу таксономического разнообразия дневных бабочек северных регионов Урала составляют нимфалиды (Nymphalidae) и сатириды (Satyridae). На их долю приходится около 60 % видового состава. Нимфалиды представлены 42 видами из двух подсемейств и 13 родов. Более половины семейства относится к перламутровкам (триба Argynnini), среди которых в свою очередь большего всего видов (14) в роде *Clossiana*, что составляет около половины видового богатства этого таксона в мировой фауне. Среди сатирид традиционно для аркто-бореальных регионов по количеству видов лидируют два рода: *Erebia* и *Oeneis*. Исследование разнообразия этих чешуекрылых на севере Урала продолжается и не исключены новые находки. Подтверждением этому могут быть виды групп *Erebia kefersteinii* и *E. callias*, обнаруженные на Полярном Урале в последние годы [4, 17]. Голубянки по количеству видов находятся на третьем месте после нимфалидных семейств. Среди родов ярко выраженных лидеров нет, немногим разнообразнее других являются *Lycaena* и *Polyommatus* с четырьмя видами в каж-

дом. Почти не уступают им роды *Plebeius* и *Aricia*, содержащие по три вида. Белянки (сем. Pieridae) на севере Урала представлены 15 видами из трех подсемейств и десяти родов. Наибольшим разнообразием характеризуется род *Colias*, входящий в четверку лидеров аркто-бореальной фауны [11]. В районе исследований встречаются четыре его вида: тундровые *C. hecla* и *C. tyche*, широко распространенный *C. palaeno*, а также *C. hyale*, очевидно, не образующий здесь постоянных популяций, но периодически проникающий до Полярного Урала. Семейством булавоусых чешуекрылых, относительно слабо представленным в фауне севера Уральской горной страны, являются толстоголовки (HesperIIDae). Здесь зарегистрировано девять видов, принадлежащих к двум подсемействам и пяти родам. Наиболее успешно среди толстоголовок условия северных широт освоили представите-

ли родов *Pyrgus* и *Carterocephalus*. Виды *Carterocephalus palaemon* и *C. silvicolus* широко распространены в таежной зоне, а в интразональных сообществах встречаются в полосе лесотундры и в южной тундре. Толстоголовка *Pyrgus centaureae* обычна в зоне Гипоарктики и является, пожалуй, единственным по-настоящему северным представителем семейства. На Полярном Урале зарегистрирована европейская *Pyrgus andromedae*. По интразональным местообитаниям в южную тундру проникает *Hesperia comma*. Распространение остальных видов семейства ограничено подзонами средней и частично северной тайги. Наконец, парусники (сем. Papilionidae) имеют самую низкую видовую насыщенность среди дневных бабочек северной части Уральского хребта. Они представлены пятью видами из двух подсемейств. Один вид – *Iphiclides podalirius* – зафиксирован как мигрант в Северном Предуралье. С таежными районами связано распространение парусников *Parnassius apollo* и *P. mnemosyne*. Парусник *Parnassius phoebus* проникает на север до подзоны типичной тундры и является единственным оседлым представителем семейства в заполярном регионе. Наиболее широко распространен *Papilio machaon*, достигающий побережья Северного Ледовитого океана, но полный цикл развития этот вид проходит только в тайге и лесотундре.

Сравнение состава исследованных локальных фаун булавоусых чешуекрылых выявило на севере Урала существование двух крупных фаунистических комплексов, которые можно обозначить как гипоарктический и бореальный (рис. 2). Граница между ними является зональной и проходит в северной части Приполярного Урала (~65° с.ш.). В свою очередь в гипоарктическом комплексе также по зональному принципу обособляются южно-тундровые фауны Заполярного и Полярного Урала от лесотундровых и крайнесеверотаежных фаун Полярного и Приполярного Урала, в составе которых встречается еще довольно значительное количество видов лесной зоны. В бореальном комплексе намечается разделение северо-таежных фаун Приполярного

Урала с высоким процентом специфичных северных видов подгольцового и горно-тундрового поясов и фаун Северного Урала, имеющих типичный таежный облик.

Таким образом, в районировании севера Урала на основе материалов по булавоусым чешуекрылым преобладают зональные границы. Важнейшая из них между гипоарктическими и бореальными фаунами совпадает с рубежом фаунистических комплексов пауков [10, 11] и жуков-мертвоедов [12]. Для насекомых она намечена еще В.Н. Фридолиным [25] и носит не только экологический, но и исторический характер. Циркумпольярные и трансевразиатские тундровые виды дневных бабочек, вероятно, входили в состав сообществ перигляциальных тундр, тундро-степей и редколесий севера Русской равнины и Западной Сибири, осушенного шельфа Баренцева и Карского морей, а в позднеледниковье (12-10 тыс. лет назад) вслед за деградирующими ледниками мигрировали на Урал. Проникновение сибирских (ангарских) видов на Урал началось, очевидно, также в позднеледниковье со стороны Ямала, шельфа Карского моря и Западно-Сибирской равнины и потом несколькими миграционными волнами с северо-востока и востока шло по центральному хребту в течение всего голоцена.

Бореальный комплекс дневных бабочек сформировался в основном за счет миграционных потоков по поймам крупных рек с прилегающих равнин в периоды термических оптимумов голоцена. Как известно, речные поймы имеют «коридорное» связующее значение, способствуя продвижению видов за пределы их первичного распространения [20, 26]. Из рефугиума, предположительно существовавшего в плейстоцене на юге Урала и прикаспийских степях, по западному макросклону хребта распространялись неморальные чешуекрылые. Изолированные популяции некоторых из них сохранились на Северном Урале до настоящего времени. Определенную консервирующую роль, на наш взгляд, сыграли подгольцовые местообитания (разнотравные луга, парковые криволесья, кустарники), более благоприятные для булавоусых чешуекрылых, чем темнохвойные сообщества горно-лесного пояса, предгорий и равнин. Поэтому современная структура населения дневных бабочек в природных сообществах лесной зоны Северного и Приполярного Урала заметно отличается от Русской равнины.

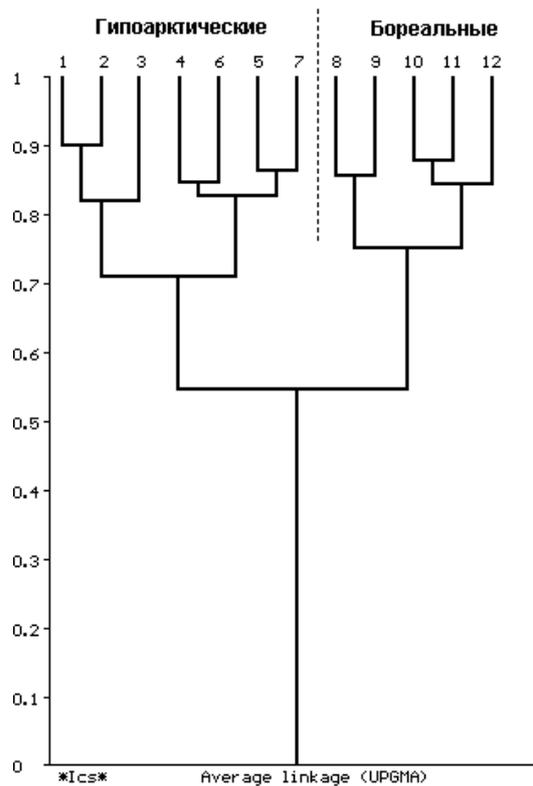


Рис. 2. Дендрограмма сходства состава локальных фаун булавоусых чешуекрылых северной части Урала: Оченырда (1), заказник «Хребтовый» (2), Полярный Урал – 98-й км ж/д ветки Сейда-Лабытнанги (3), Сось – 120-й км там же (4), Красный Камень – 141-й км там же (5), Пагаты (6), Малды-Нырда (7), Ломесьвож (8), Малый Паток (9), Гаревка Левобережная, Печоро-Илычский заповедник (10), Яны-Пупунер (11), Денежкин Камень (12), сведения из литературы [6].

В работе по Северному (в широком смысле) Уралу В.Н. Фридолин [25, с. 245] писал: «Ограничить зоогеографическое значение Урала (в том числе и Северного) <...> ролью границы между фаунами Европы и Сибири означало бы, прежде всего, игнорирование самого Урала как обитаемой страны». В целом, присоединяясь к данной точке зрения, отметим, что структура фауны булавоусых чешуекрылых северной части Уральского хребта имеет очень много общих черт с фауной северо-востока Русской равнины, охарактеризованной нами в предыдущей работе и, судя по данным литературы [14], с фауной Западно-Сибирской равнины. Объясняется это сходством современных природно-климатических условий и единством природного процесса в послеледниковье и голоцене в данных регионах. Современный монотипный комплекс видов булавоусых чешуекрылых Урала небогат и не эндемичен, хотя на подвидовом уровне его специфичность значительно выше других зонально-ландшафтных

групп. Отличительной особенностью североуральской фауны можно считать более глубокое, чем на равнине, проникновение к югу по осевому хребту арктических и гипоарктических чешуекрылых. С другой стороны, наблюдается меньшее по сравнению с Русской равниной распространение на север представителей суббореальных групп, что надо связывать, прежде всего, со сравнительно слабой освоенностью северных регионов Урала человеком. Последнее косвенно доказывается быстрым распространением и синантропизацией многих температурных чешуекрылых в зонах хозяйственной деятельности на Приполярном и Полярном Урале.

Характерные черты североуральской фауны наиболее отчетливо проявляются на уровне структуры населения булавоусых чешуекрылых в природных сообществах [4]. При этом равнинные и горные топические группировки видов в Гипоарктике более сходны, чем в бореальной зоне. Поэтому можно заключить, что север Урала в отношении дневных бабочек имеет не столько зоогеографическую, сколько биоценологическую обособленность от соседних равнинных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранчиков Ю.Н. О булавоусых чешуекрылых Северного Урала // Труды Биологического института СО АН СССР. Новосибирск, 1980. С. 218-227.

2. Богачева И.А. Факторы, ограничивающие распространение насекомых-филлофагов на север: случай с брюквенницей и капустницей // Экология, 1997. № 4. С. 293-296.
3. Богачева И.А., Замшина Г.Ф. Сопряженное распространение чешуекрылых Macrolepidoptera и их кормовых растений на север вдоль Уральских гор // Экология, 2006. № 5. С. 379-386.
4. Богданов П.В. Обзор сатирид группы *Erebia callias* Edwards, 1871 (Lepidoptera, Satyridae) с описанием нового вида с Полярного Урала // Труды Государственного Дарвиновского музея. М., 2008. Вып. XII. С. 161-168.
5. Боярская Т.Д., Малаева Е.М. Развитие растительности Сибири и Дальнего Востока в четвертичном периоде. М.: Наука, 1967. 201 с.
6. Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. М.: Наука, 1973. 256 с.
7. Горбунов П.Ю. Gorbunov P.Y. The butterflies of Russia: classification, genitalia, keys for identification (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea). Ekaterinburg, 2001. 320 p.
8. Горбунов П.Ю., Ольшванг В.Н. Фауна дневных бабочек Уральского Заполярья // Фауна и экология насекомых Урала. Пермь, 1993. С. 19-34.
9. Данилевский А.С. Зависимость географического распространения насекомых от экологических особенностей их жизненных циклов // Энтомологическое обозрение, 1949. Т. 30, вып. 3-4. С. 194-207.
10. Есюнин С.Л., Ефимик В.Е. Разнообразие фауны и географическое распределение пауков-волков (Aranei, Lycosidae) Урала // Зоол. журн., 2000. Т. 79, № 5. С. 534-547.
11. Есюнин С.Л., Ефимик В.Е. Разнообразие фауны пауков Урала: географическая изменчивость // Усп. совр. биол., 1994. Т. 114, вып. 4. С. 415-427.
12. Есюнин С.Л., Козьминых В.О. Тренды разнообразия жуков-мертвоедов (Coleoptera, Silphidae) на Урале // Зоол. журн., 2000. Т. 79, № 2. С. 171-179.
13. Каталог чешуекрылых (Lepidoptera) России / Под ред. С.Ю. Синева. СПб.-М., 2008. 424 с.
14. Коршунов Ю.П. Булавоусые чешуекрылые Северной Азии. М., 2002. 424 с.
15. Коршунов Ю.П., Ельшин С.В., Золотаренко Г.С. Булавоусые чешуекрылые Полярного Урала, Ямала, Таймыра // Членистоногие Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1985. С. 93-105.
16. (Кузнецов Н.Я.) Kusnetzov N.J. Some new Eastern and American elements in the fauna Lepidoptera of Polar Europa // ДАН СССР. Сер. А, 1925. С. 119-122.
17. Николаев С.Л. Новый вид *Erebia* Dalman, 1816 (Lepidoptera, Satyridae) с Полярного Урала // Евразийский энтомолог. журн., 2005. Т. 4, вып. 4. С. 338-340.
18. Ольшванг В.Н., Баранчиков Ю.Н. Дневные бабочки Урала: нимфалиды, сатириды, голубянки. Свердловск, 1982. 100 с.
19. Ольшванг В.Н., Баранчиков Ю.Н. Дневные бабочки Урала: толстоголовки, парусники, белянки. Свердловск, 1981. 60 с.
20. Самбук Ф.В. Ботанико-географический очерк долины р. Печоры // Труды Ботанического музея АН СССР. М., 1930. Вып. 22. С. 140-145.
21. Седых К.Ф. Животный мир Коми АССР. Беспозвоночные. Сыктывкар, 1974. 192 с.
22. Седых К.Ф. Происхождение и видовой состав дневных чешуекрылых Полярного Урала и прилегающих к нему областей // Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар, 1970. С. 132-136.
23. Татаринов А.Г., Долгин М.М. Видовое разнообразие булавоусых чешуекрылых на европейском северо-востоке России. СПб.: Наука, 2001. 244 с.
24. Татаринов А.Г., Долгин М.М. Результаты изучения дневных бабочек (Lepidoptera, Diurna) в северных районах Урала // Успехи энтомологии на Урале. Екатеринбург, 1997. С. 104-107.
25. Фридолин В.Ю. Фауна Северного Урала как зоогеографическая единица и как биоценотическое целое // Труды ледниковых экспедиций. Л., 1935. Вып. 4. С. 245-270.
26. Чернов Ю.И. Биота Арктики: таксономическое разнообразие // Зоол. журн., 2002. Т. 81, № 12. С. 1411-1431.
27. Чернов Ю.И. Природная зональность и животный мир суши. М.: Мысль, 1975. 222 с.
28. Чернов Ю.И., Татаринов А.Г. Дневные бабочки в фауне Арктики // Зоол. журн., 2006. Т. 85, № 10. С. 1205-1229.
29. Danks H.V. Insect-plant interactions in arctic regions // Revue d'Entomologie du Quebec, 1986. Vol. 31. P. 52-75.
30. Downes I.A. Arctic insects and their environment // Can. Entomol., 1964. Vol. 96. P. 276-307. ❖

ТИМАНСКИЕ РЕКИ. НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

К природным богатствам Республики Коми, несомненно, относятся и водотоки, истоки которых расположены в центральной части Тиманского кряжа. Это такие известные и не очень реки, как Пижма, Цильма, Мезень, Нерица, Вымь, Ворыква, Елва Вымская и Елва Мезенская, Кедва, Сюзью, Ухта с многочисленными притоками, сохранившие до настоящего времени своеобразие и первозданную чистоту. Большая часть территории их водосборов расположена в едином

географическом пространстве Центрального Тимана, однако водосток распределен по бассейнам трех крупных северо-европейских рек Печора, Мезень и Северная Двина. Геоморфологические и экологические условия тиманских рек во многом предопределили состав и структуру их рыбного населения, где обитают от 12 до 20 видов рыб. Генезис локальных ихтиофа-



А. Захаров

ун связан с последним ледниковым периодом, а их формирование в последующие тысячелетия во многом зависит от принадлежности к базовой реке. Несмотря на то, что внутривидовые группировки и популяции рыб в регионе имеют симпатрический характер, влияние сибирских ихтиофаун на рыбное население тиманских водотоков минимально. Многие из абориген-

Захаров Александр Борисович – к.б.н., зав. лабораторией ихтиологии и гидробиологии отдела экологии животных. E-mail: zaharov@ib.komisc.ru, тел. (8212) 43 63 84. Область научных интересов: экология рыб, популяционная биология, антропогенные трансформации в сообществах гидробионтов, рыбные ресурсы.

ных видов рыб отнесены к коммерчески важным, например, стерлядь, сиг, европейский хариус, пелядь, чир и даже щука. Два представителя ихтиофауны – нельма и обыкновенный подкаменщик – включены в Красную книгу Российской Федерации и Республики Коми [3, 4]. Жемчужиной рыбного населения по праву считается атлантический лосось, мигрирующий на нерест практически во все относительно крупные и средние тиманские реки. С целью повышения эффективности охраны рыбных запасов на семужье-нерестовых реках введены серьезные ограничения на любительский и промышленный лов рыбы.

Уникальность и эстетическая ценность природных ландшафтов, а также стратегическая значимость водных биологических ресурсов тиманских водотоков по достоинству оценены еще во второй половине XX в. По рекомендации специалистов Коми филиала АН СССР, постановлением правительства Коми АССР в бассейнах рек Пижма, Кедва, Сюзью, Крохаль, Чуть, Вымь и верхняя Мезень были учреждены особо охраняемые природные территории (ООПТ) [2]. В недавнем прошлом состояние численности многих популяций промысловых видов рыб, обитающих в тиманских реках, не вызывало особых опасений. Еще в 70-80-х годах прошлого века в печорских притоках, стекающих с Центрального Тимана, нерестилось до 17 % общего количества зашедших в Печору производителей атлантического лосося. На контрольных нерестовых участках р. Пижма насчитывалось до 2,5 тыс. нерестовых бугров. В вымском притоке р. Ворыква (бассейн р. Северная Двина) по данным ФГУ «Комирыбвод» нерестилось до 500 самок семги. Промышленный лов семги на р. Мезень во многом обеспечивали популяции, нерестившиеся в верховьях этой реки и ее притоках (Елва Мезенская, Пузла и др.). Благополучие популяций европейского хариуса, доминирующего по численности и биомассе во всех тиманских реках, и его запасы оценивались на промышленном уровне, что позволяло долгие годы удовлетворять потребительские запросы немногочисленных местных жителей.

Несмотря на высокий природоохранный статус многих рек Центрального Тимана, в последние два десятилетия ситуация изменилась. Численность анадромного мигранта – семги – во всех тиманских реках резко снизилась. В настоящее время количество производителей этого вида

на нерестилищах повсеместно упало в 10 и более раз. Например, по материалам наших исследований, в р. Ворыква в 2002-2005 гг. нерестилось лишь около 20-30 самок семги. На многих малых реках Тимана численность производителей семги приобрела флуктуирующий характер, а нерест в разные годы проходил нерегулярно. Сегодня ряд малых водотоков, таких как реки Сюзью, Тобысь, Ухта с притоками, очевидно уже выпал из ареала воспроизводства атлантического лосося. По причине низкой эффективности естественного воспроизводства объемы промысла семги в устье Мезени в 90-е годы XX столетия упали в 30-40 раз, а затем промышленный лов ввиду его нерентабельности был закрыт. В связи с этим проблемы сохранения ресурсной значимости вида, генетической структуры и генофонда атлантического лосося в крупных реках европейского северо-востока России стали очевидными и перешли из разряда теоретических в практическую плоскость. Состояние популяций других промысловых видов рыб в тиманских реках также вызывает серьезную озабоченность. В промысловой ихтиологии для оценки состояния природных популяций и стад рыб приняты такие основные показатели, как численность, биомасса, возрастная и половая структуры, линейно-весовые значения и доля в контрольных уловах молоди и рыб старшего предельного возраста. Согласно этим критериям, а также материалам наших исследований, проведенных на 20 тиманских водотоках (притоки рек Пижма, Цильма, Вымь и Мезень), состояние популяции европейского хариуса хорошим может считаться лишь для группировки, обитающей в бассейне верхнего течения р. Цильма. Выборка рыб здесь представлена преимущественно 6-9-летними особями. Для многих рек, таких как Пижма, Кедва, Мыла, Вымь (верхнее течение), Елва Мезенская и Елва Вымская (верхнее течение), верхнее течение р. Мезень численность европейского хариуса может быть охарактеризована как удовлетворительная, хотя в контрольных уловах преобладали неполовозрелые рыбы возрастом 2-4 года. В реках Сюзью, Ухта с притоками, Тобысь, Чуть, Крохаль, верхнем течении р. Ворыква, нижнем и среднем течении р. Елва Вымская запасы европейского хариуса и других промысловых рыб подорваны, а состояние их популяций расценивается как плохое. В настоящее время промышленный лов

рыбы в тиманских реках осуществляется только в системе Косминских озер, расположенных в бассейне среднего течения р. Цильма и ее левобережном притоке р. Тобыш.

Причины деградации численности промысловых видов в бассейнах тиманских рек более чем очевидны. В первую очередь, это иррациональный по сути, незаконный лов рыбы, который обусловлен двумя факторами. Первый – развитием транспортных коммуникаций на территории Центрального Тимана, что резко повысило доступность водотоков. Сюда же можно отнести появление большого количества обеспеченных городских жителей, вооруженных современной техникой (лодки с импортными моторами, снегоходы, вездеходы и т.д.) и обладающих неформальными связями с контролирующими органами. Не менее важным представляется второй решающий фактор – правовой нигилизм всего местного населения – явление, получившее развитие в начале 90-х годов прошлого века в период экономических и социальных преобразований на всей территории Российской Федерации. Последнее обстоятельство постоянно подкрепляется высокой инерционностью социально-психологических категорий (мышления), отсутствием экологического воспитания, нормативно-юридической путаницей и низкой эффективностью работы органов исполнительной власти.

В концепции Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми «Развитие, сохранение и использование природного рекреационного потенциала ООПТ Республики Коми до 2015 г.» совершенно верно предусмотрено расширение возможностей использования гражданами потенциала водных биологических ресурсов акваторий, расположенных на ООПТ республиканского значения. Однако опыт организации специализированных хозяйств с уставной деятельностью, предусматривающей развитие рыболовного туризма и спортивно-любительского лова рыбы, не дает повода для оптимизма. Большая часть таких хозяйств, за некоторым исключением, создается обеспеченными людьми для организации некой закрытой территории с целью удовлетворения личных запросов в части рыбной ловли и охоты, но не для массового развития рекреационного рыболовства. Этому есть свои причины, однако, их анализ не входит в задачи данной публикации.

Важнейшим фактором, определяющим структурно-функциональную организацию рыбного населения водоемов и лимитирующим численность популяций рыб, является техногенная деятельность. До настоящего времени большинство тиманских водотоков не затронуто напрямую промышленной деятельностью. К сожалению, практически неизученным остается влияние массовых рубок леса на рыбное население акваторий. Современная индустриализация Центрального Тимана связана с добычей и транспортировкой бокситов, который вот уже 10 лет добывается карьерным способом на водосборе верхнего течения р. Ворыква. Перспективы развития Средне-Тиманского бокситового рудника (СТБР) связаны с увеличением объемов добычи бокситовой руды и расширением зоны техногенного воздействия на природную среду. Нетрудно предугадать, что территория прямого и опосредованного техногенного влияния на животный мир увеличится и будет затрагивать уже водосборы верхнего течения р. Вымь и рек Вежаю и Щугор. В последнее десятилетие р. Ворыква является модельной, здесь проводится постоянный гидробиологический мониторинг, а накопленные материалы позволяют прогнозировать изменения, ожидаемые при расширении деятельности СТБР. На примере р. Ворыква мы предпримем попытку дать прогноз изменения водных биологических ресурсов многих тиманских рек, поскольку залежи бокситов простираются на обширную территорию, кото-

рая захватывает водосборы рек Пижма, Цильма и верхнего течения р. Мезень. Кроме этого, в ближайшей перспективе ожидается разработка титанового месторождения в бассейне среднего течения р. Пижма и реанимация добычи золота и алмазов в бассейне ее притока – р. Умба.

Технологии добычи бокситов, титанов и золота, конечно, отличаются, но биологические последствия с большой долей вероятности будут сходными. Предлагаемый прогноз разработан для фирмы «Шанеко», которая сопровождает комплексные экологические исследования, осуществляемые в составе холдинга «Русский алюминий».

Согласно материалам проекта расширения эксплуатации Центральной залежи Вежаю-Ворыквинского месторождения, предполагаются мероприятия по осушению карьеров СТБР путем карьерного и дренажного водоотлива. При карьерном водоотливе воды будут проходить очистку, включая реагентную обработку и отстаивание. В условиях нормального режима функционирования очистных сооружений негативного воздействия на ихтиофауну не ожидается. Дренажный водоотлив, предотвращающий обводнение карьеров, осуществляется кустом скважин. При этом обустройство и эксплуатация дренажного узла будет осуществляться поэтапно (с 2010 г.) по мере развития горных работ. Производительность дренажного узла начиная с 2010 г. в соответствии с проектом водопонижения возрастает с 2500 до

6250 м³/ч. Представленный прогноз гидрологов и гидрохимиков, осуществленный на основе имеющихся материалов, не предполагает значительных изменений параметров стока и качества поверхностных вод р. Ворыква даже с учетом максимального сброса дренажных вод:

– режим уровней воды в р. Ворыква и скорости течения воды в русле реки практически не изменятся;

– геохимический тип подземных вод и вод р. Ворыква отличаются лишь в период паводка, а превышения по ПДК микрокомпонентов марганца, алюминия и железа носят природный или естественный характер, т.е. влияние сброса на гидрохимический состав воды р. Ворыква не ожидается;

– загрязняющие вещества локализуются в пределах контура карьеров, а техногенная нагрузка на водоносные горизонты в районе влияния карьеров незначительна по площади, не провоцирует загрязнения в водоносном горизонте и не представляет угрозу загрязнения вод р. Ворыква.

Таким образом, основным техногенным фактором, влияющим на воды р. Ворыква, согласно материалам проекта, является температура дренажных вод. Из анализа материалов гидрологов следует, что с вероятностью 80 % температура воды в р. Ворыква будет «меньше 10 °С». Согласно этому, температура воды в летний период будет находиться преимущественно в пределах 5-10, в среднем составляя 7 °С. Градиент температур в летний период по прогнозу ожидается на

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

победителям конкурса научных проектов РФФИ в 2010 г.:

10-04-00067-а «Зональные закономерности бюджета углерода в сосновых экосистемах европейского Северо-Востока» (руководитель проекта — д.б.н., проф. **Капитолина Степановна Бобкова**);

10-04-01446-а «Закономерности формирования сообществ цианопрокариот горных областей в высоких широтах европейской Арктики» (руководитель проекта — к.б.н., доцент **Елена Николаевна Патова**);

10-04-01562-а «Структурная организация растительного покрова водоемов европейского северо-востока России: широтный аспект» (руководитель проекта — к.б.н., доцент **Борис Юрьевич Тетерюк**).

Желаем дальнейших творческих успехов и побед!



участке реки протяженностью 10-15 км от точки сброса. Проводя анализ техногенного влияния на водное сообщество, в данном проекте многие эксперты основное внимание сосредотачивают на ожидаемом изменении температурного режима водотока. При этом скрытую угрозу представляет то обстоятельство, что подземные воды, накапливающиеся в карьерах и сбрасываемые на местность, имеют очень низкие концентрации растворенного в воде кислорода. Вполне очевидно, техногенное влияние на рыбное население и фауну водных беспозвоночных в части изменения температурного режима р. Ворыквы следует также ожидать на 10-15-километровом участке, расположенном ниже точки сброса дренажных вод.

Температура считается одним из основных экологических факторов в жизни водных животных и растений. Она оказывает влияние на рост, развитие, размножение, обмен веществ, биологические циклы и другие стороны жизнедеятельности обитателей водоемов. По мере снижения температуры воды до некоторой пороговой величины некоторые виды беспозвоночных, прежде всего теплолюбивых, а также и часть холодолюбивых, оказавшихся за пределами своей экологической валентности, выпадут из состава водного сообщества. В реке, в зоне влияния подземных вод, останутся лишь виды аборигенных гидробионтов, адаптации которых позволяют им существовать в изменившихся условиях внешней среды. Таких видов здесь останется немного. По экспертному заключению В.Н. Шубиной, вследствие низких температур произойдет обеднение разнообразия фауны водных беспозвоночных за счет элиминации ряда видов, температурный оптимум обитания которых не совпадает с вновь созданными условиями. В бентосе р. Ворыквы в период летней межени останутся в основном те же группы беспозвоночных, которые здесь обитают и сегодня: Nematoda, Oligochaeta, Mollusca, Ostracoda, Coelenterata, Hydracarina, Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera, Chironomidae, Diptera n/det. Однако видовой состав всех групп беспозвоночных резко сократится.

Для гидробионтов характерны простейшие поведенческие механизмы, такие как уход от опасности, активное перемещение особей в более благоприятные условия в водоеме, катастрофический дрейф беспозвоночных, т.е. будут включены определенные ви-

довые механизмы, обеспечивающие выживание в неблагоприятных условиях. Произойдет гибель части особей, менее приспособленных к новым параметрам окружающей среды. Уменьшится численность всех обитателей дна и, прежде всего, доминирующих – хирономид. В летний период в зоне влияния стоков подземных вод в р. Ворыквы сократятся численность (до 5 тыс. экз./м²) и биомасса (до 2 г/м²) общего бентоса, что почти в три раза меньше в сравнении с современными количественными показателями донного населения в этом районе. Будут задержки в развитии и вылете амфибиотических насекомых, составляющих основу бентоса.

Доминантами по численности останутся личинки хирономид (п/сем. Orthocladiinae), в общей биомассе бентоса возрастет роль моллюсков (представители родов *Lymnaea* и *Ancylus*), но сократится значение ручейников (останутся виды *Rhyacophila nubila*, *Silo pallipes*), поденок (*Baetis*), веснянок (*Arcynopteryx compacta*). Абсолютные показатели численности и биомассы этих беспозвоночных будут невысокими. Указанные группы бентоса характерны для сообществ чистых вод нативных экосистем. Поэтому, даже если экологическое состояние р. Ворыквы в 15-километровой зоне после впадения ручья Черный, где планируется точка сброса карьерных вод, останется удовлетворительным, то бентос реки, как кормовая база рыб, будет обедненным в качественном и количественном отношении.

Ихтиофауна р. Ворыквы на участке верхнего течения представлена следующими видами рыб: европейский хариус (*Thymallus thymallus* (L.)), сиг (*Coregonus lavaretus pidschian* Gmel.), щука (*Esox lucius* L.), голянь (*Phoxinus phoxinus* (L.)), окунь (*Perca fluviatilis* L.), обыкновенный подкаменщик (*Cottus gobio* L.), елец (*Leuciscus leuciscus* (L.) и возможно атлантический лосось (*Salmo salar* L.). Экологическая форма представленных видов – жилая, за исключением проходного атлантического лосося. Елец не является типичным обитателем рассматриваемой акватории. За весь 10-летний период наблюдений два экземпляра этого вида были зарегистрированы в уловах лишь в 2006 г. Сиг, щука и окунь в контрольных уловах встречаются единично. Обыкновенный подкаменщик – обычный вид для реки, но занесен в Красную книгу Российской Федерации и Республики Коми [3, 4] в категории «вид, нуждающийся в надзоре». В про-

мысловой части ихтиофауны доминирующим по численности и биомассе видом является европейский хариус. Его доля в уловах в зависимости от геоморфологического характера участка р. Ворыквы достигает 95 %. Обыкновенный голянь в верхнем течении реки обитает повсеместно, образует стайки до 500 экз. и предпочитает мелководные биотопы прибрежной части реки, отдавая предпочтение участкам с замедленным течением. За весь период мониторинга нами не были зафиксированы ни молодь, ни анадромные мигранты атлантического лосося в верхнем течении р. Ворыквы, однако геологи, долгое время работающие в данном районе, упоминают случаи миграции взрослых рыб в самые верховья реки. Распространение и значение отдельных видов в рыбной части сообщества неодинаковы и обусловлены геоморфологическими, гидрологическими особенностями местообитаний и экологической пластичностью самих видов рыб.

Учитывая облик ихтиофауны р. Ворыквы, где по численности явно преобладают европейский хариус и обыкновенный голянь, прогноз техногенного влияния на ихтиофауну реки будет строиться с учетом биологических особенностей этих видов.

Биотопы, занимаемые разными лососеобразными рыбами, а также речным голянью, имеют сходные черты, но в то же время отличаются некоторыми абиотическими параметрами. Безусловно, многие виды рыб обитают не только в условиях экологического оптимума условий среды, экологическая толерантность гидробионтов гораздо выше и позволяет осваивать менее предпочтительные участки реки, где биотопическое распределение и численность их имеют дискретного характера. Нерестилища аборигенных лососеобразных рыб тиманских рек практически не перекрываются и не используются разными видами. При этом их изоляция обусловлена не только геоморфологическими и географическими особенностями, а непосредственно нерест разных видов рыб разнесен по времени. По срокам нереста европейский хариус и речной голянь относятся к весенне-нерестующим рыбам, сиг и атлантический лосось откладывают икру в осенний период. Европейский хариус в нагульный или зимовальный период – непременный спутник молоди атлантического лосося или сига, но массово все-таки держится на «своих» площадках. Речной голянь встречается практически

повсеместно, но тяготеет к участкам реки с замедленным течением. Многолетние наблюдения показали, что как в зимний, так и летний период имеются участки рек, где обитают практически все представители рыбного населения водотоков. Это чаще всего быстрые неглубокие плесы, дно которых сложено из гальки, песка и гравия. В контрольных уловах здесь встречаются как европейский хариус и голец, так и молодь семги и сига.

Лососеобразные рыбы, в том числе и европейский хариус, предъявляют достаточно жесткие требования к качеству воды, но в то же время благодаря своей адаптивной пластичности гидрохимические параметры среды обитания для них находятся в широком диапазоне. Считается, что для лососевых рек характерна низкая минерализация до 30 мг/дм³. В то же время в тиманских реках очень высокая минерализация, значения которой достигают 200 и 300 мг/дм³ и, тем не менее, лососевые рыбы здесь прекрасно живут и воспроизводятся. Качество воды в р. Ворыква до настоящего времени высокое и сопоставимо с таковым уральских притоков Печоры. Прозрачность воды, содержание кислорода и кислотность среды соответствуют требованиям, предъявляемым к качеству воды для лососевых рек, которые, как известно, в рыбохозяйственном отношении являются наиболее жесткими. Особое значение имеет уровень развития эрозионных процессов в пойме рек или в их руслах. Мутность воды или содержание взвешенных веществ в водотоке зачастую определяют благополучие фауны рыб и водных беспозвоночных в целом и отдельных ее популяций в частных случаях. Исследования, проведенные нами в районах разработок россыпных месторождений золота (бассейн р. Кожим) и на водотоках, подверженных влиянию эрозий береговых склонов (газопроводы и вдольтрассовые проезды, пересекающие водотоки), пока-

зали резкую деградацию водной биоты в зоне влияния высоких концентраций механических взвесей. Содержание взвешенных веществ в летний межень период в ручье Черный, непосредственно стекающем с территории бокситового рудника, и р. Ворыква в период мониторинга в этом районе было невысоким – 0.6-1.9 мг/дм³. Грунты русла водотоков также не носили следов оседания или шлейфов взвешенных частиц, а каменные или валунистые субстраты были в значительной мере покрыты моховыми обрастаниями, что для биотопов, подверженных эрозиям, не характерно.

Ключевые этапы, обеспечивающие жизнедеятельность разных видов рыб, жестко привязаны к сезонным изменениям температуры воды в водоеме. Биологические ритмы, сформировавшиеся в ходе эволюции, адаптированы как к сезонным, так и межгодовым колебаниям температуры. В силу сложившихся особенностей каждый вид рыб существует в определенных температурных рамках, резкое изменение которых приводит к гибели большинства особей или их уходу с акваторий с изменившимся температурным режимом. В специальной литературе имеется немало примеров, когда температурное загрязнение водоемов (акватории в районе сброса вод ТЭЦ и т.д.) приводит к гибели местных видов рыб или резким изменениям структуры рыбной части сообщества [5-7]. Нерест и нагул рыб осуществляются в достаточно узком температурном диапазоне. В первом случае это обусловлено тонкими биохимическими процессами эмбриогенеза и начальных стадий постнатального онтогенеза, которые обеспечивают эффективность воспроизводства и выживаемость нового поколения рыб. Нагул рыб в условиях короткого вегетационного периода в северных широтах должен быть успешным и обеспечить высокий темп роста особей, а также накопление ими энергетических субстанций,

необходимых для долгого зимнего периода.

Согласно гидрологическим и гидрохимическим расчетам, температура воды в р. Ворыква на 10-15-километровом участке ниже точки сброса дренажных вод в летний период будет составлять 5-7 °С. Как уже упоминалось, на данном участке реки по численности доминируют европейский хариус и голец. Реакция этих видов на изменения температурного режима реки будет отличаться. Нерест обыкновенного гольяна, проходящий при температуре 10-18 °С, прекратится, а численность его за два-три года снизится до минимума. Кроме того, на фоне прекращения нереста нагул данного вида, температурный оптимум которого 12-20 °С, не будет успешным. В конечном итоге, на участке термального воздействия дренажных вод локальная группировка гольяна исчезнет. Европейский хариус, как представитель бореального предгорного ихтиофаунистического комплекса, более устойчив к понижению температуры. В этом контексте низкие температуры в зоне сброса дренажных вод не будут препятствовать сезонным нерестовым и нагульным миграциям вида, которые проходят при естественных температурах воды 2-6 °С. Допускается даже нормальный ход нереста. Однако инкубационный и личиночный периоды будут растянуты. Для молоди и особенно сеголетков хариуса суммарного запаса градусо-дней, необходимых для роста и подготовки к зимовке при температуре воды 7 °С, будет недостаточно, что приведет к элиминации большей части группировки еще на ювенальной стадии онтогенеза. Взрослые рыбы, как активные мигранты, скорее всего покинут акватории с неблагоприятной средой обитания. Долговременный прогноз изменения численности европейского хариуса в зоне сброса дренажных вод также будет негативным, особенно если учесть снижение численности и биомассы



НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Людмиле Юрьевне Савельевой с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (03.02.08 – экология) «Сообщества жесткокрылых на ранних стадиях пирогенной сукцессии в сосняках лишайниковых Печоро-Ильчского заповедника» (диссертационный совет Д 004.007.01 при Институте биологии Коми НЦ УрО РАН)!

Желаем дальнейших творческих успехов!

зообентоса или деградации кормовой базы рыб. Реакция местной группировки европейского хариуса на изменения температурного режима по времени будет более растянута, чем у голяна, но конечный результат ожидается сходный. Аналогичный прогноз можно предложить и для других обитателей р. Ворыква, численность которых относительно низкая – это щука, окунь, обыкновенный подкаменщик. В то же время эти виды также чувствительны к изменениям температурного режима, так как часть их онтогенеза проходит при температурах воды значительно выше 7-10 °С.

Другим ключевым фактором, обуславливающим жизнедеятельность водных сообществ, является содержание растворенного в воде кислорода. Согласно проектным материалам, концентрация кислорода в подземных водах не определялась, однако отсутствие сезонных колебаний содержания растворенного в поверхностных водах кислорода, дает основание гидрохимикам говорить о сопоставимости его концентраций в подземных и поверхностных водах либо быстрой насыщаемости кислородом поверхностных вод р. Ворыква. При этом считается, что даже в зимний период снижение концентраций кислорода в воде не произойдет. Данное утверждение имеет спорный характер. Исследования, проведенные нами в 2005 г., показали, что в зимний период, по сравнению с летним, наблюдается понижение содержания кислорода в водах р. Ворыква в среднем с 11 до 8-9 мг/дм³, при этом на участках реки, свободных от льда, концентрация его выше, нежели на участках реки с устойчивым ледовым покрытием. В любом случае, если содержание кислорода в дренажных водах сопоставимо с этим же показателем в русле реки, то это не приведет к видимым биологическим последствиям. Однако, если концентрация кислорода в подземных водах близка к нулю или даже не достигает 2-4 мг/дм³, то это обстоятельство будет негативно определять условия обитания водного населения на участке р. Ворыква в зоне влияния сброса дренажных вод.

Содержание кислорода в воде – достаточно жесткий фактор, под влиянием которого происходит формирование состава и структуры фауны рыб и водных беспозвоночных, ряд видов которых успешно существовать может лишь в узких экологических рамках. Европейский хариус и сиг, впрочем, как и такие систематические группы

беспозвоночных, как ручейники, веснянки и поденки, относятся к оксифильным животным и предъявляют высокие требования к качеству среды, в том числе и содержанию кислорода в воде. Оптимум концентрации кислорода в воде находится в пределах 7.5-11.5 мг/л. Незначительные изменения в ту или иную сторону приводят к угнетению дыхания водных животных с последующими негативными последствиями, уровень которых зависит от стадии жизненного цикла или онтогенеза, на котором находятся беспозвоночные или рыбы. В этом смысле понижение содержания растворенного в воде кислорода для водного населения гораздо более опасно, и вызывает мгновенную реакцию беспозвоночных и рыб. Снижение содержания растворенного кислорода в воде до 5 мг/дм³ вызывает угнетение дыхания и других жизненно важных функций, а ниже 4 мг/дм³, пороговой концентрации для оксифилов, наиболее вероятен летальный исход. При пессимистическом прогнозе рыбы всех видов без исключения покинут участок реки с пониженным или дискомфортным содержанием кислорода в воде. Более того, участок реки с низким содержанием растворенного в воде кислорода, даже небольшой по протяженности, полностью заблокирует миграции рыб, в частности, европейского хариуса. В результате верховья р. Ворыква, расположенные выше точки сброса дренажных вод, окажутся изолированными и потеряют значение как система водотоков, обеспечивающих воспроизводство верхне-ворыквинских популяций рыб.

Таким образом, учитывая ожидаемую реакцию рыбной части сообщества на изменения температурного режима, можно прогнозировать выпадение участка р. Ворыква в зоне сброса дренажных вод из ареала воспроизводства аборигенных рыб и потери данным участком своей рыбохозяйственной значимости. Сброс в р. Ворыква слабо насыщенных кислородом подземных вод и снижение содержания растворенного в речной воде кислорода до 5-6 мг/дм³ (и особенно ниже указанных параметров) вызовет угнетение рыбного населения и водных беспозвоночных и покидание ими зоны дискомфорта. При этом будут заблокированы миграционные пути рыб. Участок р. Ворыква, расположенный в зоне техногенного воздействия и выше, также потеряет свое рыбохозяйственное значение.

Составляя прогнозы влияния расширения добычи бокситов на природную среду в среднесрочной перспективе, мы не затрагивали такие важные моменты, как ожидаемые изменения режима (и уровня) грунтовых и подземных вод в районе месторождения. Вопросы прогноза изменения водного горизонта и питания малых водотоков в долговременном аспекте остаются слабо изученными. От этого во многом зависит судьба многих тиманских рек, поскольку территория месторождения бокситов на Центральном Тимане обширна и охватывает водосборы истоков Мезени, Выми, Пижмы и Цильмы.

Не внушает оптимизма реализация в ближайшем десятилетие проекта добычи и транспортировки титановой руды в бассейне р. Пижма. Несмотря на заверения участников проекта об экологической чистоте и отсутствии угроз для животного и растительного мира, тем не менее, за всю многолетнюю практику исследований в импактных зонах мы не располагаем сведениями, которые бы свидетельствовали о сохранении разнообразия и ресурсного значения рыбного населения в районах размещения и эксплуатации промышленных объектов. Уже на стадии инженерно-экологических изысканий и начальных этапах обустройства (развитие инфраструктуры) любых месторождений в водоемах отмечается в той или иной степени выраженная деградация рыбных запасов. В истории с «титановым» проектом решающее значение для благополучия пижемской популяции лосося будет иметь то обстоятельство, что центральное месторождение титановой руды расположено в районе местечка «Яранский мег». Именно на этом участке среднего течения р. Пижма сосредоточены основные нерестово-выростные площади атлантического лосося. Любой прогноз, учитывающий реальности современного природопользования, будет предусматривать угасание пижемской популяции семги – разрушение ее генетической структуры и деградацию численности. Снижение ресурсной значимости ожидает и другие виды рыб, формирующие ядро локальных ихтиофаун, такие как европейский хариус, сиг и щука. При этом гидрологические и гидрохимические особенности тиманских рек, включая Пижму, их полугорный характер таковы, что замещения лососеобразных рыб, доминирующих в рыбной части сообществ, менее ценными частиковыми промысловыми видами

(язь, лещ, плотва и окунь) не произойдет.

Пижемский сценарий сохранения водных биологических ресурсов в ближайшие два-три десятка лет относится не только к крупным тиманским рекам, на водосборах которых добывают металлические руды или планируют их добычу. Очевидную угрозу для рыбного населения представляют разные по масштабам рубки леса. При этом процессы изменения первичных биотопов и структурно-функциональной организации гидробионтов остаются слабо изученными. Известно лишь, что даже локальные вырубki лесных угодий вызывают осветленность пойм и русла рек, усиливают поступление эрозионного материала в водотоки, влияют на перераспределение годового стока и, в конечном итоге, изменяют естественный гидрологический и гидробиологический режим [1]. Лесозаготовительная деятельность в той или иной степени осуществляется в бассейнах многих центрально-тиманских рек, при этом зачатую в пределах их водоохранных зон.

Таким образом, расширение промыслового освоения территории Центрального Тимана и связанное с этим несанкционированное рыболовство ставят под сомнение стратегическое значение тиманских притоков Печоры, Мезени и Северной Двины для

сохранения и воспроизводства рыбных ресурсов в этих крупных речных системах в ближайшей перспективе. В настоящее время в отличие от водоемов, расположенных в районах добычи и транспортировки нефти, реки Тимана не испытывают сильного техногенного загрязнения. Нагульные акватории, миграционные пути и нерестилища рыб сохранили первозданную чистоту и потенциальную роль в воспроизводстве, хотя вследствие низкой численности аборигенных популяций во многих водотоках они остаются невостребованными. Однако деградация численности рыбного населения не имеет необратимого характера, а сохранение и восстановление ресурсной значимости многих водотоков вполне возможно. Меры и пути достижения обилия водных биологических ресурсов хорошо известны и не требуют принятия радикальных или пионерных управленческих решений. Это, в первую очередь, исполнение природоохранного законодательства, эффективная рыбоохрана, экологическое воспитание всех возрастных групп населения и, в случае необходимости, использование технологий искусственного воспроизводства, которые в Республике Коми хорошо отработаны для нескольких видов промысловых рыб (европейский хариус, сиг, пелядь, щука), которые в основном определя-

ют облик локальных ихтиофаун тиманских рек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гор Д.А. Механизмы заселения и улучшения условий обитания донных беспозвоночных в восстанавливаемых руслах рек // Восстановление и охрана малых рек: теория и практика М., 1989. С. 100-122.
2. Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми / Р.Н. Алексеева, Т.М. Безносова, В.П. Гладков и др.; отв. ред. А.И. Таскаев, Н.И. Тимонин. Сыктывкар, 1993. 190 с.
3. Красная книга Российской Федерации: животные. М., 2001. 860 с.
4. Красная книга Республики Коми. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных / Под ред. А.И. Таскаева. М., 1999. 528 с.
5. Лукьяненко В.И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии. М., 1987. 240 с.
6. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Исследования Института биологии внутренних вод АН СССР по влиянию тепловых электростанций на биологию водоемов // Водные ресурсы, 1975. № 6. С. 88-105.
7. Никаноров Ю.И. Влияние сбросных вод тепловых электростанций на ихтиофауну и рыбное хозяйство водоемов-охладителей // Биологический режим водоемов-охладителей ТЭЦ и влияние температуры на гидробионтов. М., 1977. Т. 21. С. 135-156. ❖

ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ОТВЕТНЫХ РЕАКЦИЙ КЛЕТЧНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛЯЦИИ В ТКАНЯХ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ ИЗ ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Гетерогенность и вариабельность ответных реакций различных биологических систем на действие физических и химических факторов в малых дозах являются одними из типичных ответов биологической системы [2]. Известно, что вариабельность (гетерогенность) биологической системы – результат изменчивости (лабильности) биологических подсистем и важнейший фактор обеспечения устойчивости биосистемы, ее способности к самоорганизации и адаптации [17]. Исследования природных популяций, обитающих в условиях повышенного радиационного фона, показывают неоднозначность ответной реакции животных на облучение низкой интенсивности. Для более полного понимания процессов жизнедеятельности организмов при воздействии факторов окружающей среды многолетние исследования природных популяций мышевидных грызунов в районах с повышенным уровнем радиоактивности, определяемые на разных



А. Кудряшева

уровнях организации [1, 11, 12, 15, 16], позволяют объяснить полученные данные с точки зрения структурно-функциональной гетерогенности, которая является основой жизнедеятельности любого организма. Изучение степени изменения функциональной гетерогенности ответных реакций организма имеет важное значение для получения новых данных о состоянии организма на уровне регуляторных систем, в том числе клеточных систем регуляции процессов энергетического обмена и перекисного окисления липидов. Результаты исследований могут стать методологической основой создания средств и способов диагностики наиболее ранних изменений организма при действии факторов окружающей среды, одним из которых является повышенный уровень радиоактивности.

Цель данных исследований – оценка изменчивости биохимических показателей процессов дегидрирования и перекисного окисления липидов в тка-

Кудряшева Алевтина Григорьевна – д.б.н., зав. лабораторией радиоэкологии животных. E-mail: kud@ib.komisc.ru. Область научных интересов: радиоэкология природных популяций, клеточный метаболизм.

нях природных популяций мышевидных грызунов в условиях радиоактивного загрязнения (зона аварии на Чернобыльской АЭС, поставарийный период: 1987-1993 гг.).

Объектом исследований служили разные виды мышевидных грызунов: полевка-экономка (*Microtus oeconomus* Pall.), обыкновенная полевка (*M. arvalis* Pall.), полевая мышь (*Apodemus agrarius* Pall.), желтогорлая мышь (*A. flavicollis* Melchior), европейская рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schreb.), отловленные на участках с разным уровнем радиоактивного загрязнения в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) и окрестностях г. Киев в период с 1987 по 1993 г. В 30-километровой зоне аварии на ЧАЭС были отобраны семь участков, отличающихся друг от друга по мощности дозы внешнего γ -излучения на четыре порядка: от 0.02 и 200 мР/ч в августе 1987 г. По уровню внешнего γ -излучения участок 1 (Янов), участки 2-4 (Новошепеличи, Чистоголовка, Изумрудное) и участки 5-7 (Стечанка, Разъезже, Куповатое) отнесены соответственно к сильно-, средне- и слабозагрязненным территориям. Подробное описание участков и дозовых нагрузок на мышевидных грызунов представлено в работе [12]. Можно дополнительно указать данные литературы [19] о том, что дозы, полученные разными видами биоты в 1986-1987 гг., существенно различались (до 250 раз). Дозы облучения, полученные мышевидными грызунами, хотя и были минимальными среди исследованных видов, входящих в состав наземных экосистем, однако были высокими с точки зрения биологических последствий. На основании ранжирования по дозовым нагрузкам (принимая за единицу среднюю эффективную дозу облучения населения с момента выпадений до 15 сентября 1986 г. при отсутствии эвакуации) мышевидные грызуны получили – 2.1 единиц [19]. Для сравнительного анализа изменчивости исследуемых биохимических показателей использованы аналогичные параметры, полученные от животных, отловленных в пригородах г. Киев (Теремки, Романков, Кичеево, Безрадица, Лысая Гора) на участках с нормальным радиационным фоном. Биохимический анализ активности ферментов дегидрирования (сукцинат-, пируват- и лактатдегидрогеназ), состава фосфолипидов, обобщенных показателей липидного обмена, антиокислительной активности (АОА) липидов и начального количества пероксидов проводили в функционально различных тканях (сердечная мышца, печень, селезенка, головной мозг) мышевидных грызунов трех возрастных групп: неполовозрелые, половозрелые сеголетки, перезимовавшие животные (более 1000 особей) по методикам, описанным нами ранее [12].

Результаты анализа у грызунов природных популяций, обитающих на фоновых (контрольных) территориях, показали особенности изменчивости ответных биохимических реакций в тканях всех исследованных видов мелких млекопитающих. Так, изменчивость активности ферментов энергетического обмена (сукцинат-, пируват- и лактатдегидрогеназ) в печени, сердечной мышце и головном мозге полевок-экономок, обитающих в условиях нормального уровня радиоактивности, зависит не только от состояния организма (возраст, пол), сезона отлова,

но и от эколого-физиологических особенностей полевок, находящихся в разных фазах популяционного цикла, что было ранее установлено на полевах-экономках северного Ухтинского стационара [7]. Известно, что показатели липидного обмена являются также чрезвычайно лабильными. Еще в 1970-е годы в экспериментах на лабораторных животных было показано, что величины АОА липидов их органов имеют выраженные сезонные и суточные колебания [21], существенно различаются в зависимости от возраста, вида, линии животных [3, 4]. Изучение антиоксидантного статуса липидов в органах диких мышевидных грызунов обнаружило также высокую вариабельность АОА липидов в разных органах грызунов, обитающих в природных условиях. Так, АОА липидов печени в 15-25 раз, а в мозге в 1.4-1.8 раза выше у грызунов природных популяций, чем у лабораторных животных. Анализ величин АОА липидов печени зверьков соответствующего возраста, отловленных на фоновых территориях украинского Полесья, позволяет расположить их в следующий ряд: желтогорлые мыши > рыжие полевки > полевые мыши > полевки-экономки. Как и у лабораторных грызунов, величины АОА липидов у мышевидных грызунов, обитающих в дикой природе, изменяются в зависимости от вида, возраста зверьков и сезона их отлова. Необходимо отметить, что величины АОА липидов печени полевок в целом ниже, чем соответствующие показатели для лабораторных животных, а во многих случаях липиды обладают прооксидантными свойствами. Сравнение АОА липидов в органах мышевидных грызунов Украинского Полесья с аналогичными данными у полевок из Республики Коми, обитающих на фоновых территориях, показало одинаковый масштаб этих изменений и близкие значения по уровню этого показателя. Полученные данные позволяют предположить, что система антиоксидантной защиты достаточно устойчива и способна сохранять видовую специфичность биохимических параметров на уровне клеток, тканей и органов для осуществления единой регуляции процесса ПОЛ у природных популяций мелких млекопитающих. Высокая вариабельность АОА липидов в различных тканях, относительно низкие значения этого показателя и более высокая степень ненасыщенности липидов являются необходимым условием для поддержания гомеостаза и нормального функционирования клеточных систем в органах диких грызунов в среде обитания [11, 12].

Известна тесная связь процессов ПОЛ с таким показателем, как состав фосфолипидов. При этом особое значение имеет изменение липидного метаболизма клетки, к которому непосредственно относятся изменения его качественного и количественного состава, играющих важную роль в процессах адаптации клеток к окружающим условиям [7, 19] и являющихся одним из важнейших звеньев системы регуляции окислительных реакций в липидах. Качественный состав фосфолипидов в тканях мышевидных грызунов, обитающих в природных условиях, в отличие от лабораторных грызунов имеет свои особенности, к которым можно отнести следующие: значительное содержание минорных фракций кардиолипина и фосфатидной кислоты, высо-

кую вариабельность относительного содержания лизо- и фосфатидилхолина в составе общих липидов (табл. 1). В селезенке полевок-экономок, отловленных в разных местах обитания на относительно чистых (фоновых) территориях, содержание минорных фракций лизофосфатидилхолина и кардиолипина с фосфатидной кислотой может колебаться от 1.9 до 14.3 и от 14 до 21 % соответственно. Доля фосфолипидов в составе общих липидов может варьировать еще больше (от 5.1 до 41.1 %). Анализ данных показателей выявил зависимость изменчивости состава фосфолипидов от фазы популяционного цикла, что было показано не только на полевках-экономках северных районов Республики Коми [11, 20], но и на мышевидных грызунах, отловленных в окрестностях Киева на относительно чистых территориях [12].

В условиях повышенного уровня радиоактивности в зоне аварии на ЧАЭС при анализе процессов дегидрирования в тканях мышевидных грызунов установлено возрастание коэффициента вариации активности исследуемых ферментов, что указывает на увеличение степени изменчивости показателей в результате влияния внешнего и внутреннего облучения на организм животных. Установлено, что в 1987 г. для всех тканей (сердечная мышца, печень, головной мозг) полевок-экономок со среднезагрязненного участка 4 (Изумрудное) коэффициент вариации значений активности ферментов сукцинат- и пируватдегидрогеназы составлял свыше 30 %. Более высокие значения коэффициента вариации чаще наблюдали у неполовозрелых самцов и самок, чем у старших возрастных групп зверьков. В то же самое время у половозрелых и перезимовавших обыкновенных полевок и полевых мышей на сильно- и среднезагрязненных участках (1-3) во всех исследуемых тканях отмечали размах колебаний коэффициентов вариации от 2 до 15.7 %, которые обычно характерны для животных фоновых территорий. Эти данные подтверждаются аналогичными иссле-

дованиями, проведенными в 1980-е годы на полевках-экономках, обитающих на радиовом участке северного стационара в Ухтинской районе Республики Коми [9]. Таким образом, под воздействием радиационных и экологических факторов в природной среде возрастает амплитуда изменений активности дегидрогеназ, что связано с появлением в группах животных некоторого числа особей с признаками, значения которых далеко выходят за пределы изменчивости исследуемых биохимических параметров у контрольной группы животных.

Динамика изменчивости биохимических показателей в тканях мышевидных грызунов в 30-километровой зоне аварии на ЧАЭС показала фазовые изменения. Установлено, что значительные отклонения функциональных сдвигов от нормы в тканях грызунов в первые годы после аварии (1987-1989 гг.), которые характеризовались спадом численности зверьков на средне- и слабозагрязненных участках (2-5), сменились глубокой мобилизацией компенсаторных процессов у последующих поколений животных, вплоть до запуска резервных возможностей, направленных на поддержание окислительных и энергетических процессов на новом уровне функционирования (см. рисунок). У полевых мышей на фоне снижения АОА липидов в органах первоначальное угнетение активности ферментов дегидрирования во всех исследованных тканях, развивающееся в 1987-1989 гг., переходит в активацию окислительных ферментов с одновременным повышением уровня АОА липидов печени, что свидетельствует о высоких компенсаторных возможностях и защитных свойствах данного органа [8, 13]. Об этом свидетельствуют не только данные о колебаниях удельной активности ферментов, но и значения их коэффициентов вариации. Особенно это было отмечено в сердечной мышце и головном мозге у полевых мышей в 1990 г., отловленных на средне- и сильнозагрязненных участках. Следует отметить, что в 1988 г. размах колебаний коэффициента вариации возрос до 50 % и более снова у полевок-экономок среднезагрязненного участка 4 (Изумрудное), причем не только у молодых, но и у перезимовавших зверьков. При этом в печени молодых полевок с указанного участка 4 установлены разные ответные реакции по активности сукцинатдегидрогеназы (СДГ): у большей части полевок значения активности фермента были на уровне предыдущего года, а у 1/5 части полевок эти показатели были в 5.4 раза выше, чем у сравниваемой группы контрольных животных. Известно, что СДГ относится к ферментам, отвечающим за адаптивные реакции в организме [5, 6], и имеет важное метаболическое значение, поскольку предполагается, что в клетках, богатых этим ферментом, не происходит накопления лактата [6]. В результате этого можно ожидать полного окисления глюкозы через цикл трикарбоновых кислот с высвобожд-

Таблица 1
Состав фосфолипидов селезенки полевок-экономок, отловленных на территориях с нормальным радиационным фоном (n = 4)

Фракция	Пол, возраст, количество зверьков, участок, год отлова		
	Неполовозрелые* (7 шт.), окрестности Сыктывкара, осень 1992 г.	Половозрелые** (6 шт.), Ухтинский район Республика Коми, осень 1993 г.	Половозрелые самцы (2 шт.), окрестности Киева, осень 1991 г.
ЛФХ	1.92 ± 0.06	—	14.26 ± 1.87
СМ	13.25 ± 1.54	22.44	7.87 ± 2.70
ФХ	35.06 ± 2.13	28.05	25.09 ± 2.24
ФИ+ФС	15.91 ± 4.88	16.44	22.50 ± 3.56
ФЭ	12.98 ± 3.91	14.03	16.27 ± 5.86
КЛ+ФК	20.88 ± 1.86	19.05	14.01 ± 4.94
%ФЛ	15.37 ± 0.33	5.15	41.10 ± 3.20
ФХ/ФЭ	2.16 ± 0.10	2.00	1.73 ± 0.30
$\Sigma_{\text{ЛФХ}}/\Sigma_{\text{ТОФЛ}}$	1.02 ± 0.10	0.98	1.14 ± 0.16

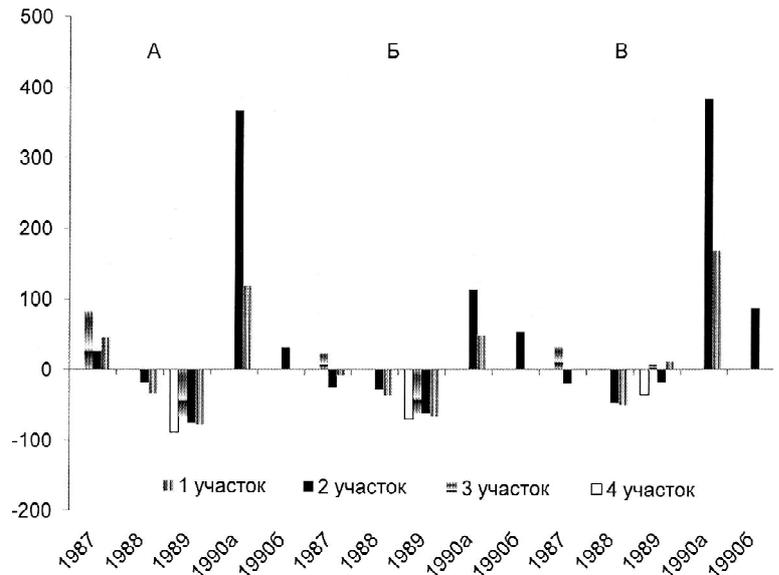
* Обобщенные данные для зверьков обоего пола.

** Из-за малых количеств массы селезенки была взята одна проба от шести животных. Здесь и далее: прочерк – фракция отсутствует.

Здесь и далее: n – число параллельных определений соответствующих характеристик. Фракция фосфолипидов: ЛФХ – лизофосфатидилхолин, СМ – ингомиелин, ФХ – фосфатидилхолин, ФИ – фосфатидинозит, ФС – фосфатидилсерин, ФЭ – фосфатидилэтаноламин, КЛ+ФК – кардиолипин+ фосфатидная кислота. Обобщенные показатели: %ФЛ – доля фосфолипидов в составе общих липидов, ФХ/ФЭ – соотношение фосфатидилхолина и фосфатидилэтаноламина, $\Sigma_{\text{ЛФХ}}/\Sigma_{\text{ТОФЛ}}$ – соотношение сумм легко- и трудноокисляемых фракций.

дением большого количества энергии. Именно этим можно объяснить повышение активности СДГ. Увеличение энергетического потенциала клетки, реализуемое за счет повышения активности СДГ, возможно, является проявлением адаптивной реакции на дополнительное воздействие экологических факторов. В этот же период исследований аналогичную гетерогенность ответных реакций в печени и мозге полевок-экономок данного участка обнаружили и по активности другого фермента – пируватдегидрогеназы. Животные по значениям данного показателя разделились на две группы, отличающиеся друг от друга в среднем в 1.8-2.9 раза соответственно. На четвертый год исследований (1990 г.) уже отмечали возрастание коэффициента вариации не только у полевок-экономок среднезагрязненного участка 4, но и у полевок слабозагрязненных участков 5 и 6, а также у полевых мышей и полевок обыкновенных, отловленных на сильно- и среднезагрязненных участках 1-3. Размах колебаний коэффициента вариации активности ферментов в некоторых случаях составлял от 50 до 70 %. Самой лабильной их трех рассматриваемых ферментов дегидрирования оказалась СДГ, высокую вариабельность которой чаще наблюдали у неполовозрелых животных.

Вместе с тем при высокой вариабельности коэффициентов вариации удельной активности ферментов наблюдали возрастание гетерогенности самих показателей активности ферментов. Так, в сердечной мышце у полевых мышей участка 1 (сильнозагрязненный) и одной трети проанализированных мышей участка 2 (среднезагрязненный) (см. рисунок, В) об-



Динамика изменений активности сукцинат- (А), пируват- (Б) и лактатдегидрогеназ (В) в сердечной мышце неполовозрелых полевых мышей из зоны аварии на ЧАЭС (по отношению к контролю, %).

наружено повышение значений активности дегидрогеназ, превышающие предыдущие уровни (по сравнению с 1989 г.) в среднем в 2.4-6.9 раза ($p < 0.001$). У остальной части мышей данного участка интенсивность окисления сукцината и пирувата была не столь существенной и находилась практически на уровне значений, отмеченных в 1987 г. [10]. Подобную гетерогенность ответных реакций у полевок-экономок с одного и того же участка из зоны аварии мы наблюдали в 1987 г. и по другим показателям: составу фосфолипидов (содержание минорных фракций и основных фракций фосфолипидов, доле фосфолипидов в составе общих липидов печени, соотношению фосфатидилхолина и фос-

ИНФОРМАЦИЯ В НОМЕР

В 2009 г. вышли в свет следующие издания:

1. Биологическое разнообразие уральского Припечорья / А.В. Бобрецов, С.В. Дегтева, Г.В. Железнова, В.А. Канев, А.А. Колесникова, Д.А. Косолапов, С.К. Кочанов, О.И. Кулакова, ..., О.А. Лоскутова, В.А. Мартыненко, ..., М.А. Паламарчук, Е.Н. Патова, И.А. Плотникова, ..., И.И. Полетаева, В.И. Пономарев, ..., Е.А. Порошин, Т.Н. Пыстина, И.Н. Стерлягова, А.А. Таскаева, А.Г. Татаринов, З.Г. Улле, Е.Б. Фефилова, Т.П. Шубина; под ред. В.И. Пономарева, Т.Н. Пыстиной. – Сыктывкар, 2009. – 264 с.
2. Москалев А.А., Шапошников М.В. Генетические механизмы воздействия ионизирующих излучений в малых дозах. – СПб.: Наука, 2009. – 137 с.
3. Нефтезагрязненные биогеоценозы / А.А. Оборин, В.Т. Хмурчик, ..., М.Ю. Маркарова и др. – Пермь, 2009. – 511 с.
4. Редкие виды растений в культуре на европейском Севере / Г.А. Волкова, Л.А. Скупченко, А.В. Вокуева, О.В. Скроцкая, Н.А. Моторина, М.Л. Рябина. – Екатеринбург, 2009. – 153 с.
5. (Реки Европы) Rivers of Europe / Eds. K. Tockenr, U. Uehlinger, Ch. T. Robinson. – London: Elsevier, 2009. – 728 p. – (Из содерж.: Arctic rivers / J.E. Brittain, ..., L.G. Khochlova, ..., A.S. Stenina, ..., S.K. Kochanov, ..., V.I. Ponomarev et al.; P. 337-379).
6. Стенина А.С. Дiatомовые водоросли (Bacillariophyta) в озерах востока Большеземельской тундры. – Сыктывкар, 2009. – 172 с.
7. Татаринов А.Г., Кулакова О.И. Стрекозы. – СПб.: Наука, 2009. – 213 с. – (Фауна европейского северо-востока России. Стрекозы; Т. X).
8. Тетерюк Л.В., Плотникова И.А., Орловская И.В. Биология и экология редких растений Республики Коми. – Екатеринбург, 2009. – Вып. 2. – 182 с.
9. Уфимцев К.Г., Шишова Т.И., Володин В.В. Фитозкдистероиды – детергенты насекомых-фитофагов. – Екатеринбург, 2009. – 88 с.
10. (Экдизон: структура и функции) Ecdysone: structures and functions / Ed. G. Smagghe. – N.-Y.-L.: Springer, 2009. – 583 p. – (Из содерж.: Phytoecdysteroids: diversity, biosynthesis and distribution / L. Dinan, J. Harmatha, V. Volodin, R. Lafont; P. 3-47).

Заказы можно направлять по адресу: www.ib.komisc.ru/books.

фатидилэтаноламина, соотношению сумм легко- и трудноокисляемых фракций фосфолипидов). При этом существенные изменения в составе фосфолипидов, суммарных показателей липидного обмена, активности ферментов цикла Кребса и гликолиза были отмечены у животных, отловленных на участках со слабым и средним уровнем техногенного загрязнения в зоне аварии [12, 14]. О высокой вариабельности ответных биохимических реакций у разных видов мышевидных грызунов в зоне аварии свидетельствуют данные о размахе колебаний содержания отдельных фракций фосфолипидов и обобщенные показатели липидного обмена (табл. 2).

Совокупность представленных данных свидетельствует о значительном возрастании внутрипопуляционной изменчивости отдельных показателей процессов перекисного окисления липидов и процессов дегидрирования у грызунов из зоны аварии. Полагаем, что адаптация организма на функциональном уровне к повышенному уровню радиоактивности в среде обитания в тканях мышевидных грызунов происходит через механизм метаболической регуляции ферментативной активности процессов дегидрирования и перекисного окисления липидов. Наличие разнородных групп животных с разными ответными реакциями, выявляемыми на клеточном и тканевом уровнях, следует рассматривать как ответную реакцию животных природных популяций на стресс-воздействие – хроническое облучение в малых дозах в природной среде. Обнаруженное увеличение гетерогенности ответных биохимических реакций в организме и высокая вариабельность значений исследуемых показателей в тканях мышевидных грызунов природных популяций при обитании их в районах с повышенным уровнем радиоактивности, вероятно, являются одним из универсальных механизмов ответа на нарушения струк-

туры и функции той или иной системы, того или иного органа на совместное действие факторов радиационной и нерадиационной природы в среде их обитания и относятся к адаптивным процессам. Выявленная высокая вариабельность различных биохимических параметров и гетерогенность ответных реакций, свидетельствует об увеличении неспецифической реакции организма мышевидных грызунов природных популяций на повышенный уровень радиоактивности в среде обитания.

ЛИТЕРАТУРА

1. (Алексахин Р.М.) Тяжелые естественные радионуклиды в биосфере: миграция и биологическое действие на популяции и биоценозы / Р.М. Алексахин, Н.П. Архипов, Р.М. Бархударов и др. М., 1990. 368 с.
2. Бурлакова Е.Б. Эффект сверхмалых доз // Вестн. РАН, 1994. Т. 4, № 1. С. 80-95.
3. (Бурлакова Е.Б.) Антиокислительная активность и радиочувствительность. Сообщение 4 / Е.Б. Бурлакова, Г.Ф. Иваненко, Я.З. Лебенгарц и др. // Радиобиология, 1977. Т. 17. Вып. 2. С. 216-220.
4. (Бурлакова Е.Б.) Биоантиоксиданты в лучевом поражении и злокачественном росте / Е.Б. Бурлакова, А.В. Алесенко, Е.М. Молочкина и др. М., 1975. 214 с.
5. Виноградов А.Д. Измерение активности сукцинатдегидрогеназы / Реакции живых систем и состояние энергетического обмена. Пущино, 1979. С. 98-125.
6. Кондрашова М.Н. Взаимодействие процессов переаминирования и окисления карбоновых кислот при разных функциональных состояниях тканей // Биохимия, 1991. Т. 56, вып. 3. С. 388-405.
7. Крекс Е.М. Липиды клеточных мембран. Л., 1981. 340 с.
8. Кудяшева А.Г. Активность дегидрогеназ в тканях полевых-экономок // Радиационные аспекты Чернобыльской аварии: Тр. I Всесоюз. конф. (Обнинск, июнь 1988 г.). СПб.: Гидрометеиздат, 1993. Т. 2. С. 183-187.
9. Кудяшева А.Г. Активность дегидрогеназ в тканях полевых-экономок, обитающих в условиях повышенной естественной радиоактивности // Радиэкология биогеоценозов с повышенным фоном естественной радиоактивности. Сыктывкар, 1987. С. 37-45. – (Тр. Коми фил. АН СССР; № 81).
10. Кудяшева А.Г. Процессы дегидрирования в тканях полевых мышей из 30-километровой зоны Чернобыльской АЭС // Воздействие радиоактивного загрязнения на наземные экосистемы в зоне аварии на Чернобыльской АЭС (1986-1996 гг.). В 2-х томах. Сыктывкар, 1996. Т. 1. С. 101-112. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 145).
11. (Кудяшева А.Г.) Биологические эффекты радиоактивного загрязнения в популяциях мышевидных грызунов / А.Г. Кудяшева, Л.Н. Шишкина, О.Г. Шевченко и др. Екатеринбург, 2004. 214 с.
12. (Кудяшева А.Г.) Биохимические механизмы радиационного поражения природных популяций мышевидных грызунов / А.Г. Кудяшева, Л.Н. Шишкина, Н.Г. Загорская и др. СПб.: Наука, 1997. 156 с.
13. (Кудяшева А.Г.) Воздействие радиоактивного загрязнения в зоне аварии на Чернобыльской АЭС на регуляцию метаболизма в тканях мышевидных грызунов // Радиэкологические исследования в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (к 20-летию аварии на Чернобыльской АЭС) / А.Г. Кудяшева, Л.Н. Шишкина, Н.Г. Загорская и др. // Радиэкологические исследования в зоне отчуждения Чер-

Таблица 2

Размах колебаний значений (%) состава фосфолипидов печени и обобщенных показателей липидного обмена грызунов из 30-километровой зоны аварии на ЧАЭС в 1987 (верхняя строка) и 1990-1993 гг. (нижняя строка)

Фракция	Полевка-экономка	Полевая мышь
ЛФХ	10.8-45.5	16.7-38.1
	7.3-25.1	4.8-26.2
СМ	3.0-26.2	4.7-19.0
	3.0-26.6	4.6-13.7
ФХ	9.3-38.5	23.4-40.8
	17.8-45.5	27.7-45.5
ФИ	0.5-7.4	0.9-11.6
	2.8-15.4	2.2-22.8
ФС	0.08-5.10	0.0-5.9
	–	–
ФЭ	1.2-11.3	5.6-21.8
	11.6-28.4	11.9-25.8
КЛ+ФК	5.0-34.3	4.6-30.7
	2.4-18.3	5.2-15.0
% ФЛ	5.0-27.8	6.5-42.9
	12.8-65.7	6.8-37.6
ФХ/ФЭ	2.5-13.1	1.8-8.1
	0.9-1.7	1.3-4.0
Σ _{Полев} /Σ _{Топл}	0.15-3.30	0.3-0.8
	0.2-1.2	0.6-2.3

нобыльской АЭС (к 20-летию аварии на Чернобыльской АЭС). Сыктывкар, 2006. С. 5-33. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 180).

14. (Кудяшева А.Г.) Состав фосфолипидов печени полевок-экономок, обитающих в разных радиологических условиях / А.Г. Кудяшева, Л.Н. Шишкина, Н.Г. Загорская и др. // Радиационная биология. Радиоэкология, 2000. Т. XL, вып. 3. С. 327-333.

15. Маслов В.И., Маслова К.И. Радиоэкологические группы млекопитающих и птиц биогеоценозов районов повышенной естественной радиоактивности // Радиологические исследования в природных биогеоценозах. М., 1972. С. 173-191.

16. Маслова К.И. Повышенная естественная радиоактивность как радиологический фактор среды обитания // Радиологические исследования почв, растений и животных в биоценозах Севера. Сыктывкар, 1983. С. 21-30.

17. Романовский Ю.М., Степанов Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. М.: Наука, 1984. 304 с.

18. Текучесть мембраны в биологии. Концепции мембранной структуры / Под ред. Р. Элойа. Киев, 1989. 313 с.

19. (Фесенко С.В.) Сравнительная оценка радиационного воздействия на биоту и человека в 30-км зоне Чернобыльской АЭС / С.В. Фесенко, Р.М. Алексахин, С.А. Гераськин и др. // Радиационная биология. Радиоэкология, 2004. Т. 44, № 6. С. 618-626.

20. Шевченко О.Г. Состав фосфолипидов в тканях полевок-экономок, обитающих в условиях повышенной естественной радиоактивности // Воздействие радиоактивного загрязнения на наземные экосистемы в зоне аварии на Чернобыльской АЭС (1986-1996 гг.). В 2-х томах. Сыктывкар, 1996. С. 123-131. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 145).

21. (Шишкина Л.Н.) Антиокислительная активность липидов и радиочувствительность. Сообщение 1 / Л.Н. Шишкина, Е.Б. Бурлакова, Н.М. Дзюба и др. // Радиобиология, 1974. Т. 14. Вып. 1. С. 35-38. ❖

ЮБИЛЕЙ

Коллектив Института биологии сердечно поздравляет ветерана труда **Елену Степановну Болотову** с юбилеем!

Елена Степановна Болотова родилась 8 апреля 1925 г. в г. Владивосток, где служил ее отец. Ее мама Валентина Михайловна Болотова была одной из первых женщин-геоботаников России. В 1939 г. семья переехала в г. Сыктывкар, где Елена Степановна окончила школу и поступила на биологический факультет Карело-Финского государственного университета в г. Петрозаводск. В 1949 г. Елена Степановна окончила университет по специальности «Физиология растений» и была принята на работу в отдел биологии Коми филиала АН СССР. С 1962 г. она научный сотрудник лаборатории физиологии растений. С 1967 по 1971 г. исполняла обязанности заведующего лабораторией физиологии растений. Научные интересы Е.С. Болотовой были связаны с изучением роста и развития, формирования листовой поверхности и продуктивности растений на Севере. Эти исследования послужили основой для дальнейшего изучения физиолого-биохимических процессов и разработки агротехнологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Севера. Используя экологио-физиологические принципы и онтогенетический подход в изучении ассимиляционной деятельности растений, она выявила потенциальные возможности формирования урожаев основных возделываемых в республике культур. Е.С. Болотова принимала участие в решении биологических проблем, связанных с созданием тепличного хозяйства республики, во внедрении новых силосных растений. Результаты исследований экспонировались на Выставке достижений сельского хозяйства Коми АССР, на ВДНХ в Москве.

Елена Степановна всегда отличалась принципиальностью, высокой работоспособностью, ответственностью и эрудированностью. Она автор 45 публикаций и соавтор четырех монографий. Е.С. Болотова награждена юбилейной медалью «За доблестный труд», медалями «Ветеран труда» и «50 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.», почетными грамотами республиканского значения и Почетной грамотой Президиума Академии наук СССР.

Мы знаем Елену Степановну не только как прекрасного исследователя, но и как заботливую мать и любящую бабушку. В этот праздничный день мы поздравляем дорогую Елену Степановну с юбилеем. Желаем крепкого здоровья, долгих счастливых лет жизни.

Сотрудники лаборатории экологической физиологии растений.

*Жизнь капризна. Мы все в ее власти.
Мы ворчим и ругаем житье.
Чем труднее она, чем опасней —
Тем отчаянней любим ее.*

*Я шагаю нелегкой дорогой,
Ямы, рытвины — только держись!
Но никто не придумал, ей богу,
Ничего, что прекрасней, чем жизнь.*

Расул Гамзатов



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ
ПО ПРОДУКТАМ ИХ ДЕСТРУКЦИИ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ**

Природные воды рек и озер северо-запада России характеризуются высокой цветностью, значение которой по платиново-кобальтовой шкале варьирует в диапазоне от 50 до 400 градусов. Высокая цветность вод обусловлена, в основном, наличием гумусовых кислот, поступающих из многочисленных торфяников и болот, расположенных на территории водосбора [2].

Согласно современным представлениям, гумусовые кислоты относят к полиэлектролитам со слабо выраженными кислотными свойствами и проявляющими высокую реакционную способность, связанную с наличием в их структуре большого числа карбоксильных и фенолгидроксильных групп (рис. 1). Так, они оказывают непосредственное влияние на фазовые равновесия и распределение миграционных форм таких экотоксикантов, как тяжелые металлы и полиароматические углеводороды (ПАУ). Повышенное содержание гумусовых кислот оказывает негативное влияние на состояние и устойчивость карбонатной системы, развитие растительных и животных организмов [5, 7, 8]. При взаимодействии гумусовых кислот с молекулярным хлором в процессе водоподготовки образуется целый ряд чрезвычайно токсичных соединений – полихлорированных алканов, фенолов и бифенилов [3, 10, 11]. Несмотря на это, содержание гумусовых кислот в различных водоисточниках контролируется лишь через обобщенные показатели качества – по цветности [6] и перманганатной окисляемости воды [9]. Данные характеристики не позволяют объективно оценить содержание гумусовых кислот в воде, поскольку в первом случае определяется сумма окрашенных соединений, а во втором – суммарное содержание веществ, окисляемых перманганатом калия в кислой среде. Кроме того, определение этих показателей требует большого расхода реактивов и времени.

Нами предложен способ селективной и высокочувствительной косвенной оценки количественного содержания гумусовых кислот в природных водах методом газовой хроматографии. Данный способ включает три этапа:



И. Груздев



Б. Кондратенко

1) Окисление гумусовых кислот – обработка анализируемого водного образца молекулярным бромом. В присутствии этого сильного окислителя

происходит деструкция гумусовых кислот с образованием различных низкомолекулярных органических соединений. Как показали наши исследования, в наибольшем количестве при деструкции гумусовых кислот молекулярным бромом образуется фенол (рис. 2). Таким образом, увеличение концентрации фенола при воздействии брома на образец пропорционально содержанию гумусовых кислот в воде и может быть использовано в качестве аналитического сигнала для их определения. Образующийся фенол количественно превращается в

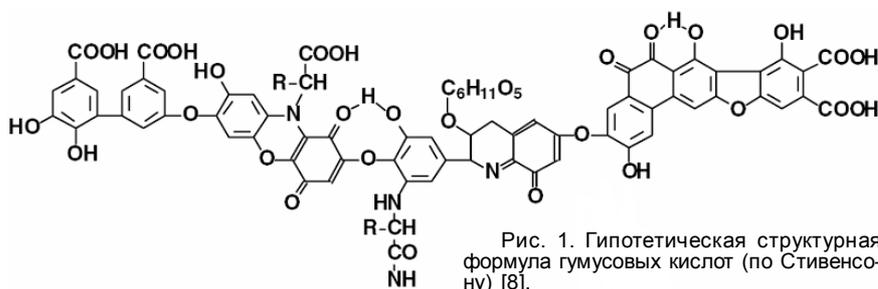


Рис. 1. Гипотетическая структурная формула гумусовых кислот (по Стивенсону) [8].

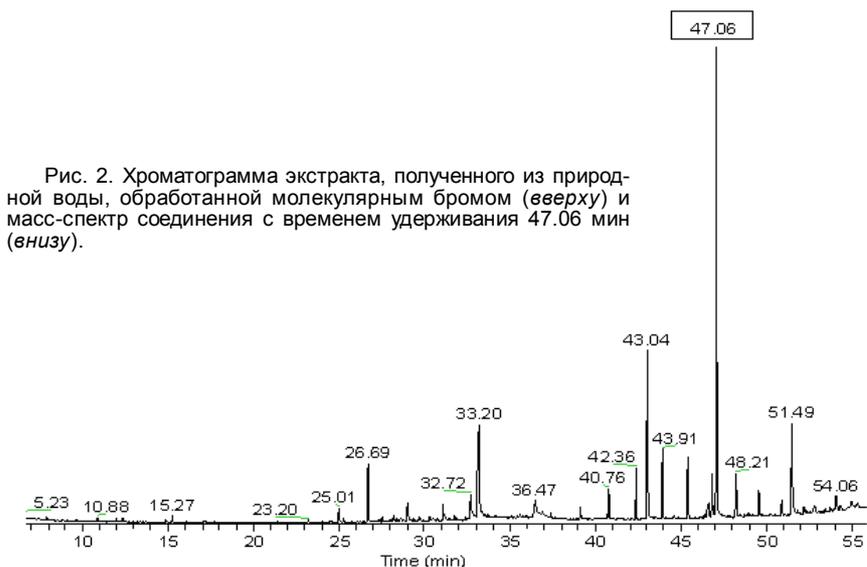
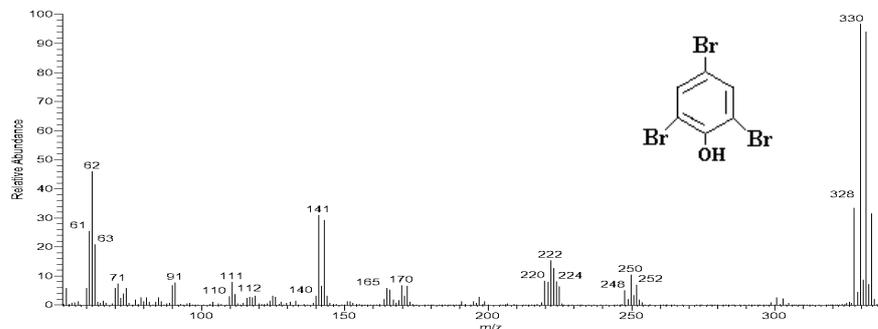


Рис. 2. Хроматограмма экстракта, полученного из природной воды, обработанной молекулярным бромом (вверху) и масс-спектр соединения с временем удерживания 47.06 мин (внизу).



Груздев Иван Владимирович – к.х.н., с.н.с. экоаналитической лаборатории. E-mail: gruzdev@ib.komisc.ru.
Кондратенко Борис Михайлович – к.х.н., зав. этой же лабораторией. E-mail: kondratenok@ib.komisc.ru.

Область научных интересов: аналитическая химия органических соединений, хроматографические методы анализа объектов окружающей среды.

2,4,6-трибромфенол (рис. 3), поскольку в данных условиях он легко взаимодействует с молекулярным бромом по реакции электрофильного замещения [1]. Оптимальное значение pH водного раствора, при котором происходит наиболее эффективное окисление гумусовых кислот, соответствует нейтральной среде (рис. 4). Это связано, на наш взгляд, с одновременным присутствием при значениях pH 6-8 двух сильных окислителей Br₂ и HBrO [11]:

$$\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Br}^- + \text{HBrO}.$$

Снижение окислительной активности в кислой и щелочной среде связано с тем, что в результате смещения равновесия гидролиза в кислой среде окислителем выступает преимущественно молекулярный бром, а в щелочной – только HBrO. Поскольку окислительно-восстановительный потенциал водных растворов брома зависит от его концентрации, необходимо установить концентрационный интервал, в пределах которого фенол образуется в наибольшем количестве.

Как показали наши исследования, наиболее эффективно деструкция гумусовых кислот в природной воде протекает при концентрации молекулярного брома 0.001-0.002 моль/дм³ (рис. 5). Дальнейшее увеличение концентрации брома практически не влияет на количество образующегося фенола и ведет к перерасходу реактивов и загрязнению анализируемой воды примесями, присутствующими в реагентах. Оптимальное время воздействия брома на образец, при котором образуется максимальное количество фенола, составляет 3 мин. (рис. 6). Снижение концентрации фенола с увеличением времени бромирования можно объяснить тем, что молекулярный бром окисляет не только гумусовые кислоты, но и образующийся 2,4,6-трибромфенол. При продолжительном бромировании скорость его окисления начинает преобладать над скоростью образования фенола вследствие уменьшения фенолсодержащих фрагментов в макромолекулах гумусовых кислот.

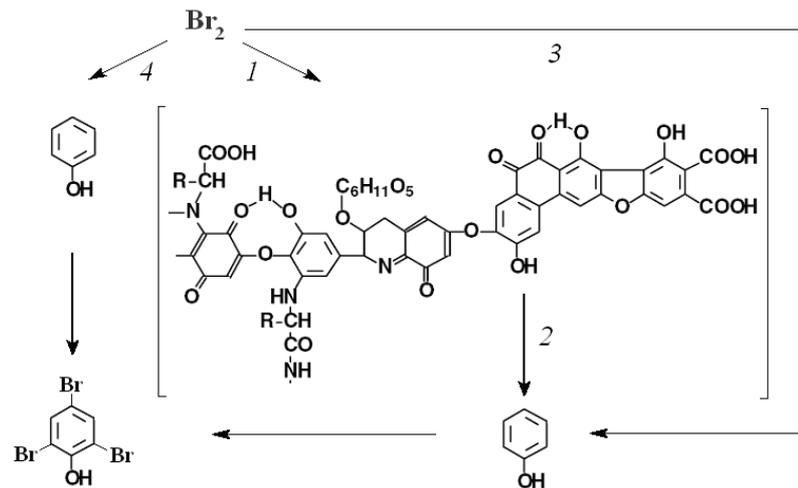


Рис. 3. Процессы, происходящие в природной воде в присутствии молекулярного брома: окисление гумусовых кислот бромом (1), образование фенола при окислении гумусовых кислот (2), бромирование фенола, образовавшегося при окислении гумусовых кислот (3), бромирование нативного фенола, присутствовавшего в воде до введения брома (4).

2) Экстракционное концентрирование 2,4,6-трибромфенола. Стадия жидкостной экстракция предназначена

для перевода 2,4,6-трибромфенола в более удобную для последующего газохроматографического анализа

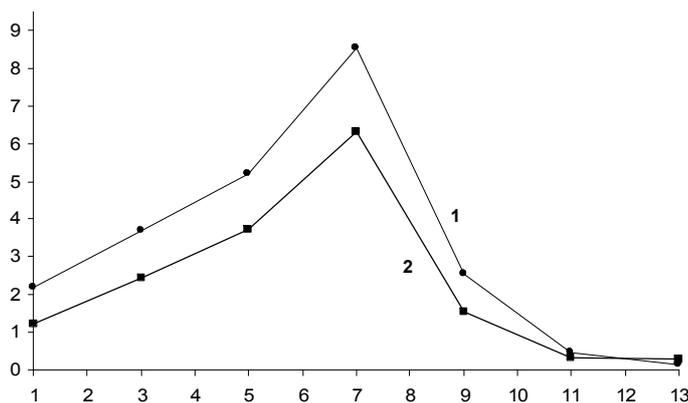


Рис. 4. Зависимость концентрации фенола (мкг/дм³; по оси ординат) от значения pH (по оси абсцисс) при бромировании природной воды с различным содержанием гумусовых кислот: 1 – цветность 127 град., 2 – цветность 68 град., время бромирования – 3 мин., C(Br₂) = 0.002 моль/дм³.

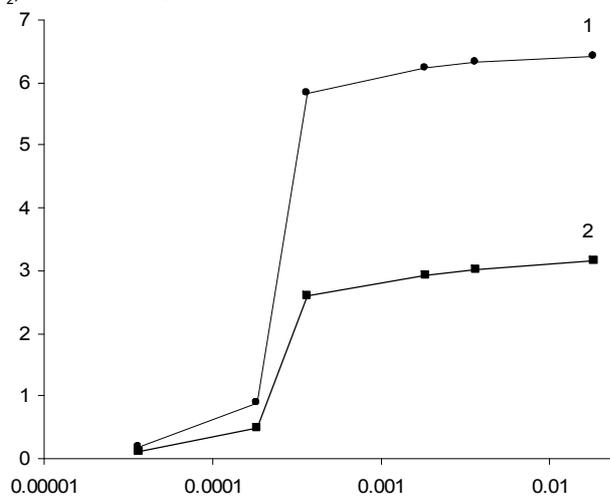


Рис. 5. Зависимость концентрации фенола (мкг/дм³; по оси ординат) от концентрации брома (моль/дм³; по оси абсцисс) при бромировании природных вод с различным содержанием гумусовых кислот: 1 – цветность 152 град., 2 – цветность 79 град.; pH 7, время бромирования – 1 мин.

органическую фазу, повышения его концентрации в экстракте и отделения мешающих компонентов. Введение гидрофобных атомов брома в молекулу фенола значительно снижает его растворимость в воде, что приводит к эффективному извлечению 2,4,6-трибромфенола из водной фазы в органический экстракт (~99 %).

3) Анализ экстракта методом газовой хроматографии. Полученный экстракт 2,4,6-трибромфенола анализируют методом капиллярной газовой хроматографии с детектором электронного захвата (ДЭЗ). Галогенчувствительный ДЭЗ обеспечивает максимально возможное по чувствительности газохроматографическое определение 2,4,6-трибромфенола.

Для учета нативного фенола бромирование одной и той же пробы проводят дважды: в нейтральной среде, где деструкция гумусовых кислот максимальна, и сильнокислой среде, где она минимальна. В этом случае прирост концентрации фенола (Δp) будет связан только с фенолом, образовавшимся при окислении гумусовых кислот, и пропорционален их содер-

жанию в анализируемой пробе воды: $\Delta\rho(\text{фенол}) = \rho(\text{фенол}/_{\text{pH } 7}) - \rho(\text{фенол}/_{\text{pH } 1})$. Нами показана взаимосвязь между $\Delta\rho(\text{фенол})$ и значениями перманганатной окисляемости и цветности природных вод (рис. 7). Более низкое значение коэффициента корреляции в случае цветности связано с тем, что на цветность воды, кроме гумусовых кислот, влияют и другие окрашенные соединения. Массовую концентрацию гумусовых кислот (ГК) в анализируемой пробе воды рассчитывали

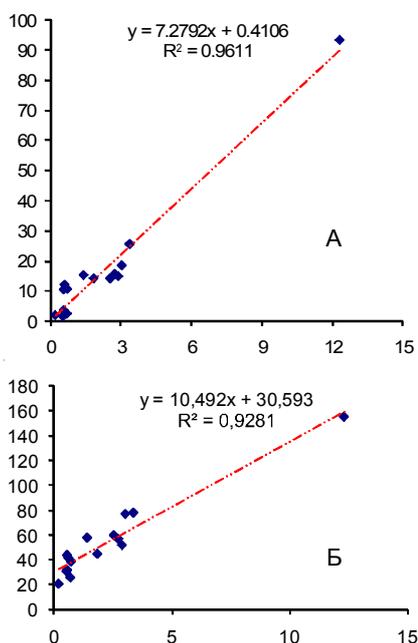


Рис. 7. Корреляционные зависимости между концентрацией фенола (мкг/дм³; по оси абсцисс) и перманганатной окисляемостью (мгО₂/дм³; по оси ординат (А) и цветностью природной воды (град.; по оси ординат (Б)).

по уравнению, полученному на основе градуировочного графика (рис. 8) для стандартных растворов гуминовых кислот (Humic acid, H, Aldrich): $C(\text{ГК}) = 160.79 \Delta S(\text{фенол}) - 0.11$ ($R^2 = 0.9986$), где $\Delta S(\text{фенол}) = S(\text{фенол}/_{\text{pH } 7}) - S(\text{фенол}/_{\text{pH } 1})$; $S(\text{фенол}/_{\text{pH } 1})$ – площадь пика 2,4,6-трибромфенола на хроматограм-

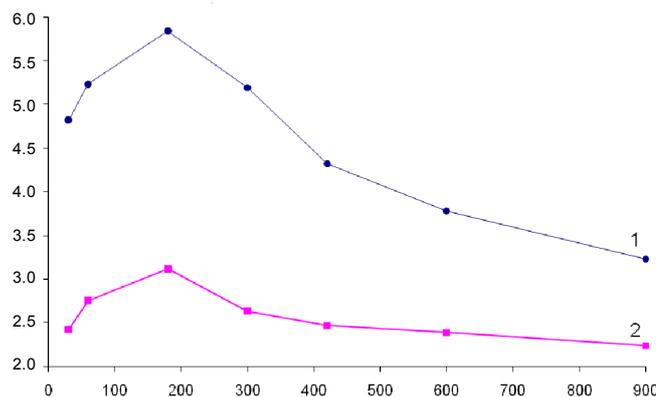


Рис. 6. Зависимость концентрации фенола (мкг/дм³; по оси ординат) от времени бромирования (с; по оси абсцисс) природных вод с различным содержанием гумусовых кислот: 1 – цветность 110 град., 2 – цветность 53 град., pH 7, $C(\text{Br}_2) = 0.002$ моль/дм³.

ме пробы, бромирование которой проводили при pH 1; $S(\text{фенол}/_{\text{pH } 7})$ – площадь пика 2,4,6-трибромфенола на хроматограмме пробы, бромирование которой проводили в нейтральной среде.

Способ позволяет оценивать количественное содержание гумусовых кислот в природных водах в интервале концентраций 5-100 мкг/дм³, относительная погрешность 5-25 %, объем пробы 50 см³, продолжительность анализа 30 мин. Поскольку гумусовые кислоты являются объектами стохастического характера, то градуировочный график для их количественного определения может быть построен на основе препаратов гумусовых кислот, выделенных из природных вод данного региона.

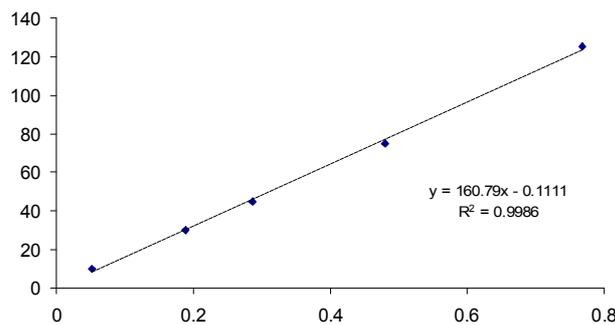


Рис. 8. Градуировочный график для определения массовой концентрации гумусовых кислот (мкг/дм³; по оси ординат) в зависимости от приращения $\Delta S(\text{фенол})$. Объяснения в тексте.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Агрономов А.Е.* Избранные главы органической химии. М.: Химия, 1990. 560 с.
2. *Аюкаев Р.И., Петров Е.Г., Аюкаев Р.Р.* Проблемы удаления гумусовых веществ из поверхностных и подземных вод в России // *Экология России*, 2000. № 1. С. 9-13.
3. *Косолапов М.В., Груздев И.В., Сталюгин В.В.* Гумусовые вещества – источники фенольных соединений в природных и питьевых водах // *Вестн. Ин-та биологии*, 2003. № 8. С. 29-34.
4. *Ксензенко В.И., Ста-синевиц Д.С.* Химия и техно-

5. *Лапин И.А., Красюков В.Н.* Роль гумусовых веществ в процессах комплексообразования и миграции тяжелых металлов в поверхностных водах // *Водные ресурсы*, 1986. № 1. С. 134-145.
6. *Лейте В.* Определение органических загрязнений питьевых природных и сточных вод. М.: Химия, 1975. 199 с.
7. *Орлов Д. С.* Гуминовые вещества в биосфере // *Соросовский образовательный журн.*, 1997. № 2. С. 56-63.
8. *Перминова И.В.* Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот: Автореф. дис. ... докт. хим. наук. М., 2000. 50 с.
9. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова.* Л.: Гидрометеоздат, 1977. 541 с.
10. *Славинская Г.В.* Влияние хлорирования на качество питьевой воды // *Химия и технология воды*, 1991. Т. 13, № 11. С. 1013-1022.
11. *Шевченко М.А.* Органические вещества в природной воде и методы их удаления. – Киев: Наукова думка, 1966. 202 с. ❖

ИНФОРМАЦИЯ В НОМЕР

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Научный центр профилактического и лечебного питания ТюмНЦ СО РАМН совместно с Научным советом по биохимии РАН, биохимическим обществом при РАН и Обществом биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова планирует провести **Второе международное совещание по фитоэкдистероидам 4-7 июля 2010 г. в г. Сыктывкар (Республика Коми, Россия).**

СОСТАВ ЭКДИСТЕРОИДОВ В ДИКОРАСТУЩИХ И КУЛЬТИВИРУЕМЫХ РАСТЕНИЯХ
SERRATULA QUINQUEFOLIA VIEB. EX WILLD.



С. Володина



В. Володин



И. Чадин



Я. Пылина



Д. Бачаров



С. Джумырко

В настоящее время хорошо известно влияние факторов окружающей среды на накопление вторичных метаболитов в растениях. Происходящие изменения их качественного и количественного состава являются следствием процессов биохимической адаптации растений к климатическим и почвенным факторам, ксенобиотикам, а также к факторам биогенной природы (фитофаги, конкуренция с другими растениями) [11]. Оценка возможных изменений в составе и содержании биологически активных веществ в растениях является актуальной проблемой интродукции лекарственных растений. В настоящее время возрастает интерес к использованию фитоэкдистероидов в медицине благодаря обнаружению у этих соединений широкого спектра физиологической активности [14]. Несмотря на то, что уже интродуцирован ряд экдистероидсодержащих видов – *Stemmacantha carthamoides* (Willd.) M. Dittrich [6], *Serratula coronata* L. [4, 12], *Serratula tinctoria* L. [2] – специальных исследований по влиянию эколого-географических условий произрастания на состав и содержание экдистероидов в растениях не проводилось. Ранее нами было показано, что при интродукции растений серпухи венценосной (*Serratula coronata*) из западно-сибирских популяций в условия среднетаежной зоны Республики Коми не было выявлено изменений в качественном и количественном составе экдистероидов [10], однако к этим результатам не следует относиться априорно в отношении других интродуцируемых видов растений – продуцентов экдистероидов. В настоящей работе исследовано влияние светового режима на состав и содержание экдистероидов в растениях серпухи пятилистной (*Serratula quinquefolia* Vieb. ex Willd.) при культивировании в среднетаежной зоне Республики Коми.

Материалы и методика

Серпуха пятилистная – многолетнее растение 50-200 см высотой с неперистыми листьями с тремя неравными ланцетными долями. Корзинок несколько

ко, до 1.5 см в диаметре, цветки розовые. Распространена на Северном Кавказе [7]. Произрастает в горных лесах, на их опушках, среди кустарников. В листьях растений найден 20-гидроксизон, в соцветиях – согдистерон [1, 5].

Образцы живых растений, семян и сухой биомассы растений серпухи пятилистной были собраны нами в районе Кавказских Минеральных Вод в сентябре 2002 г. Местообитания серпухи пятилистной были выявлены в поясе широколиственных лесов на северо-западном склоне горы Машук (высота 740-800 м н.у.м.) выше лесной дороги в районе места «Дуэль Лермонтова», где растения произрастали под пологом леса (освещенность — 400 мкмоль/м²с). В сообществе с участием *S. quinquefolia* отмечены следующие виды растений – первый ярус: дуб черешчатый (*Quercus robur*), граб кавказский (*Carpinus caucasica*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), клен платановидный (*Acer platanoides*), клен явор (*A. pseudoplatanoides*), липа сердцевидная (*Tilia cordata*), липа кавказская (*T. caucasica*); второй ярус: яблоня восточная (*Malus orientalis*), слива домашняя (*Prunus domestica*), клен равнинный (*Acer campestre*), лещина обыкновенная (*Corylus avellana*); третий ярус: свидина южная (*Swida australis*), кизил обыкновенный (*Cornus mas*), бересклет европейский (*Euonymus europaea*), вяз граболистый (*Ulmus carpiniifolia*). Сомкнутость крон древостоя – 0.5-0.7. Сомкнутость полога подлеска – менее 0.1. В травяном ярусе отмечено 25 видов: купырь лесной (*Athyris sylvestris*), колокольчик рапунцель (*Campanula rapunculoides*), бутень Прескотта (*Chaerophyllum prescottii*), бутень опьяняющий (*C. temulum*), ежа сборная (*Dactylis glomerata*), желтушник золотистый (*Erysimum aureum*), герань Роберта (*Geranium robertianum*), борщевик айрный (*Heracleum chorodanum*), птицемлечник дуговидный (*Ornithogalum arcuatum*),



Л. Бутенко

Володина Светлана Олеговна – к.б.н., с.н.с. лаборатории биохимии и биотехнологии. E-mail: volodina@ib.komisc.ru; тел. (8212) 43 14 31. Область научных интересов: *растительные ресурсы, технология растительного сырья.*

Володин Владимир Витальевич – д.б.н., проф., зав. этой же лабораторией. E-mail: volodin@ib.komisc.ru; тел. (8212) 21 67 14. Область научных интересов: *биотехнология растений.*

Чадин Иван Федорович – к.б.н., зам. директора по научным вопросам. E-mail: chadin@ib.komisc.ru; тел. (8212) 24 57 72. Область научных интересов: *вторичные метаболиты растений, биохимическая экология.*

Пылина Яна Игоревна – аспирантка лаборатории биохимии и биотехнологии. E-mail: pylina@ib.komisc.ru. Область научных интересов: *биологически активные вещества растений.*

Бачаров Дмитрий Сергеевич – к.б.н., доцент кафедры зоологии Сыктывкарского государственного университета. E-mail: bacharov@rambler.ru. Область научных интересов: *экологическая биохимия растений.*

Джумырко Сергей Феодосиевич – доцент кафедры ботаники Пятигорской государственной фармацевтической академии. Область научных интересов: *флора Северного Кавказа.*

Бутенко Людмила Ивановна – ст. преподаватель кафедры органической химии Пятигорской государственной фармацевтической академии. Область научных интересов: *биологически активные вещества растений Северного Кавказа.*

рисовидка зеленоватая (*Piptatherum virescens*), первоцвет крупночашечковый (*Primula macrocalyx*), шлемник высочайший (*Scutellaria altissima*), чесночница черешковая (*Alliaria officinalis*), гравилат городской (*Geum urbanum*), эливанта ночная (*Elisanthe noctiflora*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), яснотка белая (*Lamium album*), перловник пестрый (*Melica picta*), купена (*Polygonatum sp.*), подлесник европейский (*Sanicula europaea*), горошек обрубленный (*Vicia truncatula*), ясменник душистый (*Asperula odorata*), эгонихон фиолетово-синий (*Aegonychon purpureo-coeruleum*), фиалка душистая (*Viola odorata*). Наибольшим обилием отличаются виды *Galium aparine*, *Melica picta*, *Polygonatum sp.*, *Asperula odorata*, *Aegonychon purpureo-coeruleum*, *Viola odorata*. В указанном сообществе растения *Serratula quinquefolia* встречались рассеянно группами по 5-10 особей, достигая высоты 1.4-1.7 м. Большая часть генеративных растений находилась в фазе плодоношения, однако в менее освещенных местах были обнаружены особи, находящиеся в фазах бутонизации и цветения.

Особь живых растений серпухи пятилистной из данного местообитания были высажены корневищами на открытой делянке в научной коллекции лаборатории биохимии и биотехнологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН в окрестностях г. Сыктывкар. Максимальная освещенность достигала 1900 мкмоль/м²с, при искусственном затенении в условиях опыта – 900 мкмоль/м²с.

Состав и содержание экидистероидов определялись в образцах дикорастущих и культивируемых растений в различных возрастных состояниях. Образцы растений, находящихся в генеративном возрастном состоянии, отбирались на разных фазах развития:

бутонизации, цветения и плодоношения. Индивидуальные побеги расчленились на метамеры – естественные структурные единицы побега. Образцы высушивали в бумажных пакетах при температуре 60 °С. Анализ содержания экидистероидов проводили с помощью метода ВЭЖХ. Для этого измельченную растительную пробу 50-100 мг (точная навеска) экстрагировали 3 мл 60%-ного метанола при 25 °С в течение 16 ч. Экстракт освобождали от взвешенных частиц путем центрифугирования (12000 об./мин., 25 мин.). Затем отбирали 1 мл экстракта и разбавляли 2 мл воды. Разбавленный экстракт (3 мл) пропускали через концентрирующий патрон Диапак С₁₆ (ЗАО «БиоХимМак»). Экидистероиды смывали с патрона 60%-ным метанолом (3 мл). Перед вторичным использованием патрон промывали чистым метанолом (5 мл), а затем стабилизировали 20%-ным раствором метанола (3 мл). Анализ проводили на аналитической системе ВЭЖХ, «Pro Star» («Varian», США). Состав элюента: вода – ацетонитрил (100:20), скорость потока элюента 1.5 мл/мин.; λ = 242 нм; колонка Diasorb С₁₆/Т (150×4 мм). Идентификацию экидистероидов (20-гидроксиэкидизона (20Е) и инокостерона) проводили путем сравнения времен удерживания со стандартными соединениями.

Для установления структуры индивидуальных соединений эти соединения были выделены из экидистероидной фракции в индивидуальном виде. Для получения чистых соединений дважды была проведена процедура препаративной оф-ВЭЖХ в системе: вода/бутанол – 100:5. Чистота полученного соединения была доказана с помощью аналитической ВЭЖХ.

ЮБИЛЕЙ



Коллектив отдел радиозоологии сердечно поздравляет **Надежду Гавриловну Загорскую** с юбилеем! Уже 30 лет как работает в отделе Надежда Гавриловна, она внесла большой вклад в развитие радиозоологических исследований, проводимых в Институте биологии. Являясь прекрасным специалистом в области тонкослойной хроматографии, она проводит биохимические анализы состава фосфолипидов в различных экспериментах в тканях разных видов лабораторных животных и мышевидных грызунов из природных популяций, обитающих в условиях радиоактивного загрязнения среды.

Дорогая Надежда Гавриловна!

Огромное Вам спасибо за многолетний, квалифицированный, ответственный и добросовестный труд. Желаем крепкого здоровья, бодрости духа, семейного счастья, долгих лет жизни на радость родным и близким!

В преданьи старом говорится:
 Когда родился человек –
 Звезда на небе загорится,
 Чтобы светить ему навек.
 Так пусть она тебе сияет,
 По крайней мере лет до ста,

И счастье дом твой охраняет,
 И радость будет в нем всегда.
 Пусть будет в жизни все прекрасно,
 Без горя и невзгод,
 Пусть будет все светло и ясно,
 На много-много лет вперед!

Сотрудники отдела радиозоологии

Для выделенных соединений были сняты спектры ПМР, ^{13}C ЯМР и масс-спектр. Спектры ^{13}C ЯМР снимали на приборе «Avance-III 300» при частоте 300.17 МГц (^1H ЯМР) и 75.42 МГц (^{13}C ЯМР) в смеси $\text{CD}_3\text{OD}-\text{CDCl}_3$. Хромато-масс-спектрометрический анализ выполнен на хромато-масс-спектрометре «Trace DSQ» в режиме прямого ввода, температура детектора 200 °С.

Содержание пигментов определяли в 3–6-кратных биологических повторностях на сканирующем спектрофотометре UV-1700 (Shimadzu, Япония) в ацетоновой вытяжке при максимумах поглощения хлорофиллов и каротиноидов [3, 13].

Интенсивность фотосинтеза определяли в открытой системе с инфракрасным газоанализатором LI-7100 (Li-COR, США), подключенным по дифференциальной схеме. Последовательность измерений и расчет величин производили согласно методу [8, 9].

Обсуждение

Наши наблюдения за развитием серпухи пятилистной в условиях Севера (длинный световой день)

при выращивании на открытых делянках показали, что по сравнению с растениями в природных популяциях культивируемые растения приобретают черты гелиофитов – являются низкорослыми (до 60 см в высоту), листья сжаты, имеют бледно-зеленую окраску (см. фото). Нами было выдвинуто предположение, что наблюдаемые морфологические изменения у культивируемых растений происходят в результате увеличения интенсивности и длительности инсоляции. Представляло интерес выяснить, меняется ли состав экидистероидов в культивируемых растениях, а также исследовать некоторые физиологические реакции растений в естественных и измененных условиях произрастания.

Нами установлено, что основным экидистероидом *S. quinquefolia* в природных популяциях является 20-гидроксиэкидизон (20E). Среди минорных компонентов нами было обнаружено соединение, по времени удерживания совпадающее с инокостероном (структурным изомером 20E) и отличающееся от последнего положением одной гидроксильной группы в боковой цепи (рис. 1). Одной из важных задач

ЮБИЛЕЙ

55 лет тому назад **Галина Васильевна Тырышкина**, тогда выпускница Сельскохозяйственной школы, пришла работать на Вильгортскую биологическую станцию Коми филиала АН СССР в качестве рабочей-овощевода. Очень скоро ее трудолюбие, аккуратность были замечены, и в 1956 г. П.П. Вавилов пригласил ее в отдел биологии. Работая под руководством Е.С. Болотовой уже к 1962 г., когда был создан Институт биологии и в его составе лаборатория физиологии растений, она стала профессиональным лаборантом. Галина Васильевна в совершенстве овладела методом постановки полевых опытов, методиками изучения формирования ассимиляционной поверхности, продуктивности фотосинтеза. Неустойчивая труженица, она в течение 30 лет была активной участницей всех исследований лаборатории, связанных с изучением продуктивности сельскохозяйственных растений на Севере. Приходящие в лабораторию молодые специалисты и студенты начинали осваивать практику изучения продукционных процессов с ее помощью и многие из них с благодарностью вспоминают этот период своего вхождения в профессию.

В 1986 г. началось комплексное изучение возможности применения нетрадиционных удобрений и действия их на продуктивность растений и качество урожая. При выполнении этих исследований очень пригодились опыт и знания Галины Васильевны. Она была активной участницей внедрения научных разработок лаборатории в практику. В том, что в родном селе удалось вдвое увеличить урожай картофеля, есть и заслуга Галины Васильевны.

По состоянию здоровья ей пришлось оставить работу, связанную с полевыми исследованиями. В течение целого ряда лет она трудилась вахтером в радиобиологическом корпусе. И на этой работе ее открытый, прямой характер, доброта, желание помочь снискали уважение и доброе отношение окружающих ее сотрудников.

Галина Васильевна Тырышкина за свой многолетний и добросовестный труд неоднократно награждалась грамотами Коми филиала АН СССР, Института биологии, Коми НЦ УрО РАН. Дважды была отмечена высшей наградой Академии наук – Грамотой Президиума, а также Грамотой Президиума УрО РАН. На днях ветерану труда Галине Васильевне Тырышкиной была вручена медаль «За доблестный труд в годы Великой Отечественной войны». Все годы войны, начиная с семи лет, она трудилась в колхозе.

Дорогая Галина Васильевна, коллектив Института желает Вам, Вашему сыну, его семье, Вашим внукам и правнукам как можно больше здоровья, благополучия, радости и успехов во всех делах. Будьте счастливы!





Внешний вид дикорастущих (А) и культивируемых (Б, В) растений *Serratula quinquefolia* Bieb. ex Willd.

данного исследования было доказать структуру этого соединения. Для этого с помощью препаративной ВЭЖХ из биомассы растений были выделены 20Е и неидентифицированное соединение, для которых были сняты спектры ПМР, ¹³С ЯМР и масс-спектр.

Об экидистероидной природе выделенного неидентифицированного соединения в ПМР-спектре свидетельствует наличие сигнала, характерного для винильного протона при С₇, представленного в виде дублета при 6.19 м.д., что доказывает присутствие в структуре молекулы 7-ен-6-оной группировки. Характерной особенностью ПМР-спектра выделенного соединения является наличие сигнала метильной группы боковой цепи, представленной в виде дублета при 1.31 м.д., в отличие от ПМР-спектра для 20Е, в котором сигналы метильных групп боковой цепи представлены в виде синглета. Для выделенного соединения эту особенность можно объяснить взаимодействием протонов метильной группы с протоном при С₂₅, в случае 20Е данного взаимодействия не происходит. Отсутствие двойных пиков в спектре ¹³С ЯМР подтверждает наличие только одного изомера. Характер распада в масс-спектре существенно дополняет тонкую структуру выделенного соединения. Имеются пики типа (M⁺-nH₂O), возникающие в результате последовательного отщепления четырех молекул воды; появление пика с m/z 393 можно объяснить отщеплением от молекулы инокостерона метильной группы и четырех молекул воды (рис. 2). В масс-спектре присутствует пик с m/z 300, отвечающий ему ион образуется за счет полной потери боковой цепи и атома водорода. Фрагмент боковой цепи, образующийся при разрыве связи С₁₇-С₂₀, представлен с m/z 143. Наиболее интенсивными пиками в низкомолекулярной части масс-спектра являются пики с m/z 99 и 81, появление которых обусловлено фрагментацией боковой цепи с разрывом С₂₀-С₂₂ связи. Таким образом, данные

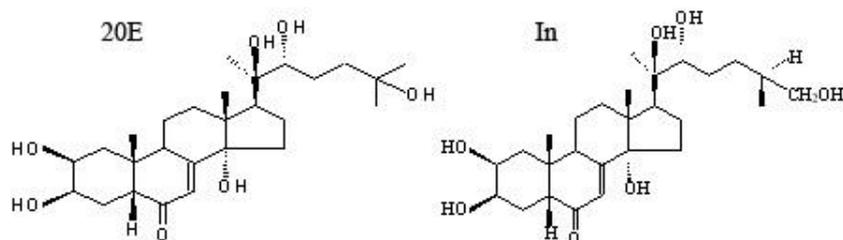


Рис. 1. Экидистероиды *Serratula quinquefolia*. Здесь и далее: 20Е – 20-гидроксиэкидизон, In – 25S-инокостерон.

ЯМР- и масс-спектров подтверждают предположение, что выделенное соединение является инокостероном.

Изучение динамики содержания экидистероидов в генеративных растениях серпухи пятилистной показало, что в фазе бутонизации содержание 20Е плавно возрастает в направлении от нижних к верхним метамерам (рис. 3). Так, в нижних листьях концентрация 20Е составляет 0.07 %, в листьях центрального метамера – 0.28 % и 0.65 % – в листьях верхних метамеров. В стеблях значения концентрации 20Е значительно меньше и составляют 0.04 %

(второй метамер) и 0.24 % (верхний метамер). В бутонах содержание 20Е достигало максимальных значений – 0.67 %, а в корнях – 0.25 %. Аналогичная тенденция характерна и для распределения инокостерона, однако по сравнению с 20Е содержание инокостерона в листьях и корнях значительно меньше (соответственно 0.01 % в нижних листьях; в листьях центральных метамеров – до 0.08 %; в верхних листьях инокостерон отсутствует; в корнях его содержание составляет 0.03 %). Максимальное содержание инокостерона найдено в бутонах (0.18 %).

При исследовании состава и распределения экидистероидов в растениях, культивируемых на открытых участках, в той же фазе развития в листьях растений основным экидистероидом является не 20Е (как у растений в природных популяциях), а инокостерон (рис. 3). Самое большое количество инокостерона содержится в нижнем листе генеративного побега (1.37 %) и несколько ниже – в листьях вегетативной розетки. При переходе к верхним листьям оно сначала уменьшается, а затем вновь увеличивается в верхних листьях (до 0.72 %). Напротив, содержание 20Е в листьях разного возраста проходит через максимум. Очень низкое содержание 20Е в нижних листьях (0.04 %). Максимальное его количество содержится в листьях центральных метамеров (0.49-0.53 %), а затем в верхних листьях оно вновь уменьшается до 0.12 %. В листьях третьего метамера содержание 20Е и инокостерона приблизительно одинаковое. В отличие от листьев в стеблях нижних метамеров доминирующим экидистероидом является 20Е, а не инокостерон – как и у дикорастущих растений в сходной фазе развития. В стеблях центральных метамеров содержание 20Е и инокостерона приблизительно одинаковое, а в верхних метамерах доминирующим экидистероидом становится инокостерон. В бутонах содержатся три мажорных экидистероида: 20Е – 0.23 %; инокостерон – 0.14 %; неидентифицированный компонент с временем удерживания между 20Е и инокостероном – 0.23 %.

Очевидно, что обнаруженный факт переключения биосинтеза экидистероидов с 20Е преимущественно на инокостерон в листьях культивируемых растений связан с резким изменением условий обитания. Мы предположили, что происходя-

щие изменения в направленности биосинтеза экидистероидов можно объяснить скорее не влиянием пониженных температур при выращивании серпухи пятилистной в условиях Севера, а резким отличием в световом режиме (растения культивировались на открытых делянках в условиях длинного светового дня).

Нами были исследованы физиолого-биохимические реакции растений серпухи пятилистной в разных световых режимах. Для этого часть культивируемых растений была затенена марлевым пологом, при этом максимальное значение освещенности составляло 900 мкмоль/м²с – 50 % от естественной (опытная группа растений). Сравнительное изучение пигментного аппарата растений, произрастающих в естественных ценозах Северного Кавказа, в контрольной группе и в условиях искусственного затенения показало, что у культивируемых растений контрольной и опытной групп не происходит разрушения пигментов под действием света (см. таблицу). Общее количество хлорофиллов и каротиноидов у серпухи пятилистной в условиях контроля достоверно не отличалось от дикорастущих растений. При искусственном затенении происходило увеличение содержания хлорофиллов, при этом содержание каротиноидов достоверно не изменилось. Соотношение хл *a/b* во всех вариантах было близким к трем, что позволяет характеризовать данный вид как умеренно светолюбивый.

Измерение интенсивности фотосинтеза интродуцированных растений контрольной группы показало, что скорость ассимиляции CO₂ составляла 5.25±1.06 мг CO₂/г сухой массы·ч, а у растений опытной группы величина данного параметра составила 6.99±0.93. Скорость ассимиляции CO₂ у растений опытной и контрольной групп достоверно не отличалась. Однако расчет интенсивности фотосинтеза на ассимиляционное число показал, что в условиях контроля у серпухи пятилистной происходит заметное подавление ассимиляции CO₂ по сравнению с растениями опытной группы. Таким образом, в условиях интродукции у растений серпухи пятилистной, выращенных на свету, не происходит разрушение пигментного комплекса листа, однако наблюдается снижение скорости ассимиляции CO₂.

Представляло особый интерес исследовать влияние искусственного затенения на состав и содержание основных экидистероидов в культивируемых растениях серпухи пятилистной. В эксперименте 2005 г. содержание 20Е и инокостерона анализи-

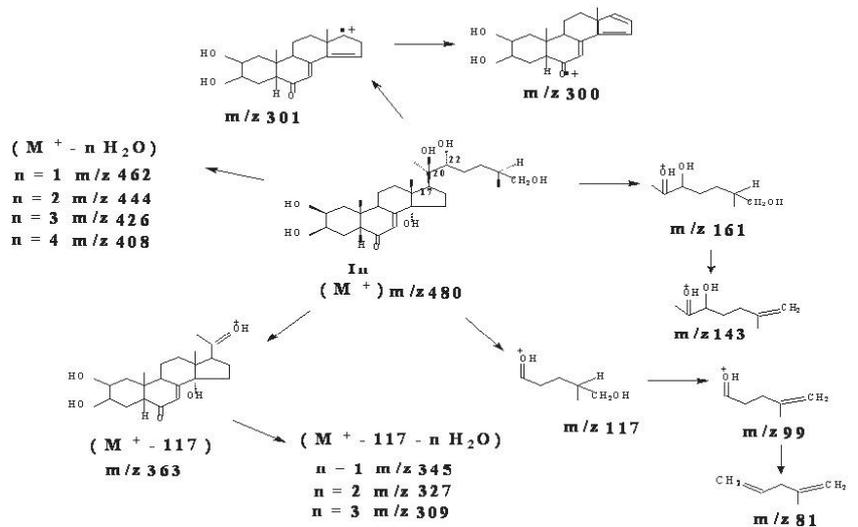


Рис. 2. Схема фрагментации структуры инокостерона.

ровалось как в листовых пластинках, так и в черешках листьев (рис. 4). В листовых пластинках контрольных растений, выращенных на свету, в фазе бутонизации доминирующим экидистероидом был инокостерон (содержание инокостерона – 0.61, 20Е – всего 0.17 %), но эти изменения не происходили в черешках, в которых доминировал 20Е. Его содержание составило 0.27, а инокостерона – 0.15 %). В листовых пластинках и черешках листа растений, выращенных в условиях искусственного затенения, доминирующим экидистероидом, как и ожидалось,

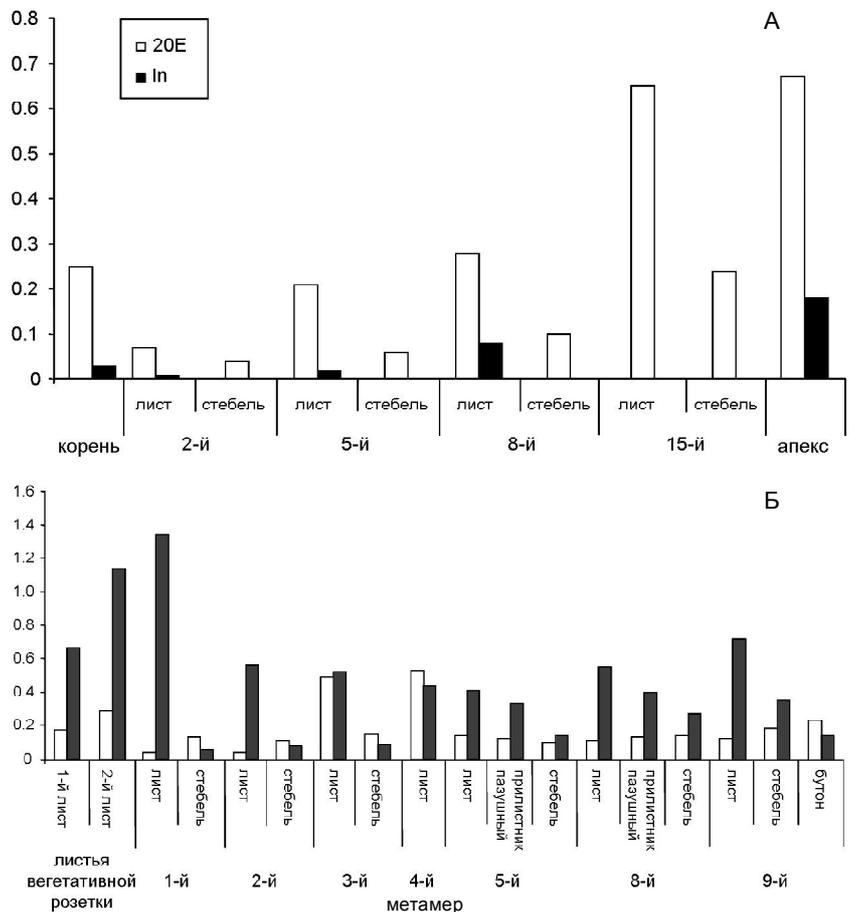


Рис. 3. Содержание экидистероидов (%) в дикорастущих (А) и культивируемых (Б) растениях *Serratula quinquefolia* в фазе бутонизации.

Содержание и соотношение фотосинтетических пигментов в листьях *Serratula quinquefolia*, мг/г сырой массы

Местообитание	Вариант	хл а	хл б	Сумма каротиноидов	хл а+б	хл а/б	хл/ка
Северный Кавказ	Под пологом леса	0.80±0.01	0.21±0.06	0.16±0.03	1.00±0.05	3.20±0.50	6.53±0.90
Подзона средней тайги	Контроль	0.87±0.02	0.28±0.02	0.26±0.01	1.15±0.04	3.14±0.13	4.35±0.04
	Затенение	1.04±0.03	0.34±0.01	0.27±0.01	1.40±0.03	3.04±0.15	5.10±0.10

оказался 20Е приблизительно в равной концентрации (соответственно 0.27 и 0.25 %). В этих условиях инокостерон был обнаружен в листовых пластинках и черешках в следовых количествах (приблизительно 0.02 %). Следовательно, накопление инокостерона в листовых пластинках растений серпухи пятилистной, произрастающих в условиях длинного светового дня при интродукции на Севере, указывает на тесную связь между работой фотосинтетического аппарата и биосинтезом вторичных метаболитов, изменение в составе которых можно рассматривать как адаптивную реакцию вида в ответ на повреждающее действие света.

Выводы

Изучение физиологических реакций растений *Serratula quinquefolia*, произрастающих под пологом лесов в предгорьях Северного Кавказа, показало, что их пластидный аппарат адаптирован к условиям умеренного освещения. Нами установлено, что при интродукции этого вида в условия длинного светового дня на Севере происходит подавление процессов фотосинтеза без разрушения фотосинтетических пигментов. Прекращение биосинтеза вторичных метаболитов с 20-гидроксиэкдизона на его структурный изомер инокостерон в листовых пластинках, но не в других частях растений (черешках, стеблях и в подземной части растений) указывает на связь между биосинтезом экдистероидов и адаптивной реакцией растений серпухи пятилистной в ответ на повреждающее действие света. Обнаруженный факт может иметь весьма важное практическое значение: при выращивании на открытых делянках в среднетаежной зоне Республики Коми серпуха пятилистная может служить источником весьма ценного экдистероида – инокостерона, для которого показана перспектива использования в качестве антиоксидантного и анаболического средства.

Авторы выражают благодарность И.Н. Алексееву (Институт химии Коми НЦ УрО РАН) за проведение ЯМР-спектроскопического анализа, сотруднику Института биологии Коми НЦ УрО РАН к.х.н. И.В. Груздеву за проведение масс-спектроскопического анализа.

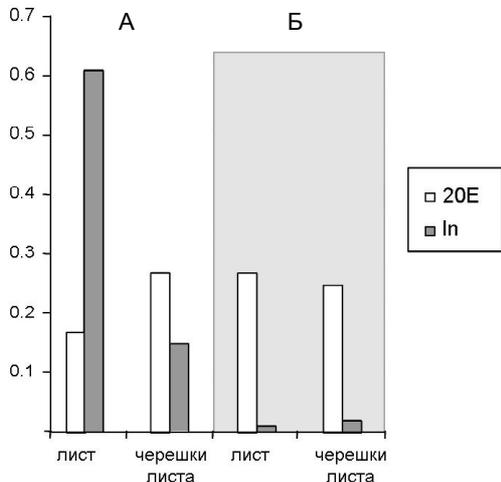


Рис. 4. Содержание экдистероидов (%) в генеративных побегах растений *Serratula quinquefolia* в фазе бутонизации при выращивании в условиях контроля на открытом (А) и опыта на затененном (Б) участках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абубакиров Н.К. Гормоны линьки насекомых в растениях Средней Азии // Изв. АН КазССР. Сер. хим., 1984. № 4. С. 49-53.
2. Ахмед И. Фитоэкдистероиды серпухи невооруженной (*Serratula inermis*) и их влияние на биосинтез нуклеотидов и нуклеиновых кислот в тканях цыплят с различной обеспеченностью витамином D₃: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1993. 28 с.
3. Маслова Т.Г., Попова И.А., Попова О.Ф. Критическая оценка спектрофотометрического метода количественного определения каротиноидов // Физиология растений, 1986. Т. 33, № 6. С. 615-619.
4. Мишуков В.П., Портягина Н.В., Рубан Г.А. Интродукция серпухи венценосной на Севере // Интродукция растений на европейском Северо-Востоке. Сыктывкар, 1995. С. 91-100. – (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 140).
5. Новосельская И.Л., Горюхи М.В., Абубакиров Н.К. Фитоэкдизоны *Serratula* // Химия природных соединений, 1975. № 3. С. 429-430.
6. Постников Б.А. Маралий корень и основы введения его в культуру. Новосибирск, 1995. 276 с.
7. Растительные ресурсы СССР. Т. 1. Семейства Magnoliaceae – Limoniaceae / Ред. А.А. Федоров. Л.: Наука, 1984. 460 с.
8. Сивков М.Д., Назаров С.К. Аппаратура и методика измерений газообмена растений в полевых условиях. Сыктывкар, 1987. 16 с. – (Сер. Новые научные методики / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 23).
9. Сивков М.Д., Назаров С.К. Одноканальная газометрическая установка для измерения фотосинтеза и транспирации растений в полевых условиях // Инфракрасные газоанализаторы в изучении газообмена растений / Отв. ред. А.А. Ничипорович. М.: Наука, 1990. С. 54-64.
10. Фитоэкдистероиды / Под ред. В.В. Володиной. СПб.: Наука, 2003. 293 с.
11. Харборн Д. Введение в экологическую биохимию. М.: Мир, 1985. 176 с.
12. Харина Т.Г. Эколого-биологические особенности серпухи венценосной в связи с интродукцией в Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1990. 16 с.
13. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М., 1971. С. 154-170.
14. Lafont R., Dinan L. Practical uses for ecdysteroids in mammals and human: an update // Insect. Sci., 2003. Vol. 3, № 7. 30 p. ❖



III ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: УСТОЙЧИВОСТЬ, ПРИНЦИПЫ И МЕХАНИЗМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ»

д.б.н. А. Видякин

1-5 марта 2010 г. в Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии (г. Нижний Тагил Свердловской области) состоялась III Всероссийская научно-практическая конференция «Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования».

В конференции приняли участие ученые из Российской Федерации, Украины, Беларуси, Казахстана, Монголии. Они представляли учреждения РАН: Институт экологии растений и животных (Екатеринбург), Институт биохимии и генетики (Уфа), Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (Москва), Институт биофизики (Красноярск), Институт биологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар), Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского (Владивосток), Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН (Апатиты), Институт биоорганической химии (Пушино), Институт систематики и экологии животных (Новосибирск), Институт водных и экологических проблем (Новосибирск), Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина (пос. Борок), Институт химической кинетики и горения (Новосибирск), Институт биологических проблем криолитозоны (Якутск), Институт географии им. В.Б. Сочавы (Иркутск), Институт геологии и минералогии (Новосибирск), Институт археологии и этнографии (Новосибирск), Институт цитологии и генетики (Новосибирск), Ботанический сад УрО РАН (Екатеринбург), Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина (Москва), Горный ботанический сад ДагНЦ (Махачкала), Центральный сибирский ботанический сад (Новосибирск). Российскую академию сельскохозяйственных наук представляли ученые из Агрофизического института (Санкт-Петербург), Всероссийского НИИ сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург), Всероссийского НИИ охотничьего хозяйства и звероводства (Киров).

Активное участие в конференции приняли высшие учебные заведения России: Астраханский, Брянский, Бел-

городский, Башкирский, Воронежский, Казанский, Курский, Марийский, Московский, Мордовский, Нижегородский, Омский, Оренбургский, Пермский, Самарский, Санкт-Петербургский, Сибирский, Сургутский, Томский, Тюменский, Удмуртский, Ульяновский, Уральский и Челябинский государственные университеты; Астраханский, Магнитогорский и Мурманский технические университеты; Нижнетагильская государственная педагогическая академия; Уральская государственная лесотехническая академия; Воронежский, Красноярский, Московский, Мордовский, Нижегородский, Омский, Томский, Уральский государственные педагогические университеты, а также сельскохозяйственные академии и аграрные университеты Ижевска, Новосибирска, Оренбурга, Перми, Саратова и Челябинска. В конференции участвовали также представители научных учреждений национальной академии наук и высших учебных заведений Украины и Беларуси.

Общее количество участников, представивших на конференцию материалы, составило 367 человек. Лично в работе конференции участвовали 172 человека. Всего было заслушано 37 устных докладов, в том числе 12 пленарных, а также три лекции ведущих ученых нашей страны. Стеновые сообщения подготовили 17 участников конференции. Работа конференции проходила без подразделения на секции. Как пленарные доклады продолжительностью до 40 мин., так и устные (секционные) продолжительностью до 15 мин. заслушивались всеми участниками конференции в одном зале.

Открыл конференцию д.п.н., проф. В.И. Смирнов, ректор Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии. Во вступительном слове он отметил, что конференция на данную тему проводится в академии уже третий раз. Она привлекает все большее количество участников, что свидетельствует об актуальности обсуждаемой проблемы и ее практической значимости. На совещании предполагается заслушать боль-

шое количество докладов и дать оценку современному состоянию исследований по проблеме устойчивости биологических систем к неблагоприятным факторам среды, включая техногенное загрязнение среды, начавшееся в России с началом промышленной революции, т.е. примерно с 1800 г. В отдельных регионах промышленное загрязнение и степень антропогенного воздействия достигли такого уровня, при котором происходит вымирание многих видов растений, животных и наблюдается негативная трансформация природных систем. В связи с этим важнейшей проблемой современности является разработка теоретических основ и системы практических мероприятий для сохранения биоразнообразия на планете. Поэтому проведение нашей конференции с целью обмена информацией по фундаментальным и прикладным основам жизнедеятельности биологических систем в условиях антропогенной и иной трансформации факторов среды своевременно и крайне необходимо. Далее в выступлении была дана краткая информация о работе, проблемах, перспективах развития Нижнетагильской социально-педагогической академии и высказана уверенность в том, что организаторы совещания создадут необходимые условия для плодотворной работы конференции.

С приветствием к участникам конференции обратились также Л.Д. Овдина, начальник отдела экологической безопасности, особо охраняемых природных территорий и охраны биологических ресурсов Министерства природных ресурсов Свердловской области, и А.В. Лунев, декан химико-биологического факультета Нижнетагильской социально-педагогической академии. Они отметили, что конференция будет способствовать дальнейшему укреплению и развитию сотрудничества ученых многих специальностей, пожелали плодотворной работы всем участникам конференции.

Работа конференции ежедневно начиналась с заслушивания нескольких пленарных докладов, посвящен-

ных обсуждению фундаментальных основ проблемы устойчивости и механизмов функционирования различных биологических систем. После этого начинались устные доклады по частным вопросам. Краткое содержание некоторых пленарных докладов заключается в следующем.

Доклад д.б.н. В.Г. Терещенко (Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, пос. Борок Ярославской области) посвящен изучению равновесного состояния сообщества гидробионтов и его динамике. На основе оценки многолетних исследований динамики структуры уловов рыб более 70 крупных промысловых водоемов России и стран СНГ автором сформулировано понятие равновесного состояния рыбного населения, дано описание метода его выявления, установлены основные закономерности изменения равновесного состояния рыбного населения озер и водохранилищ. Под равновесным состоянием рыбного населения он понимает состояние, при котором уровень воспроизводства основных популяций рыб находится в относительно динамичном равновесии с величиной их смертности. В этом состоянии минимальна вариабельность урожайности поколений большинства видов рыб и стабильны интегральные структурные показатели

(разнообразие, доминирование и относительное обилие видов, относящихся к разным экологическим группам). Равновесное состояние рассматривается автором и как состояние, в которое рыбное население приходит после прекращения действия нарушающего воздействия.

Доклад д.с.-х.н. С.Л. Менщикова (Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург) посвящен изучению состояния лесных экосистем техногенно нарушенных территорий. На примере предтундровых лесов в районе г. Норильск и лесов таежной зоны Урала на территории шести наиболее крупных промузлов Свердловской области установлено, что в оценке негативно влияющего азротехногенного загрязнения на устойчивость лесных экосистем особое место занимает изучение динамики дигрессии. В этом процессе выделено два этапа. Первый этап представляет собой прямое действие эмиссий (газов фтора, двуокиси серы и др.) на ассимиляционный аппарат растений, в результате чего они быстро погибают. Второй этап начинается с момента стабилизации объемов выбросов, значительного накопления загрязняющих веществ в почве. Основной причиной негативных изменений состояния лесных насаждений становятся текущие повреждения на

фоне накопленного воздействия. Физико-географические условия регионов играют значительную роль в специфике ответной реакции лесной среды на загрязнение. Чем суровее природно-климатические условия, тем значительнее глубина дигрессии лесной растительности.

В своем докладе к.б.н. Р.М. Хантемиров (Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург) рассказал об изменении климата и динамике древесной растительности на севере Западной Сибири. Для этого использованы данные анализа годичных колец стволов деревьев.

В докладе д.б.н. А.И. Видякина (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Киров) изложены лесоводственно-популяционные основы сохранения генетической устойчивости лесов, под которой понимается способность видов древесных растений к самовоспроизведению и поддержанию численности особей в ряду поколений при сохранении их генетического разнообразия. Элементарной единицей, полностью удовлетворяющей этим условиям, является популяция. Однако сохранение генетической устойчивости лесов путем самовоспроизведения популяций в ряду поколений без утраты генофонда в полной мере обеспечивается только при отсутствии



ЮБИЛЕЙ

15 апреля 2010 г. отметил юбилейную дату — 55-летие со дня рождения — **Сергей Васильевич Коковкин**.

После окончания школы № 14 поступил в Сыктывкарский государственный университет на физико-математический факультет, который успешно закончил в 1977 году. Трудовая деятельность началась в лаборатории математики и вычислительной техники Коми филиала АН СССР в должности инженера-программиста.

В 1978 г. Сергей Васильевич призывается в ряды Советской Армии. После увольнения в запас работает в Вычислительном центре Коми главного территориального управления Госнаба СССР. Молодого специалиста быстро замечают и в 1991 г. его назначают на должность заместителя директора «Комиглавснаба».

С 2001 г. Сергей Васильевич работает в нашем Институте руководителем группы автоматизации научных исследований. Знание дела, творческий подход к решению самых разнообразных проблем, умение организовать работу на вверенном ему направлении, личное обаяние и отзывчивость — за все это Сергей Васильевич заслужил должное уважение всего коллектива Института.

Дорогой Сергей Васильевич!

*Желаем в этот день прекрасный
Здоровья, счастья, долгих лет,
Всегда с хорошим настроением
Встречать и вечер, и рассвет.*

антропогенного воздействия. Для лесов эксплуатационного назначения автором разработана и на примере сосняков Кировской области апробирована специальная программа сохранения генетической устойчивости лесов. Она базируется, во-первых, на картографировании границ локальных популяций, во-вторых, на соблюдении ряда организационно-технических элементов сплошных рубок и технологических работ.

Доклад д.б.н., проф. И.В. Батлуцкой (Белгородский госуниверситет, Белгород) посвящен анализу результатов биоиндикации наземных экосистем Алексеевского района Белгородской области с использованием показателей изменчивости отдельных элементов меланизированного рисунка покрова клопа-солдатика с учетом их флуктуирующей асимметрии. На основании обширного материала автор показала, что специфика половой структуры, фенотипического разнообразия и асимметрии вариаций элементов меланизированного покрова данного вида отражает состояние популяции и уровень условий ее существования. Сделан вывод, что в связи с высокой чувствительностью к определенным дозам воздействия, широкой распространенностью, трофической связью с анализируемой биотой, достаточно большой продолжительностью жизни данный вид может быть использован в качестве биоиндикатора на территории региона.

В своем пленарном докладе к.б.н. Т.С. Чибрик сообщила о результатах изучения фитоценозов в 1999 и 2009 гг. на золоотвале № 1 Богословской ТЭЦ, расположенном на окраине г. Красноуральск Свердловской области. Установлено, что биологический, экологический, ботанический, ценоценозный состав компонентов травянистой растительности может выполнять индикаторную роль при биологической рекультивации земель.

В докладе д.б.н., проф. В.А. Мухина (Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург) отмечается, что большинство климатологов признают, что одним из главных факторов современного потепления климата является увеличение концентрации в атмосфере парниковых газов: двуокиси углерода, метана, закиси азота. Крупным научным событием в последние годы стало открытие того факта, что метан выделяется как тра-

вянистыми, так и древесными растениями. Одновременно с этим автором было установлено, что при разложении древесного дебриса – второго по величине после живой фитомассы лесов наземного резервуара углерода – также образуется метан. В связи с этим в докладе обсуждается ранее не известный феномен метаногенной активности древесного дебриса – образование метана при разложении древесины грибами, которые непосредственно не участвуют в его синтезе, но находятся в начале трофической цепочки, ведущей к метаногенным археям. Экспериментальные оценки возможных объемов эмиссии метана показывают, что древесный дебрис является важным, вероятно, глобальным источником данного парникового газа.

В своем докладе д.ф.-м.н., проф. А.К. Гуц и преподаватель Л.А. Володченко (Омский государственный университет, Омск) показали возможность моделирования кризисных ситуаций в экологии человека. Авторы отмечают, что исследования по экологии человека предполагают наличие понятия здорового человека. Однако в настоящее время нет общепринятой теории здоровья человека. Наличие разных различных формулировок вызвало необходимость их классификации и создание четырех моделей здоровья. Так называемая медицинская модель здоровья предполагает такое определение здоровья, которое содержит только медицинские признаки и характеристики здоровья. Здоровьем считают отсутствие болезней и их симптомов. На основании этой модели авторами построена математическая модель, описывающая наступление кризисного состояния в здоровье людей под воздействием окружающей среды. Рассматривается также адекватность отражения данной теоретико-катастрофной моделью наблюдаемых реальных ситуаций.

Секционные доклады можно разделить на пять групп: 1) внутривидовая изменчивость древесных растений и сохранение лесных биогеоценозов в условиях техногенного загрязнения среды и иного стрессового воздействия, 2) фауна: видовое разнообразие и антропогенное воздействие, 3) экология и здоровье людей, 4) реакция растительных систем на погодноклиматические условия, химический и радиационный стресс, 5) оцен-

ка техногенного загрязнения городских почв тяжелыми металлами.

Проблеме внутривидовой изменчивости древесных растений и сохранению лесов в условиях техногенного загрязнения были посвящены доклады кандидатов биологических наук Л.А. Пустоваловой, Н.Н. Никоновой, Е.А. Шуровой (Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург); к.с.-х.н. М.В. Ермаковой, к.с.-х.н. Т.П. Бессоновой, ст. инженера Е.С. Золотовой (Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург); к.б.н. О.В. Ерохиной (Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург); к.т.н. Ю.П. Ланкина (Институт биофизики СО РАН, Красноярск) с соавторами; преподавателя Омского государственного университета Л.А. Володченко; к.с.-х.н. Н.С. Ивановой (Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург).

Обобщая результаты этих выступлений, следует отметить, что в результате рубок, загрязнения окружающей среды, лесных пожаров наблюдается постоянная деградация лесных экосистем во многих регионах страны, выражающаяся, в частности, в смене хвойных видов древесных растений на мягколиственные, в значительной фрагментации ареала вида, снижении продуктивности и устойчивости, появлении очагов насекомых-вредителей и болезней леса. С целью сохранения лесных экосистем предлагается снижение уровня лесозаготовки, проведение комплексного мониторинга лесов, а также эффективных мероприятий по охране и защите, своевременному и качественному воспроизводству лесов.

Влияние антропогенного воздействия на фауну отражено в выступлениях к.б.н. С.Д. Сердюк (Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург), к.б.н. О.В. Семеновой (Нижегородская государственная социально-педагогическая академия, Нижний Тагил), аспиранта Ю.И. Ящук (Томский госуниверситет), к.б.н. Е.А. Бельской (Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург), к.ф.-м.н. С.Э. Потоскуева (Нижегородская государственная социально-педагогическая академия, Нижний Тагил).

Зависимость здоровья людей от факторов внешней среды, в том числе техногенного загрязнения, показана в докладах м.н.с. А.Г. Харевои и преподавателя А.Р. Овчинниковой из Сургутского госуниверситета.

Особенности реакции растительных систем на погодно-климатические факторы, химический и радиационный стресс отражены в докладах кандидатов биологических наук Т.В. Жуйковой, Э.В. Мелинг (Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия, Нижний Тагил) и Е.П. Храмовой (Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск), д.б.н. В.С. Безеля (Институт экологии растений и животных УрО РАН Екатеринбург). Отмечается, что химическое загрязнение модифицирует реакцию популяций на погодно-климатические факторы. Специфика воздействия поллютантов как стрессового фактора заключается в ускорении темпов развития растений на начальных этапах онтогенеза. Ответная реакция на неблагоприятные погодные факторы проявляется в снижении доли растений прегенеративной фракции, повышении индексов старения, возрастности и эффективности ценопопуляции. Установлено, что в усло-

виях химического загрязнения формируются луговые сообщества, отличающиеся от сообществ фоновой территории систематической и биоэкологической структурой флоры, структурой доминирования видов в фитомассе и проективном покрытии, а также пониженной продуктивностью. Это является ценотическим барьером, ограничивающим избыточное вовлечение тяжелых металлов в биогенный обмен.

Участники конференции отметили большую пользу состоявшихся дискуссий, которые способствовали более глубокой оценке результатов проведенных исследований, установлению деловых контактов между исследователями разных регионов, а также корректировке дальнейших планов изучения обсуждаемой проблемы.

Участники конференции отметили прекрасную организацию работы конференции и выразили свою благодарность руководству и сотрудникам Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии.

В резолюции конференции высказаны предложения о совершенствовании работы последующих конференций. В частности, предложено организовать круглый стол по проблемам исследования смежных дисциплин, например, по вопросам математического моделирования биологических процессов в популяциях; рекомендовано одно из направлений работы последующей конференции посвятить проблемам изучения и сохранения биоразнообразия особо охраняемых природных территорий, редких и исчезающих видов; высказано предложение о необходимости более широкого привлечения на конференцию работ, связанных с применением молекулярно-генетических методов исследования биологических систем; принято решение о проведении IV научно-практической конференции «Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования» в 2012 г. в Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии.

ВЫСТАВКИ

«АРХИМЕД» И ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ: УСПЕХ И ТВОРЧЕСКИЙ ПОДЪЕМ

к.б.н. **И. Чадин**, зам. директора по научным вопросам
Ю. Комова, инженер по патентной работе

«Ну, Республика Коми! Все медали забрала...», – говорил Дмитрий Иванович Зезюкин, президент Салона «Архимед», вручая блестящие золотые медали.*

Да! С полной уверенностью можно сказать – Институт биологии блеснул своими инновационными разработками на XIII Московском международном салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед 2010», который состоялся с 30 марта по 2 апреля текущего года в культурно-выставочном центре «Сокольники». Салон «Архимед» – традиционное и самое известное мероприятие среди многих форумов, выставок и ярмарок, проходящих в сфере интеллектуальной собственности. Центр развития изобретательства и рационализации – организатор Салона – способствует внедрению инновационных проектов, создает механизмы взаимодействия науки и сферы производства, в том числе с зарубежными партнерами.

Учреждение Российской академии наук Институт биологии Коми научного центра УрО РАН уже пятый раз участвовал в этом престижном инновационном форуме. В этом году Институт зарекомен-

довал себя как учреждение с высоким инновационным потенциалом и был награжден медалями и дипломами «Архимед» за представленные разработки.

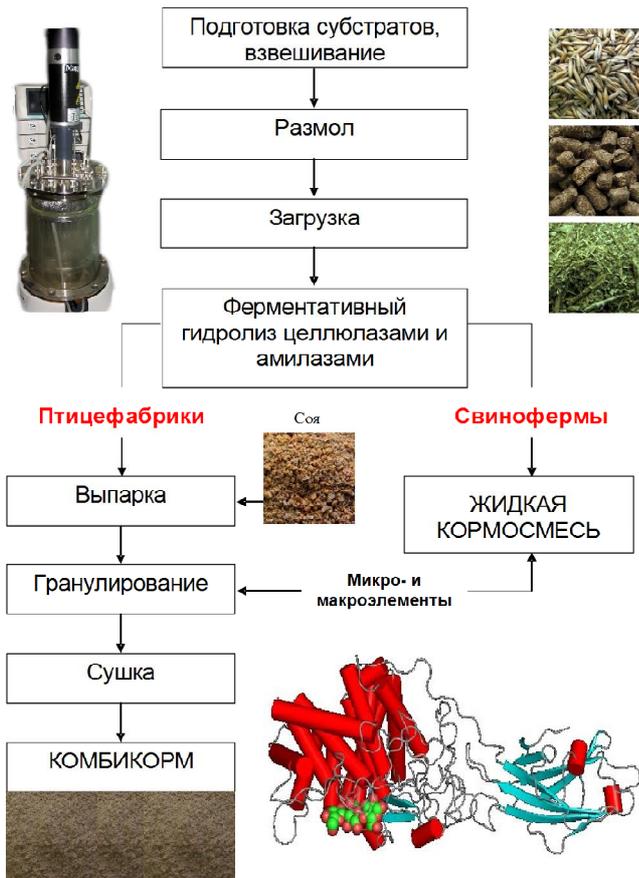
Золотой медалью награждены Дмитрий Валерьянович Тарабукин и Андрей Геннадьевич Донцов, разработчики проекта «Макрокомпонентная кормосмесь и способ ее приготовления». Изобретения, положенные в основу проекта, относятся к области сельского хозяйства, могут применяться в производстве комбикормов. Основным компонентом кормосмеси является неочищенный овес, также в состав входят размолотые бобы сои, подсолнечный шпрот и стебли серпухи венценосной. Все ингреди-



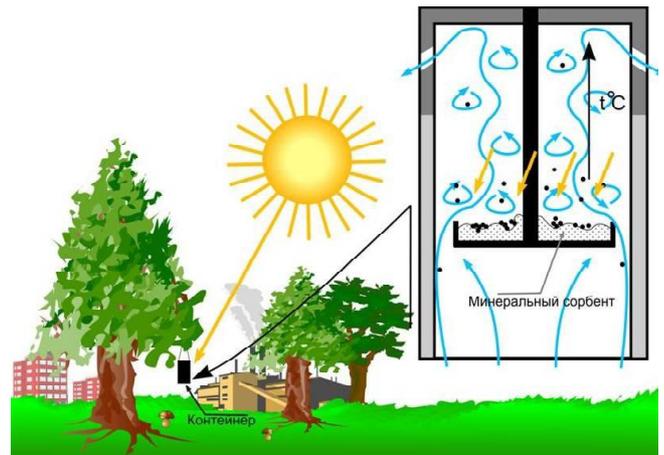
* Двумя золотыми и серебряной медалями отмечены также и разработки сотрудников Института химии Коми НЦ УрО РАН: «Технологии производства высокоэффективных терпенофенольных антиоксидантов широкого спектра назначения» (авторы А.В. Кучин, И.Ю. Чукичев, И.В. Федорова), «Щелочестойкая стеклопластиковая арматура и гибкие связи» (авторы А.В. Кучин, Ю.И. Рябков, П.А. Ситников, И.Н. Васенева, А.Г. Бельих, Л.В. Фурсов) и «Технология модификации растительных полисахаридов для создания эффективных заменителей гепарина» (авторы М.А. Торлопов и А.В. Кучин). Искренне, от всей души поздравляем авторов Института химии Коми НЦ УрО РАН!

енты кормосмеси измельчаются и подвергаются ферментному гидролизу целлюлазами и амилолазами. В результате кормовая смесь избавляется от антипитательных веществ и обогащается легкоусвояемыми сахарами и аминокислотами. Проект вызвал определенный интерес как экспертов, так и посетителей выставки. Поступили предложения о совместной работе, так что будущее этой интересной разработки, затрагивающей важные для сельскохозяйственной отрасли вопросы, имеет неплохие перспективы.

Принципиальная схема получения кормосмеси



за судят о загрязнении атмосферного воздуха. Надо сказать, термин «нанотехнологии» стал употребляться в научной литературе не так давно, в середине 80-х годов прошлого века. Эта сфера быстро и широко развивается, наноизобретения – дело будущего, поскольку с их помощью достигается новый сверхэффект, который приводит к неожиданным, неизвестным выводам. Патентование нанотехнологий перспективное, совершенное и необходимое условие защиты полученных результатов наших ученых. Институту биологии пожелали и дальше развивать и изобретать новые приборы и оборудования для применения их в сфере нанотехнологий.



Серебряной медалью награждены Владимир Витальевич Володин, Наталья Борисовна Петрова, Нелли Алексеевна Мойсеенко и Светлана Олеговна Володина – авторы разработки «Антиагрегационное и стресс-лимитирующее средство». Антиагрегационное и стресс-лимитирующее средство получено на основе фитоэкдистероидов, которые выделены из листьев, собранных в фазу вегетации, массовой бутонизации или начала цветения растений рода *Surratula* семейства *Asteraceae*. В качестве действующего вещества используют экдистероидсодержащую субстанцию в виде смеси 20-гидроксизиднона и 25S-инокостерона, которая проявляет более высокую физиологическую активность по сравнению с известным гиполипидемическим препаратом «Аторвастатин» (Pfizer, Германия), обладает актопротекторным и тонизирующим действием, показана для коррекции неврозов и состояний дизадаптации, снижения невротического реагирования, а также для повышения адаптивных возможностей человека и сохранения его работоспособности в трудных климатических и профессиональных условиях. Субстанция «Серпистен» вызвала огромный интерес, в ходе выставки поступили предложения о коммерциализации продукции. На сегодняшний день ведутся переговоры о деловом сотрудничестве с российскими и зарубежными компаниями.



Второе золото получил Михаил Пантелеймонович Тентюков за инновационную разработку «Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха наноразмерными частицами». Данный проект состоит из группы изобретений, относящихся к области защиты окружающей среды, а именно к устройству и способу контроля загрязнения воздуха наноразмерными частицами при их выбросе в атмосферу. Новизна заключается в разработке нового устройства, обеспечивающего осаждение наночастиц на субстрате, в качестве которого используют тонкий слой микродисперсного химически инертного порошка, после чего субстрат извлекают из устройства и подвергают анализу. По результатам анали-





Салона «Архимед», и все три проекта были отмечены достойными наградами. Это говорит о том, что инновационный потенциал Института биологии Коми научного центра УрО РАН растет из года в год и находится на высоком уровне. Это победа! И это прекрасный повод выразить благодарность и самые искренние поздравления авторам инновационных разработок за их ежедневный и нелегкий, наукоемкий труд. Желаем вам успехов и творческого подъема в вашей научной и изобретательской деятельности!

ИНФОРМАЦИЯ В НОМЕР

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ПОШТУЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЕМОВ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ – ROLLING 2.0

(Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010612260)

Авторы: А.В. Потапов, З.П. Мартынюк.

Правообладатель: Учреждение Российской академии наук Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. **Программа для ЭВМ:** «Rolling 2.0». **Тип ЭВМ:** IBM PC Pentium совместимый. **Язык программирования:** С ++. **ОС:** Microsoft Windows XP. **Объем программы:** 500 kb.

В состав программы входят: главный модуль Rolling.exe; бинарный файл standard_2708_75, содержащий таблицы объемов по ГОСТ 2708-75; справка.

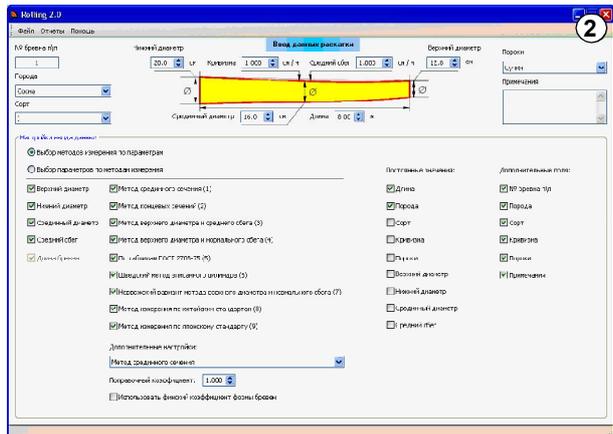
Программа ориентирована на предприятия, работающие в сфере лесной промышленности. Удобный интерфейс позволяет работать с ней специалистам без дополнительного обучения.



Существуют две основные группы методов измерений круглых лесоматериалов: поштучные и групповые. Поштучные методы более точные, поскольку измеряются параметры каждого бревна, но и значительно более трудоемкие (фото 1) не только с точки зрения получения исходных данных, но и с точки зрения их обработки. Традиционно результаты поштучных измерений записывают так называемой «точковой» – способом, при котором в специальном бланке (ведомости) отражают измеренные десятки и единицы бревен с помощью условных обозначений (точек) ☒. Нужно затратить много времени, чтобы для сравнения вручную получить результаты измерений по нескольким из этих методов.

Программа Rolling 2.0 предназначена для автоматического расчета объема круглых лесоматериалов девятью основными методами, применяемыми как в России, так и за рубежом.

Различные методы расчета предполагают измерение разных параметров. Полный набор измеряемых параметров включает в себя минимальный (верхний), максимальный (нижний) и средний диаметры, сбег (нормальный, средний) и длину бревна. Отсутствие какого-либо параметра измерений отражается на панели выбора методов измерений программы (фото 2), а его отключение приведет к автоматическому отключению тех методов, которые от него зависят. И наоборот, включение какого-либо из методов измерения приведет к включению всех параметров измерения, от которых он зависит. Результат расчетов выводится в виде гистограмм на экран монитора и распечатывается в виде отчета. Гистограмма объемов отображает объемы пачки, вычисленные теми методами, которые были выбраны в настройках в окне Ввод данных раскатки, и общий принятый объем пачки. Программа позволяет менять внешний вид гистограммы. Гистограмма распределения диаметров по ступеням толщины показывает, какие диаметры бревен и в каком количестве составляют пачку. В настройках гистограммы можно выбрать отображение верхних, нижних или срединных диаметров, а также способ округления.



Из примера (фото 3) видно, что принятый объем партии по сравнению с результатами поштучных измерений завышен для всех методов, кроме метода срединного сечения. Поэтому в интересах поставщика в качестве контрольного выбрать именно этот метод. И соответственно для покупателя, наоборот, применение этого метода измерений в спорных ситуациях не выгодно. Понять это помогает программа Rolling 2.0.

