



ВЕСТНИК

Института биологии
Коми НЦ УрО РАН

№ 4
(138)

В номере

СТАТЬИ

- Лиханова И., Арчегова И.** Формирование почв при ускоренной восстановительной сукцессии лесных экосистем на Севере 2
- Хабибуллина Ф.** Почвенная микробиота вторичных лиственных насаждений средней тайги 7
- Канев В.** Темногумусово-глеевые почвы тайги, проблемы их освоения 10
- Пунегов В., Груздев И., Рябинина М.** Определение оксикислот, моно- и дисахаридов в плодах *Lonicera caerulea* L. методами газо-жидкостной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии 14
- Шубина В.** Питание сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin) в водоемах Печорского бассейна 18
- Минеев Ю., Минеев О.** Распространение совообразных птиц в тундрах европейского северо-востока России 22
- Гурьев Д.** Некоторые показатели нормальной и регенерирующей печени крыс Wistar при моделировании фракционированного облучения 24

СООБЩЕНИЯ

- Яцко Я., Дымова О.** Состояние фотосинтетического аппарата зимне- и вечнозеленых растений в годичном цикле 26
- Малышев Р., Маслова С.** Сравнительное изучение дыхания и тепловыделения растений *Achillea millefolium* и *Pyrola rotundifolia* 28
- Тужилкина В.** Проективное содержание хлорофилла в корневых еловых фитоценозах .. 30
- Сенькина С.** Эколого-физиологическая характеристика транспирации хвои ели в старовозрастных ельниках средней тайги 32
- Уфимцев К.** Влияние экдизона и 20-гидроксиэкдизона на развитие личинок и плодовитость имаго египетской хлопковой совки *Spodoptera littoralis* Boisd. (Lepidoptera: Noctuidae) 34

КОНФЕРЕНЦИИ

- Пастухов А., Каверин Д.** Участие в Арктическом научном саммите 36
- Минеев О.** Второй Паневропейский симпозиум по уткам 39

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

**ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ
ПРИ УСКОРЕННОЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СУКЦЕССИИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА СЕВЕРЕ**



к.б.н. **И. Лиханова**
н.с. отдела почвоведения

Научные интересы: *экология, восстановление лесных экосистем*



д.б.н. **И. Арчегова**
в.н.с. этого же отдела
E-mail: archegova@ib.komisc.ru

Научные интересы: *экология и эволюция почв, гумусообразование*

В связи с активным нарастанием темпов добычи минерального сырья на севере европейской части неуклонно увеличивается площадь разрушенных лесных экосистем. Известно, что уничтожение лесных экосистем ведет к нарушению стабильности окружающей среды и устойчивости почвенного покрова, активизации эрозионных процессов, а также к изменению гидротермического режима почв, долговременному и часто необратимому снижению продуктивности вторичных лесов. Необходимо отметить влияние уничтожения лесных экосистем на климат. Так, вырубка лесов ведет к эмиссии в атмосферу углекислого газа и усилению глобального потепления, снижает интенсивность континентального и локального круговоротов воды, что способствует опустыниванию, приводит к усилению ветров. Уничтожение лесов ведет к сокращению биоразнообразия. Как пишет В.В. Пономарева [6], леса запасают в своей огромной биомассе и удерживают усвоенные из верхнего слоя земной коры запасы элементов-органогенов, возвращая их частично с опадом на землю лишь для того, чтобы по возможности быстро и без потерь на вымывание вовлечь их в новый биологический цикл. Поскольку в таежных лесах в условиях промывного режима почв биологический круговорот приближается к автономному, замкнутому типу, под ними образуются почти бесплодные минеральные горизонты, практически лишенные элементов питания растений и поглотительной способности. Уничтожение по тем или иным причинам лесов надолго выводит из строя эти сложные и внутренне очень слаженные биологические системы, приспособленные к промывным условиям. Земельные площади, на которых обитали в прошлом леса, развеваются ветром и размываются водой до состояния, близкого к пустыням. Важно отметить также негативное влияние уничтожения леса на традиционный образ жизни местного населения, основанный на использовании ресурсов леса. С учетом важнейшей роли лесных экосистем в функционировании биосферы Земли прогрессирующее разрушение лесов таит реальную угрозу сохранению естественной среды обитания и развитию человека (цивилизации) [4].

Наши исследования проводятся в подзоне крайне-северной тайги на территории Усинского нефтяного месторождения (Усинский район Республики

Коми), где самовосстановление лесных экосистем на посттехногенных территориях осложняется суровыми климатическими условиями, низкими жизненностью и биологической устойчивостью древесных пород. В связи с отмеченным целью исследований являлось изучение восстановления почвы как компонента экосистемы при использовании приемов ускоряющих процесс восстановления лесной экосистемы.

Район исследования характеризуется суровыми климатическими условиями. Среднегодовая температура воздуха составляет -3.2°C . Наиболее холодный месяц – январь со среднемесячной температурой -18.1°C . Длительность безморозного периода – 90-120 дней, а периода со среднесуточной температурой выше $+5^{\circ}\text{C}$ – 110 дней. Среднемесячная температура воздуха в июле, самом теплом месяце, $+13.8^{\circ}\text{C}$. Снежный покров залегает 200 дней, его средняя высота 48 см. За год выпадает в среднем 474 мм осадков, из них за вегетационный период (июнь-август) – 159 мм.

Развитие почвы наблюдали в процессе управляемой восстановительной сукцессии на техногенных субстратах песчаного механического состава (карьер и песчаные отсыпки площадок буровых скважин) (табл. 1).

Методологически исследования проведены в рамках концепции «природовосстановления», опирающейся на принцип системности [3]. С его позиции любая экосистема (мы рассматриваем сухопутные) представляет собой единство трех функционально связанных компонентов (структур) – растительного сообщества, субстратного биокомплекса, трансформирующего по трофической цепи растительную морт-массу, и почвы. Механизмом, связывающим в систему эти компоненты, является биологический оборот органического (растительного) вещества.

В почвенных образцах определяли рН водной вытяжки потенциметрически, гидролизуемый азот – по методу Тюрина и Кононовой, подвижные формы калия и фосфора – по методу Кирсанова, поглощенные основания – по методу Гедройца, углерод органического вещества – по методу Тюрина [1]. Исследование фракционно-группового состава гумуса велось по методике Тюрина в модификации Пономаревой [7]. Микробиологическую активность почв и субстратов опытных участков оценивали по интен-

Таблица 1

Характеристика объектов исследования
(опыты заложены в 1991 г.)

Номер участка	Вариант опыта
	Карьер
6*	Поверхностное внесение торфа (20 т/га), посадка трехлетних сеянцев сосны
7*	То же, посадка трехлетних сеянцев ели
2**	Поверхностное внесение торфа (20 т/га), БАГ (2.5 т/га), комплексного минерального удобрения (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀), посев <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Festuca rubra</i> (20 кг/га)
	Песчаная отсыпка буровой площадки
3*	Посадка 7-10-летних дичков сосны без улучшения субстрата
4*	Посадка дичков ели без улучшения субстрата

* Участки заложены под руководством В.И. Парфенюка, начальника службы экологии ОАО «Северная нефть».

** Опыт заложен сотрудниками Института биологии; БАГ – биологически активные гранулы [5].

сивности выделения диоксида углерода в лабораторных условиях при инкубации почв (1 г в.с.п.) в закрытых флаконах в течение 1 ч при 25 °С. Измерение эмиссии диоксида углерода проводили на хроматографе «Цвет-800». Биологическую активность почв в полевых условиях оценивали по интенсивности разрушения целлюлозы (льняных полотен) методом Е.Н. Мишустина и А.Н. Петрова [2]. Повторность трехкратная. Степень разложения полотен определяли весовым путем.

Приведем характеристику ненарушенной лесной экосистемы. Березово-еловый бруснично-чернично-вороничный зеленомошный лес расположен близ опытных участков. Древостой экосистемы редкий (сомкнутость крон 0.2-0.3), напочвенный покров из лесных кустарничков и зеленых мхов (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*) со 100 %-ным проективным покрытием. Годовое количество опада древесно-кустарникового яруса, представленного в основном листьями березы и хвоей лиственницы и ели, составляло 153 г/м². За год он разложился всего на 39 %. Разложение зеленой части мхов за год составило 16 %. Замедленное разложение опада обуславливало высокую массу подстилки (3058 г/м²). Строение почвы характеризует следующее описание:

A₀A₁ 0-7(10) см Рыхлая, торфянистая подстилка, бурая, влажная, слабоуплотненная, слаборазложившаяся, в нижней части более разложившаяся с примесью минеральных частиц
 A₂ 7(10)-16 см Белесый песок, бесструктурный, рыхлый, влажный, редкие корни
 V_{feh} 16-25 см Темно-охристый песок, слабоуплотненный, бесструктурный, редкие корни
 B₂ 25-43 см Более светлый охристый песок, влажный, бесструктурный, уплотненный, с редкой галькой
 BC 43-70 см Светло-серый влажный песок
 Почва торфянисто-подзолистая иллювиально-железистая.

По гранулометрическому составу целинная почва – песчаная, с резким преобладанием фракции мелкого песка. Илистая фракция присутствует в небольшом количестве. При этом некоторое относительное накопление наблюдается в иллювиальном горизонте V_{feh}, что отражает свойственную подзолистым почвам элювиально-иллювиальную дифференциацию рассматриваемой почвы (табл. 2). Органогенный слой выделяется более низкой величиной рН, минеральная часть профиля имеет слабокислую реакцию (табл. 3). Профиль резко делится на органогенную часть (гор. A₀A₁), в которой аккумулярованы элементы-биогены, и минеральную. В минеральной части профиля отмечено некоторое увеличение органического углерода, элементов-биогенов (второй пик) в горизонте V_{feh}. В слаборазложившемся органическом веществе гор. A₀A₁ высокое содержание нерастворимого остатка. В составе растворимых веществ преобладают фульвокислоты, соотношение C_{гк} и C_{фк} = 0.6 (табл. 4). Наши данные согласуются с данными Е.Н. Рудневой [8], проводившей исследования песчаных подзолистых почв северотаежной подзоны Республики Карелия.

Рассмотренные данные показывают, что почва лесных экосистем Севера характеризуется малой мощностью продуктивного слоя, представленного торфянистой подстилкой, в которой сосредоточена основная масса элементов-биогенов. В ходе техногенного воздействия маломощный органогенный слой легко разрушается и обнажаются минеральные горизонты, биологически инертные и практически непригодные для произрастания растений, самовосстановление растительного покрова развивается крайне медленно. Так, близ опытных участков 2, 6, 7 на карьере (табл. 1), где не проводилось восстановление, через 20 лет на минеральном субстрате проективное покрытие напочвенного покрова не превышает 1-2 %, песчаный субстрат легко переносится воздушными и водными потоками, отмечен овраг длиной 60 м, глубиной – 3 м, шириной – до 10 м.

Традиционно в таежной зоне в целях восстановления нарушенных земель проводится посадка 2-3-летних саженцев хвойных пород деревьев в техногенный субстрат без предварительного улучшения его свойств, несмотря на то, что отмечается большой отпад уже в первые годы их развития. Так, по нашим данным, в первый год после посадки саженцев сосны приживаемость их составила 68, на второй – 46, а на третий – всего 38 %; у ели – 68, 48 и 40 % соответственно. Оставшиеся экземпляры древесных пород на неудобряемом субстрате развиваются медленно. Например, высота десятилетней сосны составляет лишь 68 см, высота ели на 15-й год после посадки – всего 26 см. Техногенный субстрат даже во втором десятилетии покрыт лишь подростом корочки и протонемой мхов, сосудистые растения единичны. Морфологическое изменение песчаного субстрата не отмечено, лишь в местах с более развитым растительным покровом выделяется более уплотненный корнями и протонемой мхов верхний слой около 1 см, содержание питательных элементов в нем незначительно.

Частое неудовлетворительное состояние посадок 2-3-летних саженцев хвойных пород побудило к применению в качестве посадочного материала дре-

Данные гранулометрического анализа почв и субстратов исследованных участков

Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая влага, %	Потеря от обработки HCl, %	Доля (%) частиц диаметром, мм						Сумма частиц, %	
			1.0-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	<0.001	>0.01	<0.01
Березово-еловый лес										
7(10)-16	0.48	0.20	12.88	75.35	7.04	0.00	1.32	3.31	95.27	4.63
16-25	1.01	0.97	2.46	83.97	4.06	0.00	2.87	6.64	90.49	9.51
25-43	0.69	0.82	14.41	79.19	1.53	0.41	0.00	4.50	95.09	4.91
43-70	0.62	0.42	24.09	68.82	1.38	0.00	0.00	5.71	94.29	5.71
Участок 3										
0-10	0.41	0.13	10.06	83.66	0.92	0.00	0.44	4.93	94.63	5.37
10-30	0.44	0.38	34.36	59.88	0.28	0.56	0.47	4.45	94.52	5.48
Участок 6										
10-20	0.66	0.25	11.04	79.72	1.28	1.00	0.73	6.23	92.04	7.96
20-30	0.61	0.25	9.95	80.81	2.21	0.27	0.33	6.43	92.97	7.03
Участок 7										
3-10	0.75	0.44	14.71	74.77	0.93	0.48	2.05	7.06	90.41	9.59
10-20	0.75	0.57	26.92	61.46	2.68	0.73	1.46	6.75	91.06	8.94
Участок 2										
10-20	1.18	0.46	31.93	50.29	5.65	2.04	3.78	6.31	87.87	12.13
20-30	0.57	0.28	16.18	76.07	0.97	0.45	2.10	4.23	93.22	6.78

весных растений из естественных лесных экосистем – дичков. Под руководством В.И. Парфенюка были высажены 7-10-летние древесные растения (сосна, ель) высотой около 50 см с комом земли (25×25 см), однако при этом субстрат посттехногенной территории не удобряли (участки 3, 4).

По нашим наблюдениям, на 12-й год после посадки дичков сосны (участок 3) отмечены довольно хорошая сохранность (67 %) и показатели роста деревьев – высота свыше 3 м, сомкнутость крон – 0.4. Напочвенный покров фрагментарен и сосредоточен главным образом в зоне крон на комьях земли, привнесенных вместе с сосной. В пределах проекции кроны проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, в котором преобладали лесные кустарнички, составляло 60-70 %. Под кронами сосны также сосредоточен мохово-лишайниковый ярус, в котором преобладают *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum*, *Ceratodon purpureus*. На песчаном субстрате междурадий имеется местами протонема мхов и водрослевая корочка, отмечены единичные экземпляры сосудистых растений начальной стадии зарастания – *Chamaenerion angustifolium*, *Festuca*

ovina, *Calamagrostis lapponica*, *Equisetum arvense*, проективное покрытие не достигало 1 %.

На участке с посадкой дичков ели (участок 4) от общего количества высаженных экземпляров сохранилось около половины (52 %), высота деревьев за 11 лет практически не изменилась и составила 59 см, диаметр стволика – 1.7 см, линейный и боковой прирост около 1-2 см. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса – 1 %. Несоответствие субстратных условий для высаженной с комом земли ели определило слабое ее развитие и практическое отсутствие напочвенного покрова даже под кронами из-за слабого защитного влияния кроны ели и свободного перевевания песка. На участках с посадкой дичков песчаный субстрат за 11 лет практически не изменился, лишь в местах с более развитым растительным покровом выделяется более уплотненный корнями и протонемой мхов верхний слой. Субстрат характеризовался низкими агрохимическими показателями (табл. 5).

Значительная интенсификация формирования почвы наблюдалась нами на участках 6 и 7, где приемы восстановления включали внесение торфа и посадку саженцев хвойных пород. Улучшение физико-химических свойств субстрата за счет внесения торфа, а также занос вместе с ним зачатков растений стимулировали процесс самовосстановительной сукцессии. На 12-й год после начала комплекса восстановления лесной экосистемы сформировался древесно-кустарниковый ярус из березы и различных видов ив с сомкнутостью крон 0.5-0.6, высотой 3-4 м и напочвенный покров из трав и политриховых мхов при 100 %-ном проективном покрытии. Наличие

Результаты химического анализа ненарушенной торфянисто-подзолистой иллювиально-железистой почвы, елово-березовый лес

Горизонт	Глубина взятия образца, см	pH _{водн.}	C _{орг.} , %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	N _{гидр.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг-экв/100 г в.с.п.				
A ₀ A ₁	0-7(10)	4.1	33.6	8.7	2.4	23.5	11.4	39.4
A ₂	7(10)-16	4.5	0.5	0.8	0.1	0.7	0.2	1.4
B _{1e}	16-25	4.9	1.3	0.6	0.1	5.5	6.2	3.6
B ₂	25-43	5.1	0.6	0.7	0.2	3.0	4.0	3.5
BC	43-70	5.3	0.6	0.3	0.1	1.5	6.2	1.5

Таблица 4

Фракционно-групповой состав гумуса органо-аккумулятивного слоя почв ненарушенной лесной экосистемы и опытных участков, % к валовому

Глубина образца, см	Углерод общий, %	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					Нерастворимый осадок	Соотношение Сг.к. и Сф.к.
		1	2	3	Σ	1а	1	2	3	Σ		
Березово-еловый лес												
0-8	33.6	5.7	2.8	4.2	12.5	1.1	10.4	7.0	1.2	19.8	67.7	0.6
Участок 6												
0-4	3.1	16.7	8.4	16.4	41.5	1.9	18.3	16.1	6.1	42.5	16.1	1.0
Участок 2												
0-8	4.2	11.6	9.5	13.8	34.9	1.4	17.8	13.3	4.8	37.3	27.8	0.9

Примечание: Сг.к. и Сф.к. – количество органического углерода соответственно гуминовых и фульвокислот.

хорошо развитого растительного покрова обусловило сравнительно высокое количество ежегодно поступающего растительного опада (более 150 г/м²), подземная фитомасса – 590-760 г/м². Степень разложения листовного опада древесно-кустарникового яруса – около 40 % за год, мохово-травянистой массы напочвенного покрова – около 20 % за год.

В месте, где сделана прикопка на участке 6, высота древесного яруса, состоящего из березы и ивы, составляла 3-4 м, сомкнутость крон – 0.5. В травяно-кустарничковом ярусе преобладали овсяница овечья, хвощ, иван-чай, проективное покрытие – 50 %. Моховой покров состоял из политриховых мхов. На поверхности – растительный опад слабо разложившийся, уплотненный.

A₀A₁ 0-4(9) см Органическая среднеразложившаяся масса, слабо оторфована, темная, с примесью минеральных частиц, корни злаков и ризоиды мхов, влажная
 I 4(9)-13 см Светло-охристый, песчаный, бесструктурный, рыхлый, влажный, много тонких корней
 II 13-50 см Светло-желтый, песчаный, влажный, рыхлый, редкие корни, осветленные и темно-охристые пятна

Строение почвы участка 7 характеризует прикопка, заложенная в наиболее типичной части участка. Сомкнутость крон древесно-кустарникового яруса, состоящего из березы и ив, – 0.6. В напочвенном покрове основную роль играли овсяница овечья и политриховые мхи. На поверхности – слабо разложившийся, слабо уплотненный растительный опад.

A₀A₁ 0-4(9) см Оторфованный, органогенный слой, темно-серый, влажный, с примесью минеральных частиц в нижней части, пронизан корнями кустарничков и трав
 I 4(9)-30 см Песчаный, коричневый, бесструктурный, рыхлый, влажный, с осветленными и темно-охристыми пятнами, редко галька, многочисленные корни ив и берез
 II 30-70 см Песчаный, коричневый, бесструктурный, рыхлый, влажный, с осветленными и темно-охристыми пятнами, редкой галькой

Таким образом, морфологическое строение новообразованных почв на участках 6 и 7 однотипно. На обоих участках на 12-й год после проведения

восстановительных работ образовался морфологически ясно выделяющийся органо-аккумулятивный горизонт толщиной 5-6 см. Агрохимический анализ показывает, что в нем происходит интенсивное накопление элементов-биогенов. Содержание С_{орг.} достигает 3-4 % (табл. 5).

Новообразованный органо-аккумулятивный горизонт характеризуется сравнительно высокой биологической активностью, о чем свидетельствует повышение интенсивности выделения диоксида углерода до 233 нмоль СО₂/ч г в.с.п. Степень разложения льняной ткани за вегетационный период – 45-61 %. В соответствии с внесением органического материала (органические удобрения и растительная морт-масса) при его постепенном разложении в новообразованном биогенно-аккумулятивном слое возросло содержание гумуса, в составе которого 41 % приходится на долю гуминовых веществ (табл. 4), преобладают фракции 1 и 3. Соотношение Сг.к. и Сф.к. = 1.0. Новообразованный гумус характеризуется высокой растворимостью, нерастворимый остаток менее 20 %. Как видно из приведенных результатов, тип новообразованного гумуса существенно отличается от состава гумуса лесной торфяной подстилки (табл. 3). Отличия связаны с разным составом растительного материала, преобладанием в морт-массе листовного опада и травянистых остатков, увеличением степени разложения растительных остатков. Улучшение температурного режима, условий влагообеспеченности, значительно более высокая биологическая активность почвы, а также более легко разлагаемый опад ускоряют процесс гумификации.

На участке 2 с включением посева трав (лисохвоста лугового), оторфованием и внесением минеральных удобрений на 12-й год после проведения полного комплекса приемов природовосстановления отмечено травянистое сообщество с практически 100 %-ным проективным покрытием, в котором еще доминирует лисохвост. Под травянистым ярусом сформирован моховой ярус из мхов рода *Brachythecium*. В местах с изреженным травостоем преобладают политриховые мхи. Активно внедряются древесные растения – береза, лиственница, ивы (сомкнутость крон – 0.1). В связи с ежегодным отмиранием надземной части трав на поверхность субстрата поступает максимальное по сравнению со всеми

остальными исследованными участками количество растительного опада (199 г/м²). Здесь отмечена и максимальная корнезаселенность почвы (3100 г/м²). Травянистая масса за год разложилась на 39 %. Профиль новообразованной почвы характеризует прикопка:

A₀A₁ 0-8 (12) см Среднеразложившаяся органическая масса с примесью минеральных частиц, уплотнена многочисленными корнями злаков (одернованный слой), влажная
 I 8 (12)-21 см Серый, песчаный, бесструктурный, рыхлый, влажный, есть корни
 II 21-60 см Светло-желтый, песчаный, влажный, рыхлый, редкие корни, осветленные и темно-охристые пятна

На 12-й год восстановительного процесса развивается новый продуктивный слой, еще сохраняющий одернованность, характерную для многолетних травяных сообществ. Под влиянием восстанавливающегося древесного яруса и с изменением растительного напочвенного покрова слой постепенно будет преобразовываться. Органо-аккумулятивный, продуктивный слой характеризуется довольно высокой биологической активностью. Интенсивность эмиссии диоксида углерода в органо-аккумулятивном горизонте – 350 нмоль СО₂/ч г в.с.п. Степень разложения льняной ткани за вегетационный период – 76 %. Как и в рассмотренных новообразованных почвах (участки 6, 7), органогенный слой характеризуется аккумуляцией элементов-биогенов, гумуса (табл. 5). Состав гумуса характеризуется повышенным (по сравнению с торфянистым слоем лесной подстилки) содержанием гуминовых веществ (Сг.к./Сф.к. = 0.9), высокой общей растворимостью (табл. 4). Можно отметить несколько большую степень гумусирования и постепенное распределение содержания гумуса с глубиной.

Проведенное исследование позволяет заключить, что для ускоренного восстановления почвы как компонента экосистемы необходимо стимулирование восстановления всех остальных компонентов, в первую очередь, за счет создания условий для формирования растительного сообщества, что достигается использованием комплекса агротехнических приемов. Накопление органического вещества (растительные остатки) в песчаном субстрате, его трансформация микроорганизмами, «запуск» биологического оборота органического вещества способствуют через восстановление компонентов восстановлению лесной экосистемы в целом.

Почвообразование как процесс формирования специфической структуры экосистемы является биогенно-аккумулятивным. Значение почвы как структуры экосистемы определяется ее способностью удерживать и аккумулировать элементы питания

Результаты химического анализа новообразованных почв и субстратов на опытных участках

Номер участка	Слой, глубина, см	рН водный	C _{орг.} , %	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	N _{гидр.}	P ₂ O ₅	K ₂ O		
				мг-экв/100 г в.с.п.					мг/100 г в.с.п.	
Песчаный субстрат участка до проведения восстановительных работ										
	0-10	5.7	0.2	0.1	0.2	0.1	6.7	2.0		
На 12-й год после проведения восстановительных работ										
3	I	0-2	6.2	0.4	0.9	0.2	1.3	5.8	4.2	
		II	2-17	5.9	0.5	0.7	0.1	1.5	7.1	3.3
		III	17-27	5.3	0.8	0.5	0.1	1.9	7.6	2.9
6	A ₀ A ₁	0-5	5.6	4.0	5.0	0.9	3.4	7.1	9.3	
		I	5-13	5.8	0.2	1.2	0.4	1.4	13.9	4.2
7	A ₀ A ₁	II	13-30	5.9	0.4	0.6	0.1	1.5	20.1	7.3
		0-6	5.6	4.0	7.0	0.7	2.8	4.3	9.4	
2	A ₀ A ₁	I	6-10	6.1	1.3	3.5	0.5	1.0	7.8	8.5
		II	30-40	6.5	0.4	4.0	0.6	0.8	7.9	5.7
2	A ₀ A ₁	0-9	5.4	5.0	7.1	1.1	2.9	8.5	7.9	
		I	9-21	5.7	3.3	5.9	0.8	1.6	10.1	4.3
	II	21-30	5.7	1.6	1.7	0.5	0.8	9.8	3.8	

растений, создавая стабильные условия для самовосстановления компонентов экосистемы и экосистемы в целом. Эти свойства формируются в процессе гумусообразования – основного почвообразовательного процесса [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 556 с.
2. Аристовская Т.В., Худякова Ю.А. Методы изучения микрофлоры почв и ее жизнедеятельности // Методы стационарного изучения почв. М.: Наука, 1977. С. 241-286.
3. Арчегова И.Б. Эффективная система природовосстановления – основа перспективного природопользования на Крайнем Севере. Сыктывкар, 1998. 12 с. – (Науч. докл. / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 412).
4. Лосев К.С., Мнацаканян Р.А., Дронин Н.М. Потребление возобновляемых ресурсов: экологические и социально-экономические последствия (глобальные и региональные аспекты). М., 2005. 158 с.
5. Патент № 2099917, Россия, МКИЗ 6A01C1/06. Способ получения гранулированного удобрительно-посевого материала / И.Б. Арчегова, М.Ю. Маркарова, О.В. Громова; Институт биологии Коми НЦ УрО РАН; № 95119018/13; заявл. 09.11.95; опубл. 27.12.97. Бюл. № 36.
6. Пономарева В.В. Лес как элливиальноустойчивый тип растительности // Бот. журн., 1970. Т. 55, № 11. С. 1585-1595.
7. Пономарева В.В., Плотнокова Т.А. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). Л.: Наука, 1980. 222 с.
8. Руднева Е.Н. О некоторых особенностях песчаных подзолистых почв северотаежной подзоны Европы // Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар, 1970. С. 113-119. ❖



ПОЧВЕННАЯ МИКРОБИОТА ВТОРИЧНЫХ ЛИСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

к.б.н. **Ф. Хабибуллина**
с.н.с. отдела почвоведения
E-mail: fluza@ib.komisc.ru

Научные интересы: *экология грибов, почвенная микробиология*

Следствием интенсивного лесопользования в Республике Коми стало существенное уменьшение площадей коренных хвойных лесов на значительной части территории. В результате экзогенных сукцессий произошла смена пород; на вырубках, а также на гарях повсеместно сформировались смешанные или почти чистые насаждения лиственных пород – березы и осины. Анализ имеющейся к настоящему времени литературы показывает, что лиственные леса региона лишь в последние 20 лет XX в. привлекли внимание ученых, и отдельные компоненты производных насаждений, в том числе их микробный комплекс, слабо изучены. Поэтому изучение микробиоты производных сообществ на современном этапе является актуальным.

Исследования проводили на стационаре лаборатории проблем природовосстановления Института биологии Коми НЦ УрО РАН, расположенном в Сыктывдинском районе Республики Коми. Климат района умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха +0.4 °С. Средняя температура самого холодного месяца (январь) составляла –15.1 °С, самого теплого (июль) – +16.5 °С. Общая годовая сумма осадков – от 404 до 603 мм. Согласно геоботаническому районированию, рассматриваемая территория относится к Кольско-Печорской подпровинции северо-европейской таежной провинции Евразийской таежной области, подзоне средней тайги [2]. Среди коренных типов растительности центральное положение занимают зеленомошные еловые леса, а среди них – ельники-черничники. Поскольку данный район относится к числу наиболее освоенных, коренные темнохвойные леса с комплексом типичных подзолистых почв сохранились на небольших площадях. Преобладают смешанные насаждения с доминированием осины, березы, сформировавшиеся на месте гарей и вырубок, почвы слабоподзолистые.

Исследования микробиоты органического слоя почвы проводились в двух наиболее распространенных вто-

ричных типах лесных насаждений – послерубочных осиннике и березняке. Березняк и осинник представляют собой единый лесной массив 100-летнего возраста, сменяющийся в нижней части склона ельником чернично-зеленомошным. Древостой березняка состоит из *Betula pubescens* и *B. pendula* с примесью *Pinus sylvestris* и *Picea obovata*. Сомкнутость крон – 0.7. Подлесок разреженный из *Lonicera pallasii*, *Daphne mezereum*, *Sorbus aucuparia*, *Rosa acicularis*. Проективное покрытие травяно-кустарничкового покрова, где доминирует *Aegopodium podagraria*, – 65-95 %. Моховой покров выражен слабо. Почва слабодерновая, слабоподзоленная суглинистая. В осиннике древостой состоит из *Populus tremula* с примесью ели и сосны. Сомкнутость крон – 0.8-0.9. Подлесок разреженный из *Lonicera pallasii*, *Daphne mezereum*, *Padus avium*, *Rosa acicularis*. В травяно-кустарничковом покрове господствует *Calamagrostis arundinacea*. Моховой покров практически отсутствует. Почва слабодерновая слабоподзолистая суглинистая [9].

Образцы почв для микробиологического анализа отбирали из верхних органических горизонтов почв (0-5 см) с соблюдением стерильности. Использовали смешанные образцы из 10 индивидуальных с каждого участка. Количество разных групп микроорганизмов определяли методом разведения почвенной суспензии с последующим высевом ее на агаризованные питательные среды [3]. Численность аммонификаторов в образцах учитывали на мяско-пептонном агаре (МПА), нитрификаторов – крахмально-аммиачном агаре (КАА), сахаролитиков – среде Чапека, целлюлозолитиков – среде Гетчинсона (с целлюлозой на поверхности среды), олигокарбофилы – среде Виноградского, олигонитрофилы – среде Эшби. Повторность навесок из смешанного образца трехкратная для каждой использованной среды. Повторность чашек Петри при посевах – трехкратная. Идентификацию микроскопических грибов после выделения их в чистую культуру проводили по определителям для различных таксоно-

мических групп [4, 6, 10, 11]. Комплексы микромицетов почв характеризовали на основе относительного обилия и встречаемости видов [5, 8]. На основании величины пространственной частоты встречаемости выделяли случайные (частота встречаемости 1-25 %), редкие (26-50 %), частые (56-75 %) и доминирующие (76-100 %) виды [7].

Важнейший компонент биоты, участвующий в деструкции органических остатков и тем самым имеющий непосредственное отношение к процессам почвообразования и круговорота веществ в экосистеме, – микробиота органического слоя почвы. Мощностю органического слоя, слоя разлагающихся органических остатков с примесью минеральных частиц в березняке 5-6 см, цвет его бурый. В осиннике слой почти черного цвета, мощностью 6-8 см. В органическом слое содержание элементов-биогеогенов максимально. В осиннике содержание гумуса в слое 9.0 %, гидролизующего азота – 5.4 мг /100 г в.с.п., березняке – 9.4 и 6.8 соответственно. Органические слои характеризуются довольно высокой актуальной кислотностью почвенного раствора (в осиннике и березняке $pH_{водн.}$ 4.6 и 4.9 соответственно).

Значительная кислотность органического слоя, суровые природно-климатические условия делают микромицеты одними из основных деструкторов отмершей фитомассы в лесных биогеоценозах Севера. В березняке за все годы наблюдений в органическом-аккумулятивном слое выделено 49 видов микромицетов, относящихся к 17 родам из четырех классов, а также три формы стерильного мицелия (см. таблицу). Подавляющее число видов относится к несовершенным грибам – 28 видов из 12 родов; зигомицеты представлены 12 видами родов *Abisidia*, *Mucor*, *Mortierella*, *Thamnidium*, сумчатые грибы – четыре видами рода *Chaetomium*, класс *Coelomycetes* – одним видом рода *Phoma*. В целом в почве березняка по видовому разнообразию преобладают пенициллы (14 видов). Комплекс типичных видов грибов в органическом слое почвы березняка включает три доминирующих вида (включая один «вид» стерильных форм), 10 частых, 16 редких (включая два «вида» стерильных форм). В число доминантов входят *Mucor racemosus*, *Mortierella ramanniana* и светлоокрашенные формы сте-

рильного мицелия *Mycelia sterilia*. Доминирование стерильных форм характерно для северных почв в связи с утратой способности образовывать органы полового и бесполого размножения под влиянием низких температурных условий [1]. Среди частых – *Mucor globosus*, *M. hiemalis*, *Chaetomium globosum*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium camemberti*, *Trichoderma koningii*, *T. lignorum*.

Из аккумулятивного слоя почвы осинника за весь период наблюдений было выделено 39 видов микромицетов, принадлежащих к 14 родам из четырех классов, а также две формы стерильного мицелия. Таким образом, в почве осинника, как и березняка, преобладают одни и те же классы и семейства, однако в березняке они богаче в видовом отношении. Комплекс типичных грибов осинника включает два доминирующих, шесть частых и 20 редких видов. В число доминантов входят светлоокрашенные формы стерильного мицелия *Mycelia sterilia* и *Mortierella ramanniana* – эвритопный вид, устойчивый к антропогенной нагрузке, доминирующий и в органогенном слое почвы березняка. В числе часто встречающихся – *Mucor racemosus*, *Chrysosporium pannorum*, *Mortierella alpina*, *Chaetomium globosum*, *Penicillium camemberti* (см. таблицу).

Если сравнить в целом биологическую активность органогенных слоев почв, то следует отметить большую активность почвы березняка, где количество прокариотических микроорганизмов в среднем составляло 52.3 млн КОЕ/г в.с.п., количество грибов – 334 тыс. КОЕ/г в.с.п. В осин-

Видовой состав почвенных грибов в органогенных слоях почв производных сообществ

Вид	Березняк	Осинник
Zygomycota		
<i>Absidia</i> sp.	С	–
<i>Mortierella alpina</i> Peyronel.	Р	Ч
<i>M. candelabrum</i> v. <i>minor</i> Grove	Р	Р
<i>M. humicola</i> Oudemans	Р	–
<i>M. ramanniana</i> (Moller) Linnem.	Д	Д
<i>M. vinacea</i> Dixon-Stewart	Р	–
<i>Mortierella</i> sp.	С	–
<i>Mucor globosus</i> A. Fischer	Ч	Ч
<i>M. hiemalis</i> Wehmer	Ч	Р
<i>M. racemosus</i> Fres.	Д	Ч
<i>Mucor</i> sp.	С	С
<i>Thamnidium elegans</i> Link	С	–
Deuteromycota		
<i>Acremonium</i> sp.	Р	Р
<i>Alternaria</i> sp.	С	С
<i>Chrysosporium pannorum</i> (Link) Hugkes	Ч	Ч
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries		Р
<i>Cl. epiphyllum</i> (Pers.) Martius	С	–
<i>Cl. herbarum</i> (Pers) Link ex Fries	Р	Р
<i>Fusarium</i> sp.	С	С
<i>Monilia geophila</i> Oudemans	Р	–
<i>Monocillium</i> sp.	Р	–
<i>Paecilomyces farinosus</i> (Holm) Brown et Smith	Р	–
<i>P. lilacinus</i> (Thom) Samson	Р	–
<i>P. variotii</i> Bain.	Ч	Р
<i>Paecilomyces</i> sp.	Р	–
<i>Penicillium affine</i> Bain. et Sart	С	С
<i>P. albidum</i> Sopp.	С	–
<i>P. camemberti</i> Thom	Ч	Ч
<i>P. decumbens</i> Thom	Р	Р
<i>P. implicatum</i> Biourge	С	С
<i>P. jenseni</i> Zaleski	–	С
<i>P. kursanovii</i> Chalabuda	Р	Р
<i>P. lanosum</i> Westl	С	С
<i>P. lividum</i> Westl	С	–
<i>P. luteum</i> Sopp.	С	С
<i>P. olivaceum</i> Sopp.	С	С
<i>P. paxilli</i> Bain.	Р	Р
<i>P. simplicissimum</i> (Oud.) Thom	–	Р
<i>P. thomii</i> Maire	Р	Р
<i>P. verrucosum</i> var. <i>cyclopium</i> Samson, Stolk et Hadlok	Р	Р
<i>Penicillium</i> sp.	С	С
<i>Phoma</i> sp.	Р	Р
<i>Sporotrichum</i> sp.	С	С
<i>Trichoderma koningii</i> Oudemans	Ч	Р
<i>T. lignorum</i> (Tode) Harz	Ч	–
<i>T. polysporum</i> Link ex Fries	–	Р
<i>T. sympodianum</i> Kulik	С	С
<i>T. viride</i> Persoon ex Fries	Р	Р
<i>Trichosporiella</i> sp.	–	Р
<i>Verticillium</i> sp.	С	–
Mycelia sterilia		
<i>Mycelia sterilia</i> (Basidiomyc.)	Р	–
<i>Mycelia sterilia</i> (Mucedin)	Д	Д
<i>Mycelia sterilia</i> (Dematiac.)	Р	Р
Ascomycota		
<i>Chaetomium globosum</i> Kunze et Fr.	Ч	Ч
<i>Ch. spirale</i> Zopf	Р	Р
<i>Ch. spiralliformum</i> Bain	Р	Р
<i>Chaetomium</i> sp.	С	С

Примечание: Д – доминирующий, Ч – частый, Р – редкий, С – случайный вид. Прочерк – вид не обнаружен.

нике аналогичные показатели были заметно меньше – бактерий 28.6 млн КОЕ/г в.с.п., микроскопических грибов – 112 тыс. КОЕ/г в.с.п. С приведенными данными согласуются результаты изучения скорости разложения растительного опада. По результатам, полученным за год, можно отметить, что в березняке разложилось 62 %, в осиннике 35 % (опад разлагался на поверхности подстилки в капроновых мешочках). Таким образом, полученные данные показывают, что почва осинника по сравнению с почвой березняка характеризуется несколько меньшей биологической активностью.

Для характеристики динамики основных физиологических групп микроорганизмов и изменения видового состава микромицетов органогенного слоя в ходе вегетационного сезона нами проведен микробиологический анализ раннелетних и позднеосенних образцов органогенных слоев почв березняка и осинника, отобранных 8 июня и 4 ноября 2004 г.

Исследования показали, что ранним летом в органогенном слое почвы березняка среди физиологических групп микроорганизмов преобладают сахаролитики и аммонификаторы. Осальные группы микроорганизмов представлены в небольшом количестве. В осенних почвенных образцах количество микроорганизмов значительно уменьшилось, причем наиболее многочисленной оказалась группа аммонификаторов, немного уступает ей по численности группа олигонитрофилов. В разные сезоны наблюдаются значи-

тельные различия в обилии почвенных микромицетов. В весенний период в березняке наиболее обильно представлен род *Penicillium* (свыше 90 %). Обилие остальных родов и стерильного мицелия *Mycelia sterilia* невысоко. В осенний период по обилию преобладают род *Raecilomyces* и стерильный мицелий *Mycelia sterilia*, обилие каждого свыше 40 %. В органогенном слое осинника, также как в предыдущем сообществе, наибольшее количество микроорганизмов наблюдалось в раннелетний период. Причем среди физиологических групп максимальная численность отмечена у сахаролитиков и гетеротрофов, использующих органический и минеральный азот. Минимальная численность – у целлюлозолитиков. В осенних образцах численность всех групп резко уменьшилась. Осенью наиболее активными группами являлись аммонификаторы, а также олигокарбофилы и олигонитрофилы. В весенних почвенных пробах осинника наибольшим обилием обладает *Mycelia sterilia* (59 %) и *Cladosporium* (20 %), обилие остальных родов невелико. В осенних пробах максимального обилия достигает род *Mortierella* (49 %), уменьшается обилие *Mycelia sterilia* (25 %). Довольно высоко обилие рода *Penicillium* (25 %), обилие остальных родов незначительно. Таким образом, для осинника и березняка характерна высокая численность микроорганизмов в весенний период и существенное ее уменьшение в осенний, несмотря на поступление свежего опада. По-видимому, низкие температуры оказываются лимитирующими для развития микробиоты.

Для обоих исследованных сообществ характерно преобладание в органогенном слое сахаролитиков и аммонификаторов, что свидетельству-

ет о более активном потреблении органических веществ, а не минеральных. Соотношение количества аммонификаторов к нитрификаторам (коэффициент минерализации) очень низкое, что свидетельствует о заторможенности процессов минерализации растительных остатков, их накопления в подстилке, что достаточно важно для функционирования экосистем в условиях промывного режима. Минимальная численность среди физиологических групп в исследуемых сообществах отмечена у группы целлюлозолитиков. Различия в составе поступающего растительного опада в березняке и осиннике, видимо, обуславливают различие среди наиболее обильных родов почвенных микромицетов. Однако необходимо отметить, что как в осиннике, так и березняке наиболее обильны типичные сапротрофы – это виды родов *Penicillium*, *Raecilomyces*, *Mortierella*, *Cladosporium*. В обоих сообществах с высокой численностью выделялись стерильные колонии *Mycelia sterilia*.

Таким образом, сравнение микробиоты двух послерубочных лиственных сообществ показало, что для органогенного слоя почвы березняка характерны более высокая биологическая активность и большая численность микроорганизмов. Все это говорит о том, что в березняке складываются более благоприятные условия для роста и развития микроорганизмов по сравнению с осинником. Это, по-видимому, связано с влиянием березы как почвоулучшающего вида-эдикатора. Благоприятствует развитию микроорганизмов в органогенном слое почвы березняка ее лучшие агрохимические показатели и меньшая по сравнению с осинником кислотность почвенного раствора. С более благоприятными почвенными условиями, по-

видимому, связано большее количество выделенных видов микромицетов в березовом лесу. Более высокая численность и видовое разнообразие микромицетов в березняках по сравнению с осинниками наблюдала в сообществах верховьев Колымы И.Б. Гришкан [1]. Однако комплекс микромицетов в двух исследованных насаждениях достаточно близок, коэффициент Жаккара составляет 63.2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришкан И.Б. Микобиота и биологическая активность почв верховий Колымы. Владивосток, 1997. 136 с.
2. Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. Ботанико-географическое районирование // Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. С. 10-20.
3. Литвинов М.А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. Л.: Наука, 1969. 118 с.
4. Литвинов М.А. Определитель микроскопических почвенных грибов. Л.: Наука, 1967. 303 с.
5. Микромицеты почв / В.И. Билай, И.А. Элланская, Т.С. Кириленко и др. Киев: Наукова думка, 1984. 264 с.
6. Милько А.А. Определитель микоральных грибов. Киев: Наукова думка, 1974. 303 с.
7. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. М.: Изд-во МГУ, 1988. 220 с.
8. Мирчинк Т.Г., Озерская С.М., Марфенина О.Е. Способы выявления типичных для определенных условий комплексов микроскопических грибов на основе характеристики их структуры // Биол. науки, 1982. Вып. 20. С. 198-226.
9. Посттехногенные экосистемы Севера. СПб.: Наука, 2002. 159 с.
10. Ramirez C. Manual and atlas of the Penicillia. Amsterdam: Elsevier Biomed. Press, 1982. 874 p.
11. Raper B., Thom C., Fennell D.I. A manual of Penicillia. New-York-London: Hafner Publ. Comp., 1968. 875 p. ❖

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

ведущим инженерам-химикам **Людмиле Ивановне Адамовой, Алевтине Михайловне Естафьевой и Татьяне Николаевне Музакка** с награждением Почетной грамотой Российской академии наук и профсоюза работников Российской академии наук за многолетний добросовестный труд, успешное содействие проведению фундаментальных и прикладных научных исследований!

Постановление Президиума РАН
и Совета профсоюзов работников РАН № 21/7 от 19 марта 2009 г.





ТЕМНОГУМУСОВО-ГЛЕЕВЫЕ ПОЧВЫ ТАЙГИ, ПРОБЛЕМЫ ИХ ОСВОЕНИЯ

к.б.н. **В. Канев**
с.н.с. отдела почвоведения
тел. (8212) 24 51 15

Научные интересы: *мелиоративное почвоведение, генезис почв*

Темногумусово-глеевые почвы [5], или дерново-глеевые по классификации 1977 г. [4] занимают незначительные площади на склонах средней и южной тайги, в местах выклинивания жестких почвенно-грунтовых вод. Формируются они в условиях переувлажнения грунтовыми водами, под травянистой луговой растительностью во всех подзонах тайги [2, 8] и даже в Большеземельской тундре [6]. Несмотря на незначительное участие их в почвенном покрове таежной зоны (менее 1 %), они повсеместно осушаются и вовлекаются в сельскохозяйственный оборот. Темногумусово-глеевые почвы обладают высоким потенциальным плодородием (содержат много гумуса), довольно мощным, крайне редко встречающимся на внепойменных равнинах таежной зоны гумусовым горизонтом, близкой к нейтральной реакцией среды, высокой, насыщенной кальцием, емкостью поглощения. Зачастую они залегают на безлесных участках, примыкающих к населенным пунктам. Темногумусово-глеевые почвы являются наиболее ценными земельными ресурсами Республики Коми и рекомендуются к первоочередному осушению и освоению. Выявление этих почв в составе почвенного покрова гумидной зоны, изучение трансформации их свойств в результате осушения, сохранение их плодородия является одной из важнейших и актуальных задач мелиорации на Севере.

Наши наблюдения проведены в пределах средней подзоны тайги на мелиоративной системе «Вильгортские пашни», где выявлены их особенности и связи с растительностью, трансформация их свойств в результате осушения и длительного интенсивного использования.

В темногумусово-глеевых почвах хорошо выражены признаки оглеения, даже в гумусовых горизонтах. Близкое залегание к поверхности глеевого горизонта, нередко с редуцированным глеем, свидетельствует о длительных восстановительных условиях в профиле рассматриваемых почв. Признаки оглеения в темногумусово-глееватых почвах ослаблены в связи с лучшей по сравнению с глеевыми дренированностью (наличие песчаных-супесчаных слоев в их профиле). Основная причина заболачивания территории и оглеения почв заключается в стабильном поступлении грунтовых вод.

В результате осушения и окультуривания в течение 14 лет изменились их морфологические и физические свойства: несколько увеличилась мощность гумусового горизонта, исчезли оржавленные участки в пахотном горизонте, комковатая структура в нем сменилась глыбисто-комковатой, глыбистые агрегаты в верхней его части приобрели плоскую форму толщиной в 3-4 мм. В нижней части пахотного горизонта, на глубине 19-21 см, формируется уплотненная плужная подошва с преобладающей пластинчатой глыбистой макроструктурой.

Трещины высыхания прослеживаются до глубины 52 см. С глубины 89 см формируется глеевый охристый горизонт, ржавчина охватывает 60-70 % поверхности среза. Поры сизые, вокруг них ржавая кайма, где прощупываются куски железистых конкреций, раздавливаемых пальцем. Глей редуцированный с ржавчинами вдоль пор диаметром до 2 мм наблюдается глубже 142 см. Вода в июле 2001 г. в разрезе 10 не обнаружена до глубины 1.7 м, тогда как в 1987 г. она появилась в порах диаметром 2-3 мм на глубине 110 см.

По гранулометрическому составу темногумусово-глеевые почвы тяжелосуглинистые. Содержание ила и физической глины в темногумусовом горизонте составляет соответственно 26-27 и 43-46 %. Профили их по илу и физической глине имеют четкий аккумулятивный характер. Аккумулятивная толща составляет 25-27 см. Постоянное избыточное увлажнение темногумусово-глеевых почв в осенне-зимний период года противодействует их промерзанию, в результате содержание крупной пыли в верхней части профиля значительно ниже, чем в подзолистых и дерново-подзолистых почвах. Темногумусово-глеевые почвы обладают достаточно благоприятной макро- и микроструктурой в темногумусовом горизонте. В пахотном слое 0-19 см содержание агрегатов размером 10-0.25 мм варьирует от 69 до 87 %, наиболее ценных (диаметром 5-1 мм) – от 32 до 73 % (табл. 1). В иллювиальной метаморфической толще макроструктура резко ухудшается: до 85 % увеличивается количество глыбистых агрегатов (>10 мм). Нерегулируемый выпас скота на этих землях приводит к значительному уплотнению подпахотной толщи почвы. Соотношение структурных отдельностей незначительно улучшается в глеевом охристом горизонте. Физические свойства пахотного горизонта этих почв довольно благоприятны: плотность сложения колеблется от 0.78 до 1.07 г/см³. В нижних, глеевых, горизонтах плотность сложения увеличивается до 1.44-1.69 г/см³, коэффициент фильтрации, м/сут., составляет с поверхности гумусово-глеевых почв 1.52-2.93; здесь же, над дреной – 4.12; в глеевом горизонте с глубины 40-42 см – 0; глееватых почвах с поверхности – 1.34-2.60. Доля наиболее ценных водо- и воздухопроницаемых микроагрегатов (0.25-0.01 мм) составляет в темногумусовом горизонте глеевых почв 55-65 %, глееватых – 38 %. Содержание их в глеевом охристом горизонте значительно повышается. Во всех горизонтах глеевых почв преобладают микроагрегаты величиной 0.10-0.01 мм, т.е. наиболее ценные, водопрочные, повышающие влагоемкость почвы и усиливающие водо- и воздухопроницаемость [3]. Развитию благоприятной водопрочной микроструктуры способствует совместное действие карбонатов и гидроксидов железа. В карбонатных горизонтах оглеение не меняет и даже улучшает мик-

Таблица 1

Агрегатный состав и плотность сложения осушенных темногумусово-глеевых почв тайги (данные 2001 г.)

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, %; размер агрегатов, мм							Плотность сложения, г/см ³
		<10	10-3	3-1	1.0-0.5	0.50- 0.25	>0.25	сумма агрегатов 10-0.25	
Глеевая почва, разрез 10									
Pg	1-10	19	38	32	1	4	6	75	0.98
Pg	10-19	10	44	26	1	7	12	78	1.07
Gbc	21-30	75	19	4	0	1	1	24	1.27
Gbc	62-70	97	18	15	0	0	0	33	1.57
Gf	72-80	78	19	2	1	0	0	22	1.64
CD	92-100	53	38	9	0	0	0	47	1.67
Глееватая почва, разрез 11									
P	2-10	11	26	58	1	2	2	87	0.85
Pg	10-20	29	38	28	1	3	2	69	0.78
Bg	20-25	85	11	3	0	1	0	14	1.25
Cg	30-40	82	8	0	0	0	0	8	1.44

роструктуру почв, хотя и вызывает слипание неводопрочных макроагрегатов. Количество микроагрегатов размерами от 0.10 до 0.01 мм значительно уменьшается в глееватых почвах вследствие развития в них элювиальных процессов.

Содержание конкреций в гумусовом горизонте глеевых почв составляет 2.3-2.8, глееватых – 2.2-2.3 %. Их количество резко уменьшается глубже 30 см. В обоих подтипах почв выявлены конкреции размерами более 3 мм, значимых различий по содержанию конкреций более 3 мм между ними не выявлено. Рыхлые конкреции за 14-летний период использования почв в агроценозах приобрели более округлую форму, стали тверже.

Рассматриваемые почвы отличаются от подзолистых почв высоким и более равномерным распределением по профилю железа и алюминия (табл. 2).

В распределении железа по профилю выявляются два максимума: в гумусовом горизонте сразу под органомогенным слоем и на глубине 70-80 см. Первый слой, обогащенный железом, формируется в зоне интенсивного испарения влаги из метаморфической толщи, второй образуется в полосе капиллярной каймы почвенно-грунтовых или грунтовых вод, подпитываемых водами расположенного выше по рельефу торфяного болота. Такие охристые горизонты в интервале 70-90 см мы наблюдали в профиле темногумусово-глеевых почв приболотного пояса крупных торфяников Западно-Сибирской низменности [1, 8]. В глееватой почве (разрез 11) общее содержание железа в них и по всему профилю, особенно в опесчаненных прослоях, заметно снижается. В этих почвах значительно увеличивается со-

Таблица 2

Валовой химический состав темногумусово-глеевых почв

Горизонт	Глубина, см	Потеря при прокаливании, %	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O
			% на прокаленную навеску								
Глеевая карбонатная тяжелосуглинистая почва, разрез 10											
O	0-4	37.42	73.11	6.34	10.74	0.97	3.45	1.31	0.21	1.14	2.19
AUg	4-13	19.59	73.43	8.26	10.46	0.50	2.43	0.95	0.25	1.23	2.08
AUg	13-18	17.81	74.30	7.45	10.61	0.45	2.63	1.10	0.13	1.29	2.04
Gbc	18-28	4.62	76.89	5.88	11.25	0.15	1.11	1.16	0.11	1.38	2.21
G	40-50	2.61	78.44	3.98	11.27	0.15	1.04	1.03	0.13	1.64	2.51
Gf	70-80	4.29	75.77	7.80	10.43	0.24	0.95	0.98	0.06	1.50	2.53
G	90-100	4.68	77.75	3.68	10.90	0.13	1.79	1.48	0.05	1.54	2.56
GD	120-130	5.18	77.54	3.65	9.96	0.14	2.91	1.53	0.09	1.59	2.44
Глееватая тяжелосуглинистая почва, разрез 11											
AU	0-17	36.23	73.65	4.07	13.82	0.60	3.91	1.13	0.10	0.77	1.43
ABg	17-25	11.79	75.96	5.08	12.84	0.24	1.83	1.46	0.11	0.16	2.02
Bg	25-35	3.74	75.70	4.77	12.88	0.12	0.99	1.57	0.14	1.21	2.14
Bg	55-65	3.04	77.39	4.96	11.09	0.14	0.90	1.29	0.09	1.32	2.37
Cg	75-85	3.03	78.82	4.25	10.82	0.18	0.92	1.36	0.07	1.24	2.14
Dg	130-140	2.39	81.42	3.57	9.18	0.22	0.76	1.21	0.05	1.18	2.09

держание алюминия по сравнению с глеевыми при сходном или даже более легком гранулометрическом составе. Значительное накопление оксидов фосфора, кальция и марганца наблюдается в гумусовых горизонтах рассматриваемых почв. Очень изменчиво поведение оксида натрия в профиле темногумусово-глеевых почв. Так, под гумусовым горизонтом глееватой почвы содержание Na₂O на порядок ниже, чем в других горизонтах.

Темногумусово-глеевые почвы имеют нейтральную или близкую к ней реакцию среды (табл. 3). Они обогащены гумусом, содержат значительное количество поглощенных кальция и магния, много аморфных и кристаллических форм железа в верхней половине профиля и охристом слое. Это делает возможным заохривание дрен на построенной осушительной системе пластмассового дренажа. За период использования осушенных гумусово-глеевых почв в агроценозе произошло небольшое выщелачивание карбонатов из темногумусового горизонта в разрезе 10. В результате pH в горизонте Pg изменился от 7.0-7.5 до 5.5-5.8. В глеевых горизонтах (глубина 40-80 см), напротив, произошло повышение pH на 0.3-0.4 единицы. Приведенные данные свидетельствуют об устойчивости химических свойств, в частности кислотности, темногумусово-глеевых почв после их осушения.

Распределение аморфных форм алюминия и железа в профиле рассматриваемых почв носит аккумулятивный характер, но имеются отличия между ними. Если максимум содержания алюминия приурочен к поверхностному слою почвы, то макси-

мум железа – к нижней части гумусового горизонта. Кроме того, содержание аморфного железа повышается, хотя и менее значительно, на глубине 70-80 см (разрез 10) или 55-65 см (разрез 11), в зоне капиллярной каймы. Глубже 50-55 см подвижный алюминий не обнаружен. Окристаллизованное железо накапливается сразу под дерниной или в зоне капиллярной каймы.

Благодаря значительным запасам питательных веществ рассматриваемые почвы обеспечивают высокие (более 30 ц/га сена) урожаи многолетних трав на протяжении многих лет.

Таким образом, темногумусово-глеевые почвы обладают благоприятными водно-физическими свойствами. Рыхлое сложение гумусового горизонта, высокое содержание в нем агрономически ценных комковатых агрегатов размерами 5-1 мм и микроагрегатов величиной 0.10-0.01 мм, достаточно высокая водопроницаемость в верхних горизонтах почвы сочетаются в них с нейтральной или близкой к ней реакцией среды, обогащенностью гумусом, глубоко проникающим в почву, значительным количеством обменных катионов и аморфных соединений железа. При залегании гумусово-глеевых почв на пологих склонах с уклонами не более 0.06° они подлежат первоочередному осушению и освоению.

Физические, структурные и химические свойства их достаточно устойчивы при сельскохозяйственном использовании. Наблюдается незначительное выщелачивание карбонатов из верхних дренируемых горизонтов и накопление в нижних.

Таблица 3

Химические свойства темногумусово-глеевых почв

Горизонт	Глубина, см	pH				Гидролитическая кислотность, мг-экв	Гумус	Азот	Обменные катионы		Насыщенность основаниями, %
		вод.	сол.	вод.	сол.				Ca ²⁺	Mg ²⁺	
		1987 г.		2001 г.							
Глеевая тяжелосуглинистая почва, разрез 10											
W.	0-4	7.6	7.0	—	—	2.8	37.42*	1.45	57.2	12.8	96
Pg	4-13	7.5	6.7	6.2	5.5	1.4	19.59*	0.54	42.7	8.8	97
Pg	13-18	7.6	6.6	6.9	6.2	1.1	17.81*	—	45.4	8.2	97
Gbc	18-28	7.5	6.5	7.1	7.6	0.7	4.62*	0.09	20.8	5.1	96
G	40-50	7.5	6.4	7.6	6.7	0.5	0.58	—	14.4	4.9	97
Gf	70-80	7.6	6.4	8.0	7.2	0.7	—	—	12.5	3.7	95
G	90-100	7.8	7.1	8.0	7.3	0.3	—	—	13.4	4.5	98
GD	120-130	8.0	7.4	8.1	7.4	0.3	—	—	28.6	4.6	99
GD	150-160	—	—	6.6	6.0	—	—	—	—	—	—
Глееватая тяжелосуглинистая почва, разрез 11											
AUg	0-17	6.4	5.9	6.6	5.8	7.6	4.40	1.00	78.5	7.5	91
ABg	17-25	6.8	6.0	7.2	6.1	1.8	0.55	0.05	40.7	7.0	96
Bg	25-35	6.8	5.6	—	—	0.6	3.50	0.04	17.9	5.2	97
Bg	40-50	6.9	5.8	7.5	6.1	0.7	6.54	—	16.9	5.9	97
Bg	55-65	7.0	5.9	7.5	6.2	0.8	—	—	14.1	5.0	95
Bg	75-85	6.9	5.9	7.6	6.4	0.7	—	—	14.6	5.5	96
Cg	85-90	7.0	6.0	—	—	0.7	—	—	—	—	—
Cg	130-140	7.1	6.2	—	—	—	—	—	—	—	—

* Потери при прокаливании.
Прочерк – определения не проведены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Канев В.В. Гумусово-глеевые почвы Зауралья // Почвоведение, 2004. № 7. С. 781-791.
 2. Канев В.В., Мокиев В.В. Агродерново-подзолистые почвы северо-востока Русской равнины. СПб.: Наука, 2004. 228 с.
 3. Качинский Н.А. Сущность структурообразования в почвах // Физика, химия, биология и минералогия почв СССР: Докл. к VIII междунар. конгрессу почвоведов. М., 1964. С. 7-18.
 4. Классификация и диагностика почв СССР. М., 1977. 224 с.

5. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова; под ред. Г.В. Добровольского. Смоленск, 2004. 342 с.
 6. Ливеровский Ю.А. Почвы Печорского края // Труды Почвенного института АН СССР. Л., 1933. Т. 8, вып. 7. 47 с.
 7. Почвы Коми АССР / Под ред. Е.Н. Ивановой. М., 1958. 198 с.
 8. Фирсова В.П., Канев В.В. Мелиоративные особенности избыточно увлажненных почв Зауралья. Свердловск, 1988. 148 с. ❖

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Ившиной Ирине Борисовне, члену-корреспонденту Российской академии наук, заведующей лабораторией государственного учреждения «Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук», руководителю работы, Куюкиной Марии Станиславовне, доктору биологических наук, ведущему научному сотруднику того же учреждения; Архипченко Ирине Александровне, доктору биологических наук, заведующей лабораторией государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии Российской академии сельскохозяйственных наук»; **Боровинских Александр Павловичу**, доктору геолого-минералогических наук, Министру природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми; Загвоздкину Виктору Константиновичу, кандидату технических наук, начальнику отдела открытого акционерного общества «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ», Муляку Владимиру Витальевичу, кандидату геолого-минералогических наук, вице-президенту — начальнику главного управления того же акционерного общества; **Маркаровой Марии Юрьевне**, кандидату биологических наук, старшему научному сотруднику государственного учреждения «Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук», **Таскаеву Анатолию Ивановичу**, кандидату биологических наук, директору того же учреждения; Трофимову Сергею Яковлевичу, доктору биологических наук, профессору, заведующему кафедрой государственного учебно-научного учреждения в составе Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; Оборину Александру Антоновичу (посмертно) — за разработку и внедрение комплекса биотехнологий и систем восстановления нарушенных и загрязненных углеводородами тундровых и северотаежных биогеоценозов.

Председатель Правительства Российской Федерации В. Путин



Александр Павлович
Боровинских



Мария Юрьевна
Маркарова



Анатолий Иванович
Таскаев

(Постановление от 10 марта 2009 г. № 221
 «О присуждении премий Правительства Российской Федерации 2008 года
 в области науки и техники»)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКСИКИСЛОТ, МОНО- И ДИСАХАРИДОВ В ПЛОДАХ *LONICERA CAERULEA* L. МЕТОДАМИ ГАЗО-ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ И ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Жимолость голубая (*Lonicera caerulea* L.) – перспективная ягодная культура, особенно в суровых условиях Севера. Она устойчива к неблагоприятным условиям среды, имеет приятные на вкус плоды, созревающие первыми в сезоне, богатые витаминами и биологически активными веществами. В отделе Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН первые сорта жимолости были высажены 12 лет назад. В настоящее время коллекция насчитывает около 80 образцов, в том числе 39 сортов и отборных форм. Потребительские свойства плодов жимолости обусловлены в основном составом сахаров, оксикислот, флавоноидов в экстрактивных веществах. Целью настоящей работы являлось количественное определение состава и содержания оксикислот, моно- и дисахаридов в свежемороженых плодах жимолости методами капиллярной газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ) и хромато-масс-спектрометрии.

По данным литературы [1], количественное определение оксикислот, моно- и дисахаридов при совместном их присутствии в анализе может быть выполнено достаточно квалифицированно только методом ГЖХ триметилсилильных производных, ацетатов или метиловых эфиров полиолов после восстановления сахаров борогидридом натрия [2]. В настоящей работе в качестве метода определения указанных соединений был выбран метод ГЖХ триметилсилильных производных (ТМСП) кислот и сахаров [8].

Объектами исследований являлись пять образцов плодов жимолости голубой различных сортов, собранных в июне 2007 г. в коллекции ботанического сада Института биологии. Образцы плодов (табл. 1) хранились в замороженном состоянии в полиэтиленовых пакетах при температуре –18 °С в течение пяти месяцев до выполнения биохимических анализов.

Подготовка рабочих стандартных образцов (РСО). В качестве РСО для калибровки аналитической аппаратуры использовались химически чистые вещества: D-фруктоза, D-глюкоза, инозит, D-галактоза, D-сорбит, са-



к.х.н. **В. Пунегов**
с.н.с. отдела
Ботанический сад
E-mail: punegov@ib.komisc.ru

Научные интересы: *биоорганическая химия веществ специализированного обмена растений, химия и технология возобновляемого растительного сырья*



к.х.н. **И. Груздев**
с.н.с. экоаналитической
лаборатории
E-mail: i_gruzdev@ib.komisc.ru

Научные интересы: *аналитическая химия, экология*



М. Рябинина
м.н.с. отдела
Ботанический сад
E-mail:
mryabinina@ib.komisc.ru

Научные интересы: *ботаника, биохимия лекарственных растений, интродукция, ресурсосоведение*

хароза, а также щавелевая, лимонная и яблочная кислоты. Навески веществ в количестве 5.2-23.0 мг помещали в мерную колбу на 100 см³, растворяли в бидистиллированной воде. Из полученного раствора А отбирали в круглодонную колбу аликвоту 1.0 мл и высушивали ее в вакууме. ТМСП сахаров и кислот были синтезированы добавлением в данную колбу 0.5 см³ ацетонитрила марки «О», 0.2 см³ пиридина, 0.1 см³ BSTFA (N, O-бис-[триметилсилил]трифторацетамид) и 0.1 см³ триметилхлорсилана (ТМС). Полученный раствор В дополнительно выдерживали 12 ч при комнатной температуре, вносили в него 0.2 мкл гексадекана, затем методом последовательного разбавления полученного раствора готовили растворы С и D, содержащие ТМСП сахаров и кислот (табл. 2). Для получения калибровочных кривых зависимости концентрации компонентов в смеси от интегральной интенсивности хроматографического сигнала все растворы анализировали 3-5 раз методом ГЖХ. Для всех компонентов

смеси указанная зависимость описывается уравнением:

$$Y_i = K_i \cdot X_i, \quad (1)$$

где Y_i – концентрация i -того компонента в смеси, мг/см³, X_i – интегральная интенсивность хроматографического сигнала, мВ·с, K_i – калибровочный коэффициент (табл. 2).

Подготовка проб экстрактов плодов к анализу. Отбирали навеску 1800-3200 мг с точностью до 0.1 мг плодов жимолости голубой в бюксы в тройной повторности и выполняли извлечение сахаров по методике [5]. В дальнейшем с целью выполнения ГЖХ-анализа отбирали из полученных экстрактов (объем 100 см³) аликвоты по 1 см³ дозирующим устройством «Biohit». Аликвоты концентрировали в вакууме досуха, осуществляли синтез ТМСП сахаров и кислот по вышеприведенной методике. К полученному гомогенному раствору добавляли при помощи микрошприца «Газохром-101» 0.2 мкл гексадекана в качестве внутреннего стандарта (ВС) для ГЖХ.

Хроматографический анализ. Для выполнения анализа с помощью

Таблица 1
Краткая характеристика образцов плодов жимолости голубой, отобранных для биохимических анализов

Сорт	Организация-оригинатор	Происхождение	Год посадки, откуда завезен
Нижегородская ранняя	НСХА	Сеянец от свободного опыления жимолости Турчанинова	1999, Нижний Новгород
Фиалка	ВНИИР	Сеянец Роксаны	2000, Павловск
Содружество	То же	Камчадалка × № 1-39-23	2000, Павловск
Бакчарская	НИИСС	Сеянец жимолости камчатской	2000, Павловск
Берель	То же	Жимолость алтайская × ж. камчатская	2000, Москва

Примечание: ВНИИР – ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, НИИСС – НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, НСХА – Нижегородская сельскохозяйственная академия.

Таблица 2
Концентрация калибровочных растворов РСО сахаров и оксикислот для ГЖХ анализа, калибровочные коэффициенты (*K_i*) для компонентов анализа и среднеквадратичные отклонения (СКО) для соответствующих калибровочных кривых

Компонент	Концентрация калибровочных растворов, мг/мл			Показатель	
	B	C	D	<i>K_i</i>	СКО, %
Щавелевая кислота	0.200	0.100	0.050	0.0036	8.7
Яблочная кислота	0.190	0.095	0.0475	0.0023	5.2
Гексадекан (BC)	0.1413	0.077	0.0385	0.0023	8.8
Фруктоза	0.1842	0.09209	0.04604	0.0025	5.2
Лимонная кислота	0.16	0.08	0.04	0.0013	4.0
Галактоза	0.23	0.115	0.0575	0.0018	3.0
Сорбит	0.1745	0.0873	0.0436	0.0018	2.3
Глюкоза	0.054	0.027	0.0135	0.0012	7.2
Инозит	0.0052	0.0026	0.0013	0.0012	10.2
Сахароза	0.23	0.115	0.0575	0.0006	12.7

микрошприца МШ-10 инжектировали в испаритель хроматографа 1.0 мкл раствора синтезированных ТМСП сахаров и оксикислот. Повторяли ГЖХ анализ одной и той же аналитической пробы 3-5 раз на хроматографе «Кристалл 2000М» с пламенно-ионизационным детектором. Применяли капиллярную колонку с неподвижной фазой SE длиной 25 м, диаметром 0.2 мм. ГЖХ выполняли в следующем режиме работы хроматографа: температура испарителя 280 °С, детектора – 255 °С, термостата колонок начальная – 130 °С. Скорость подъема температуры в термостате колонок 3 °С/мин. до 200 °С и 10 °С/мин. далее до 280 °С. Вычисление массовой доли индивидуальных сахаров и кислот в пересчете на сырое вещество осуществляли по методу внутреннего стандарта с учетом калибровочных коэффициентов *K_i* по формуле:

$$C(\%) = \frac{(K_i \cdot X_i \cdot mst \cdot V)}{K_{st} \cdot X_{st} \cdot m \cdot Va} \cdot 100, \quad (2)$$

где *K_i* – калибровочный коэффициент (табл. 1); *X_i* и *X_{st}* – интегральные интенсивности хроматографических сигналов *i*-того компонента смеси и ВС, мВ·с; *m* – масса навески сырых плодов, мг; *mst* – масса ВС в пробе, мг; *V* – объем экстракта; *Va* – объем инжектированной пробы, мл.

Хромато-масс-спектрометрический анализ. Определение химической структуры всех компонентов анализируемой смеси осуществляли в аккредитованной экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН методом хромато-масс-спектрометрии на приборе «TRACE DSQ» корпорации «Thermo Electron», оснащенном капиллярной колонкой длиной 30 м и диаметром 0.32 мм, непо-

движная фаза – полифенилметилсиликон. Деление потока на входе в испарителе 1:30. Масс-селективный детектор DSQ: ионизация – электронный удар, энергия электронов –70 эВ, регистрация положительных ионов, сканирование от 50 до 650 Дальтон. Библиотека, использованная для идентификации структуры соединений: NIST MS Search. Температура детектора 200 °С. Время анализа 36 мин. Анализ производился инъекцией 1 мкл растворов ТМСП сахаров и оксикислот в смеси ацетонитрил-пиридин.

Статистическая обработка данных анализа. Осуществляла с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007 с применением методов биостатистики.

Жимолость голубая независимо от климатических условий произрастания способна накапливать в плодах оксикислоты и сахара строго определенного состава. В экстрактивных веществах плодов преобладают глюкоза, фруктоза. Обнаружены также сорбит, инозит, сахароза, рамноза, галактоза, а также лимонная, яблочная, щавелевая, янтарная кислоты [3]. В зависимости от сорта растения массовая доля моно- и дисахаридов в свежих плодах может варьировать от 4 до 10 %, массовая доля органических кислот – от 1 до 4 % [4].

Известно, что быстрое замораживание свежесобранных плодов и ягод обеспечивает сохранность существенной части урожая и позволяет обогатить рацион человека ценными питательными веществами в зимний период. В некоторых случаях при этом достигается улучшение потребительских свойств плодов и ягод за счет ферментации, сопровождающееся повышени-

ем массовой доли моносахаридов и уменьшением доли полисахаридов, снижением массовой доли горьких веществ, например бутиловых эфиров лимонной и яблочной кислот. Вместе с тем, литературные данные о содержании и компонентном составе оксикислот и сахаров в свежемороженых плодах, в частности жимолости, носят противоречивый характер [3, 4]. В связи с этим представлялось целесообразным исследовать содержание указанных веществ в плодах жимолости, замороженных непосредственно после сбора и сохраненных при температуре – 18 °С.

Определение состава сахаров и органических кислот является общепринятым способом оценки потребительских качеств плодов и ягод [5]. Традиционно с этой целью используют метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [6]. Альтернативным и зачастую более экспрессным является метод ГЖХ для количественного определения указанных соединений после их превращения (derivатизации) в относительно легколетучие производные: ацетаты, метиловые эфиры, ТМСП [9]. В данной работе применяли известную методику [7] синтеза ТМСП в нашей модификации. В отличие от исходных сахаров и оксикислот соответствующие им ТМСП являются термостабильными и относительно легкокипящими соединениями, что позволяет применить методы ГЖХ и хромато-масс-спектрометрии для количественного определения указанных соединений в экстрактах и идентификации их химической структуры.

Хромато-масс-спектрометрией был установлен предварительно компонентный состав оксикислот и сахаров в экстрактах плодов жимолости голубой. Применение данного метода позволило однозначно идентифицировать в составе экстрактивных веществ яблочную, лимонную кислоты, фруктозу, сорбит, инозит, глюкозу, сахарозу. Содержание галактозы и щавелевой кислоты было установлено с применением в качестве хроматографических «свидетелей» заведомо известных соединений. На хроматограммах (рис. 1 и 2) фруктоза и глюкоза регистрируются в виде парных хроматографических сигналов, что обусловлено наличием аномеров указанных сахаров в растворах. Степень совпадения полученных масс-спектров с библиотечными составляет не менее 90 %. Характерной особенностью в

масс-спектрах ТМСП сахаров и оксикислот является присутствие интенсивных сигналов с m/z , равном 73, соответствующих катионам $[\text{Si}(\text{CH}_3)_3]^+$, достаточно легко отщепляющимся от молекулярных ионов ТМСП под действием электронного удара в ионизационной камере масс-селективного детектора; в масс-спектрах фруктозы и глюкозы наиболее интенсивными являются сигналы с m/z , равные соответственно 217 и 204 и соответствующие ионам $[\text{C}_8\text{H}_{17}\text{O}_3\text{Si}_2]^+$ и $[\text{C}_8\text{H}_{20}\text{O}_2\text{Si}_2]^+$, в масс-спектре ТМСП лимонной кислоты наиболее интенсивными являются ионы с m/z 147, 273, 465, соответствующие ионам $[\text{C}_6\text{H}_{15}\text{O}_2\text{Si}]^+$, $[\text{C}_{11}\text{H}_{21}\text{O}_4\text{Si}_2]^+$ и $[\text{C}_{17}\text{H}_{37}\text{O}_7\text{Si}_4]^+$, в масс-спектре ТМСП сахарозы наиболее интенсивны сигналы с m/z , равные 217 и 361, соответствующие ионам $[\text{C}_9\text{H}_{21}\text{O}_2\text{Si}_2]^+$ и $[\text{C}_{15}\text{H}_{33}\text{O}_4\text{Si}_3]^+$.

В результате проведенных анализов установлено (рис. 3), что в экстрактивных веществах плодов жимолости после заморозки сумма сахаров варьирует от 4.41 до 9.94 % в зависимости от сорта. При этом замороженные плоды сорта Нижегородская ранняя и Берель относятся соответственно к низко- и высокосахаристым, остальные сорта – среднесахаристые. В плодах жимолости голубой во фракции сахаров преобладают моносахариды – 97.9-99.8 %. Из моносахаридов в сыром веществе преобладают фруктоза (2.31-5.28 %) и глюкоза (1.38-3.16 %), в меньшем количестве содержатся галактоза (0.39-0.60 %), сорбит (0.11-0.69 %) и инозит (0.06-0.09 %). В изученных образцах замороженных плодов не обнаружена в достоверных количествах рамноза, идентифицированная ранее другими авторами [5]. Из дисахаридов присутствует в плодах жимолости в небольших количествах сахароза (0.02-0.21 %). Содержание кислот в плодах изученных образцов колеблется от 1.28 до 3.94 %. Сорт Берель имеет высокую кислотность, остальные – низкую. Преобладают лимонная (0.33-2.12 %) и яблочная кислоты (0.28-1.80 %). В меньших количествах содержится щавелевая кислота (0.02-0.04), а янтарная кислота нами не обнаружена в плодах жимолости в достоверных количествах. Причем, если у сортов Фиалка, Бакчарская и Берель во фракции кислот в экстрактивных веществах преобладает лимонная кислота, то у сортов Нижегородская ранняя и Содружест-

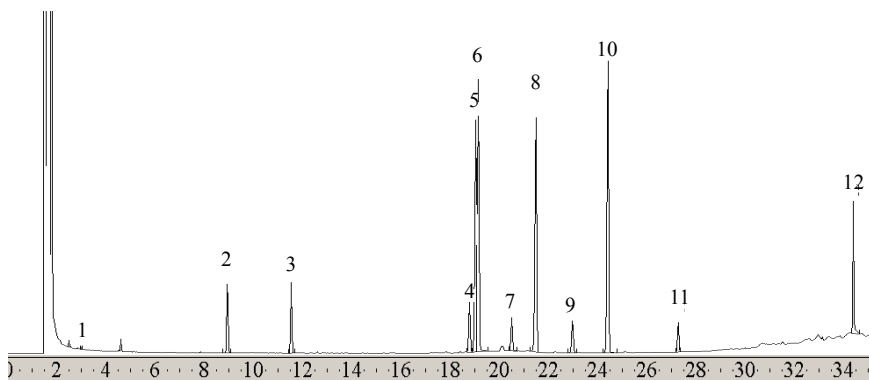


Рис. 1. Хроматограмма смеси ТМСП сахаров и оксикислот плодов жимолости голубой.

По горизонтали: время хроматографического анализа, мин. Хроматографические сигналы: 1 – щавелевая кислота, 2 – яблочная кислота, 3 – гексадекан (ВС), 4 – фруктоза (А-аномер), 5 – фруктоза (В-аномер), 6 – лимонная кислота, 7 – галактоза, 8 – глюкоза (А-аномер), 9 – сорбит, 10 – глюкоза (В-аномер), 11 – инозит, 12 – сахароза.

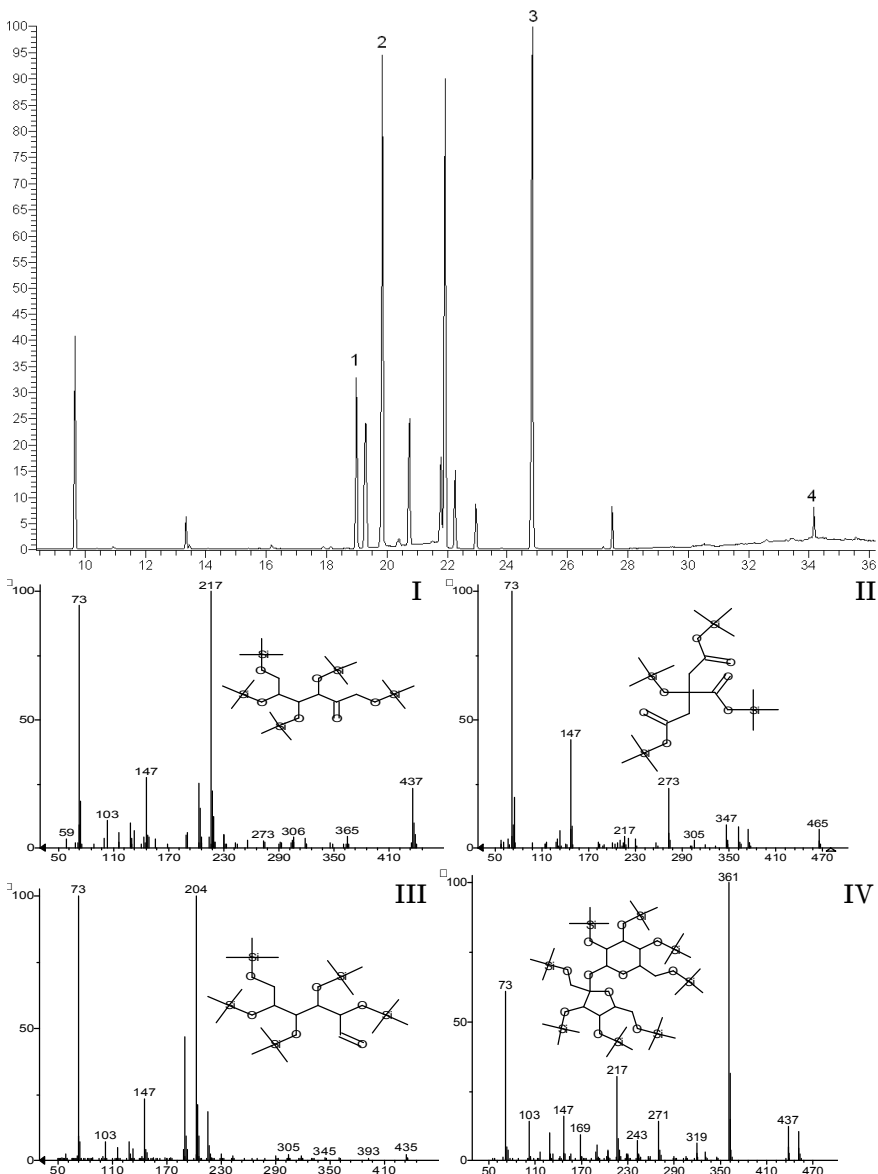


Рис. 2. Хроматограмма и масс-спектры некоторых компонентов анализируемой смеси ТМСП оксикислот и сахаров жимолости голубой.

Для хроматограммы: по оси абсцисс – время хроматографического анализа, мин; по оси ординат – интенсивность хроматографического сигнала, мВ. Для масс-спектров: по оси абсцисс – интенсивность сигналов, %; по оси ординат – соотношение m/z . Первый масс-спектр (I) – ТМСП фруктозы (пик 1), второй масс-спектр (II) – ТМСП лимонной кислоты (пик 2), третий масс-спектр (III) – ТМСП глюкозы (пик 3), четвертый масс-спектр (IV) – ТМСП сахарозы (пик 4).

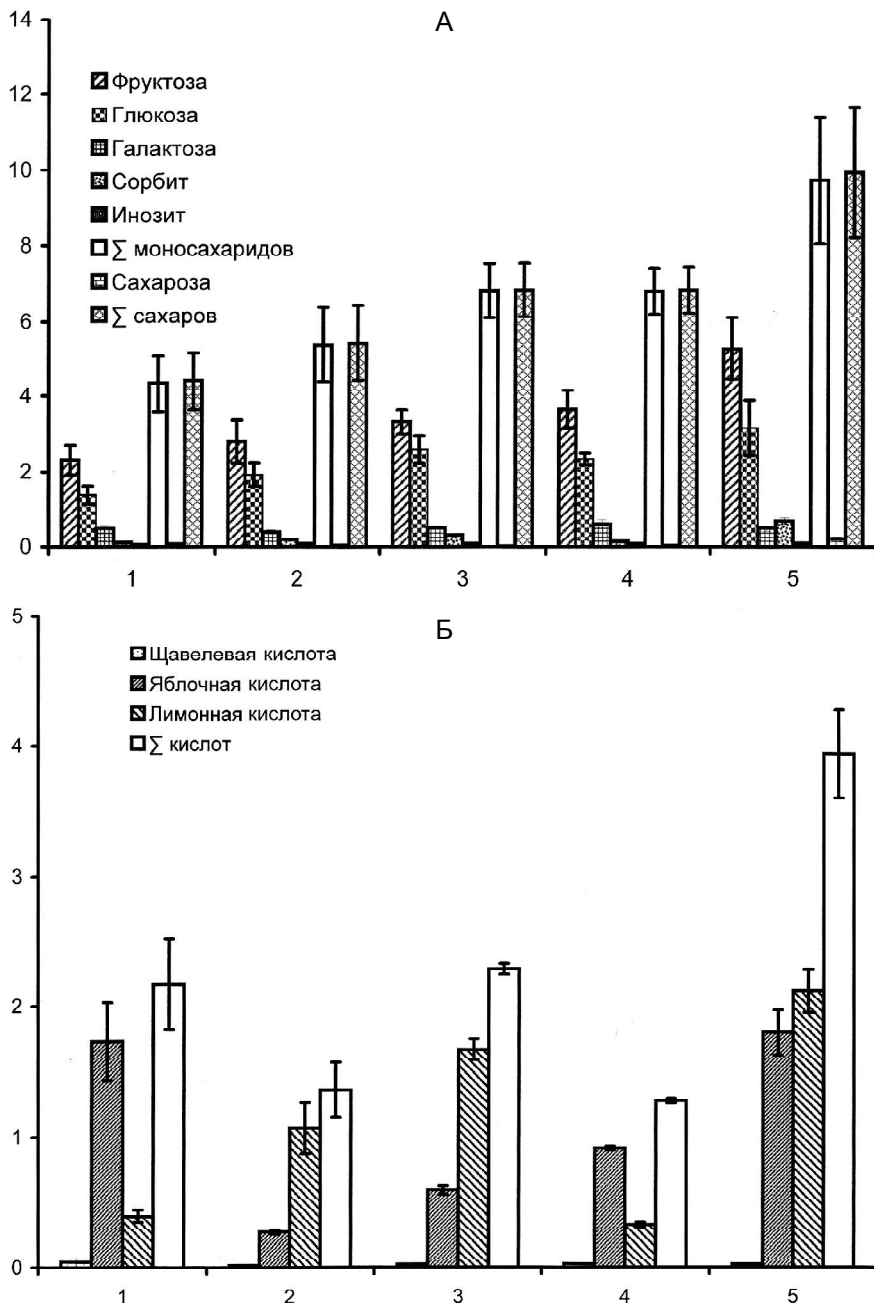


Рис. 3. Содержание сахаров (А) и кислот (Б) в плодах сортов жимолости голубой: Нижегородская ранняя (1), Фиалка (2), Бакcharская (3), Содружество (4), Берель (5). По вертикали: массовая доля компонентов, % (ΔX приведена на диаграмме при $p < 0.05$).

во – яблочная (79.6 и 71.7 % соответственно).

Только два из пяти исследованных сортообразцов жимолости – Берель и Нижегородская ранняя – достоверно отличаются от других при попарном сравнении. Сорт Берель выделяется необычайно высоким, в сравнении с остальными изученными образцами, содержанием фруктозы, сорбита и общей суммы сахаров. Вместе с тем следует, что плоды жимолости данного сорта (рис. 3) характеризуются наибольшим содержанием оксикислот (яблочная и лимонная). Сорт Нижего-

родская ранняя, напротив, содержит наименьшие количества глюкозы, фруктозы и сорбита. Вместе с тем, по содержанию суммы сахаров данный сорт мало отличается от плодов жимолости сортов Фиалка, Бакcharская, Содружество. Следует отметить, что состав оксикислот и сахаров свидетельствует об определенном сходстве сортов жимолости Фиалка и Бакcharская, а также сортов Нижегородская ранняя и Содружество.

Как правило, соотношение массовых долей сахаров и кислот («кислотное число») определяет дегустацион-

ную оценку вкуса плодов. Исследованные сортообразцы жимолости характеризуются следующими кислотными числами: Нижегородская ранняя – 2.03, Берель – 2.52, Бакcharская – 2.99, Фиалка – 3.99 и Содружество – 5.34. Замороженные плоды изученных сортов обладают хорошим вкусом. Но все же более кислым вкусом оказался у сортов Нижегородская ранняя и Берель. Удовлетворительную дегустационную оценку имеют сорта, у которых преобладание сахара над кислотой не превышает 2.5 раз, в то время как сорта Бакcharская, Фиалка, Содружество, содержащие большее количество сахаров, имеют и более высокую оценку вкуса. Следует уточнить, что приведенное заключение правомерно только по отношению к свежемороженому и хранившемуся при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение пяти месяцев плодам жимолости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азин Л.А., Аникиена, Е.В., Линке О.Э. Углеводы и органические кислоты в плодах *Lonicera caerulea* L. и их полуфабрикатах // Растит. ресурсы, 1987. Вып. 3. С. 449-454.
2. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. Методы биохимических исследований растений. Л., 1987. С. 125-140.
3. Захарова И.Я., Косенко Л.В. Методы изучения микробных полисахаридов. Киев, 1982. 189 с.
4. Костенко В.Г. Хроматографический анализ сахаров, получаемых в процессе переработки растительного сырья. М., 1984. 44 с.
5. Плеханова М.Н. Нетрадиционные садовые культуры. Жимолость. Мичуринск, 1994. С. 99-149.
6. Стыскин Е.Л., Ицикзон Л.Б., Брауде Е.В. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. М.: Химия, 1986. 288 с.
7. 22-, 23-эпоксиды ситостерина и родственных 7-оксигенированных $\Delta 5$ -стеринов / Г.Ю. Фрегентов, Я.В. Ткачев, Е.А. Пийр и др. // Журн. биоорганической химии, 2005. Т. 32, № 5. С. 528-534.
8. Davies H.V. Rapid determination of glucose, fructose and sucrose in potato tubers by capillary gas chromatography // Potato Res., 1988. Vol. 31. P. 569.
9. Gas-liquid chromatography of trimethylsilyl derivatives of sugars and related substances / C.C. Sweeley, R. Bentley, M. Makita et al. / J. Amer. Chem. Soc., 1963. Vol. 85. P. 2497-2507. ❖



ПИТАНИЕ СИГА-ПЫЖЬЯНА *COREGONUS LAVARETUS PIDSCHIAN* (GMELIN) В ВОДОЕМАХ ПЕЧОРСКОГО БАССЕЙНА

д.б.н. В. Шубина
в.н.с. отдела экологии животных
E-mail: vshubina@ib.komisc.ru

Научные интересы: гидробиология, кормовые ресурсы, питание и пищевые взаимоотношения рыб

Сиг-пыжьян (*Goregonus lavaretus pidschian* (Gmelin)) обитает в бассейне Северного Ледовитого океана от Кольского п-ова до Чукотки включительно. Объектами наших исследований были популяции сига-пыжьяна из бассейна Печоры, крупной реки северо-востока европейской части России. Встречается сиг в русле Печоры от Печорской губы до самых верховьев реки почти во всех притоках и во многих озерах бассейна и представлен полупроходной и жилой формами. По происхождению печорский сиг – сибирская форма, но условия жизни рыб в Печоре отличаются от условий сибирских рек. Этим и обусловлено образование в Печоре своеобразных «печорских» форм сибирских рыб. По темпу роста печорский сиг превосходит всех других известных сегов [2].

Большая часть печорского сига обитает в реке и лишь незначительная доля его сносится в губу еще в стадии малька. В осолоненную зону сиг далеко не заходит. Для нагула им используются различные водоемы речной системы: русло рек, их курьи, шары, протоки, озера. Широкая экологическая приспособляемость сига хорошо отражается на характере его питания. Из собственных данных и источников литературы [3, 4, 10, 11, 13, 14, 16] известно, что ему как представителю высоких широт присуща значительная эврифагия: в питании установлены организмы бентоса, рыбная и растительная пища, воздушные насекомые. Способность организма рыб эффективно усваивать широкий спектр пищевых объектов при преимущественно низкой температуре среды обитания достигается благодаря реализации нутритивных и температурных адаптаций пищеварительной системы и ее универсальным набором ферментных систем, адекватно реагирующих на изменения факторов экзо- и эндогенной природы [9].

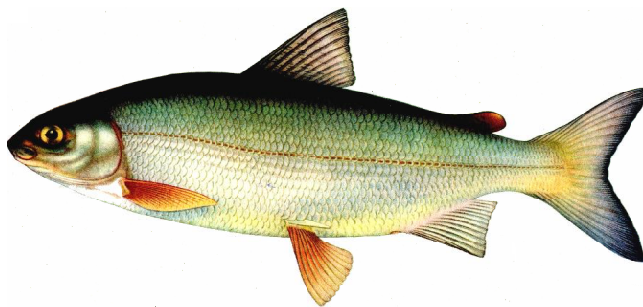
В настоящей статье приведены собственные данные и обобщены материалы литературы по вопросу питания сига в водоемах бассейнов нижнего, среднего и верхнего течения Печоры, а также озерных систем Большеземельской тундры (Вашуткинской, Падымейской, Харбейской), принадлежащих бассейну Печоры.

Питание сига в нижнем течении Печоры. В дельте, в нижнем течении Печоры с многочисленными рукавами, в протоках, курьях, шарах, озерах, озерах обитает много молоди сига, куда она попадает при сносе и где задерживается, пока позволяют условия. В этих пойменных водоемах [3, 15] после спада весенних вод и отложений свежего детрита наблюдаются высокие концентрации зоопланктон-

ных организмов, в основном ветвистоусых рачков, которыми и кормится молодь¹. Летом (в августе) в дельте Печоры – в Коровинской губе и в протоках – сеголетки сига (длиной 58-67 мм) и годовики (длиной 100-130 мм) питаются в основном (от 38 до 96 % по массе пищевого комка) планктонными кладоцерами при высокой их биомассе и личинками хирономид (52-62 %). Другие найденные в пищевых трактах сига этих возрастов организмы – копепоиды, остракоды, мизиды, моллюски, личинки ручейников, падающие в воду насекомые – в рационе молоди не имеют существенного значения.

Индексы наполнения пищеварительных трактов у всех сеголеток были очень высокими (189-320 ‰₀₀₀), пустых кишечника не встречено, у молоди сига (возраст 1+) индексы наполнения 97-211 ‰₀₀₀ [3]. Когда планктон в водоеме развит слабо, роль его в питании молоди сига снижается, а в составе пищи начинают преобладать личинки хирономид и падающие в воду насекомые. В пойменных водоемах Усть-Усинского участка Печоры (шарах, протоках в районе дер. Родь) сеголетки сига (длиной 51-83 мм, индекс наполнения желудков 41-630 ‰₀₀₀) питались в основном кладоцерами и хирономидами, в кишечных трактах рыб здесь отмечены также олигохеты, пауки, копепоиды, остракоды, поденки, ручейники, жуки, имаго насекомых². С двухлетнего возраста в пище сига чаще всего преобладают моллюски, в большом количестве он поедает и личинок хирономид.

В дельте Печоры основу пищи сига (длиной 305-420, средней 346 мм) по встречаемости, количеству и массе (до 98 % общей массы пищевого комка) составляют моллюски; по количеству (до 25 % общего количества потребленных организмов) – личинки хирономид, кроме этого в пищевых комках сига с небольшой долей по массе отмечены амфиоподы, гелеиды и растительные остатки². Сиг в период



Сиг-пыжьян. Атлас «Рыбные богатства СССР». М.: Изд-во ВНИРО, 1957.

¹ Кучина Е.С., Солопкина Л.Н., Шубина В.Н. Питание молоди сеговых р. Печоры // Научный отчет по материалам внеплановых исследований в бассейне р. Печора за 1963-1967 гг. Сыктывкар, 1967. – (Науч. архив Коми НЦ УрО РАН. Ф. 3. Оп. 2. № 155. Листы 162-180).

² Шубина В.Н. Питание нижнепечорских пеляди и сига // Материалы третьей научной конференции молодых специалистов Института биологии Коми филиала АН СССР. Сыктывкар, 1963. – (Науч. архив Коми НЦ УрО РАН. Ф. 3. Оп. 2. № 60. Л. 31-35).

нерестового подъема на Усть-Цилемском участке Печоры в русле, очень бедном кормами, не питается, что соответствует существующим литературным данным. Местный сиг нагуливается здесь в пойменных водоемах. В питании сига в русле Печоры на Усть-Усинском участке преобладают личинки хирономид, в шарах и курьях – моллюски и личинки хирономид. Зимой питание сига не прекращается, но его интенсивность заметно снижается. В зимней пище сига из низовий Печоры более половины рациона занимают амфиподы – подросшая понтопорея; удельный вес моллюсков невелик. Летом молодь амфипод плохо поедается сигом, роль их возрастает к осени.

Питание сига в притоках нижнего течения Печоры. В бассейне крупного притока нижнего течения Печоры – р. Уса (Приполярный Урал) и в ее левых уральских притоках (реках Косью, Кожим) широко распространена локальная немигрирующая форма сига, представленная самыми различными возрастными группами, она заселяет не только притоки и озера, но и участки русла, богатые бентосом. В нижнем течении р. Косью – в приустьевом участке, курьях и протоках – обитает много молодь сига (сеголеток и двухлеток). Основными объектами питания неполовозрелого сига левых притоков р. Уса и самой Усы в июле-сентябре служат моллюски, личинки ручейников, мошек и хирономид, имаго насекомых [4, 13]. В августе сиг питается в основном моллюсками, переходя в сентябре на питание личинками хирономид, когда они достигают максимальных размеров и дают наивысшие показатели биомассы и в реке, и в курьях. Крупный сиг, как правило, предпочитает моллюсков [13]. По нашим неопубликованным данным, сиг р. Уса, выловленный в октябре 1996-1997 гг., имел довольно разнообразный состав пищи: присутствовали пиявки, моллюски, кладоцеры, остракоды, водные клещи, поденки, веснянки, водные жуки, ручейники, хирономиды, мошки, цератопогониды и не определенные ближе двукрылые. Несмотря на широту пищевого спектра сига доминирующее значение в его питании остается за моллюсками и личинками хирономид, соотношение которых зависит от размеров рыбы и мест обитания. Остальные группы бентоса, а также обнаруженная в пищевых трактах рыбная пища и наземные насекомые присутствовали редко, с низкой численностью и биомассой.

Правые притоки Усы, например, слабо заселенное быстринное русло Колвы, служат для половозрелого сига только путем миграции из ее притоков

и озер в р. Уса, где он вынужден совершать спуск в русло, не питаясь [5]. В нижнем участке р. Колва ближе к устью имеются курьи, протоки, песчаные отмели, способствующие откорму молодь сига, которая здесь составляет сравнительно невысокий процент. В желудках сигов, выловленных у с. Колва, основную массу образуют личинки и куколки мошек, в половине пищевых проб присутствовали моллюски, имаго насекомых (цикады, жуки, наездники и поденки) и несущественную роль в питании имели личинки хирономид, ручейников и водные клещи. Анализ пищи сигов р. Колва говорит скорее о случайном ее характере и лишней раз подтверждает вывод о бедности кормовых ресурсов русла Колвы в низовье и миграции сигов натошак.

Возрастной состав сига из среднего и верхнего течения Печоры, а также из их притоков, стекающих с Северного Урала, обращает на себя внимание отсутствием рыб самых младших возрастных групп – сеголеток и годовиков [10, 16]. Питание неполовозрелого (2+) сига в среднем течении Печоры изучено в период весеннего половодья. В этот период неполовозрелый сиг питался преимущественно олигохетами (68 % по количеству), во время икрометания весенне-нерестующих рыб в устье курий – икрой фитофильных видов рыб, в русле реки – икрой хариуса, в период летней межени – насекомыми, смытыми с прибрежной растительности. Летом на перекатах среднего течения Печоры в пище сига преобладали личинки мошек, а в курьях – кладоцеры, по частоте встречаемости ведущими компонентами питания сига оказались моллюски и хирономиды, несколько реже – поденки и ручейники [14]. В лососевых реках Северного Урала (в верхнем течении Печоры, реках бассейна Илыча) кормовыми станциями сигов являются ямы и плесы с более или менее тихим течением, каменистым или песчаным грунтом. Пища сига, выловленного в мае в верхнем течении Печоры, состояла из разнообразных организмов бентоса: олигохет, пиявок, моллюсков, личинок поделок, веснянок, жуков, вислокрылок, ручейников, мошек, цератопогонид, хирономид, ближе не определенных двукрылых. 70 % общей биомассы пищевого комка составляли моллюски, 20 % – личинки поделок, по количеству экземпляров в комке доминировали личинки хирономид [16]. В р. Кожимью, притоке Илыча, по числу экземпляров и по массе в пище сига доминировали моллюски, жуки и хирономиды [16]. По данным Г.В. Никольского с соавторами [10], основным объектом питания сига в Илыче и верхнем те-

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Наталье Михайловне Быховец с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (03.00.16 – экология) «Влияние низкоинтенсивного γ -излучения в ранние периоды онтогенеза на структурно-функциональное состояние коры надпочечников рыжей полевки и лабораторных мышей линии СВА» (диссертационный совет Д 004.007.01 при Институте биологии Коми НЦ УрО РАН)!

Желаем дальнейших творческих успехов!



чении Печоры являются моллюски, при этом в некоторых районах, где на плесах преобладают галечниковые грунты, они составляют почти единственную пищу сига. Второе место в пище сига в реках Северного Урала занимают различные насекомые, главным образом, личинки ручейников, веснянок и поденок. В курыях рек удельный вес моллюсков в пищевом рационе сига резко снижается, зато повышается роль планктонных ракообразных.

В исследованных озерных системах Большеземельской тундры (Вашуткинской, Падымейской, Харбейской), принадлежащих бассейну Печоры, обитает жилая форма [11]. У сига тундровых озер, как и у сига Печоры, обнаружены различия в питании в зависимости от возраста рыб. В пище молодых сигов (длиной 133-240 мм) летом преобладали кладоцеры или личинки хирономид. Более крупный сиг в озерах, как и в Печоре, питается преимущественно моллюсками, которые и по массе, и по количеству составляют основу его пищевого комка. Важное место в пище озерного сига занимают хирономиды и водоросли-ностоки [11, 12]. В питании сига тундровых озер установлена сезонность. Например, весной в рационе молоди сига существенны хирономиды до вылета, летом значение этой группы бентоса падает и вновь возрастает в сентябре. К осени (в сентябре-октябре) усиливается потребление сигом ракообразных. Икра и рыбоядность в пище сига отмечены с конца сентября – после пика его осеннего нереста. Во время нереста сиг не питается [12].

Таким образом, в питании сига в водоемах Печорского бассейна установлены организмы бентоса (Oligochaeta, Hirudinea, Mollusca, Cladocera, Copepoda, Ostracoda, Amphipoda, Schizopoda, Hydracarina, Araneina, Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Coleoptera, Megaloptera, Trichoptera, Simuliidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Diptera n/det.), рыбная и растительная пища, воздушные насекомые. Однако несмотря на кажущуюся широту пищевого спектра сига основное значение в его питании имеют: у молоди (сеголеток и годовичков) – ветвистые рачки и личинки хирономид, с двухлетнего возраста и старше в пище сига преобладают моллюски, в большом количестве присутствуют и личинки хирономид, а также в зависимости от мест обитания – личинки поденок, ручейников, имаго насекомых. Соотношение в пище сига основных компонентов – моллюсков и личинок хирономид – зависит от размеров рыбы, мест обитания и сезона. У полупроходного половозрелого сига в преднерес-

товый период (сентябрь) кишечник пуст или слабо наполнен.

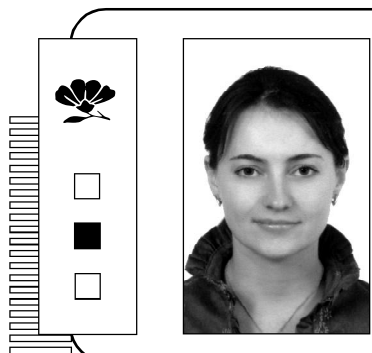
Если сравнить питание сига водоемов Печорского бассейна с таковым соседних северных рек, то наблюдается аналогичная картина. Анализ содержимого желудочно-кишечных трактов сига в р. Северная Двина (на различных участках, в разные сезоны и годы) свидетельствует, что его пищевой спектр представлен кишечнополостными, мшанками, червями, моллюсками, членистоногими, хордовыми (переваренной рыбой и ее икрой), а также остатками растительной пищи и детрита. В количественном отношении питание северодвинского сига более чем наполовину (58 % содержимого желудочно-кишечного тракта) состояло из насекомых: как из личинок бентоса (в большей степени – личинок двукрылых, в меньшей – ручейников, поденок, вислоккрылок, жуков и клопов), так и имаго после их вылета [8]. Существенную роль в пище северодвинского сига играли и моллюски (18 % по массе). В Двинском заливе Белого моря на морской акватории [6] пищевой спектр сига в течение летнего вегетационного сезона (май-август) включал моллюсков (38 % по массе), кишечнополостных (гидроидные полипы, единично сцифоидные медузы), червей (исключительно полихеты), насекомых (личинки хирономид), ракообразных (амфиподы и мизиды). Доминирующая в питании группа кормовых организмов здесь состояла из моллюсков. Сезонные изменения в питании рыб выражаются в смене доминирующих кормовых объектов во временном аспекте [7].

В желудках сигов из р. Вычегда, притоке Северной Двины первого порядка, на территории Вычегдской низины мелкие моллюски и крупные личинки хирономид нередко содержатся в тысячах экземпляров [14]. В пище сига р. Вымь (приток Вычегды, Тиманский кряж) в мае-июне по массе на первом месте стоят моллюски, на втором и третьем соответственно личинки ручейников и поденок; в р. Ворыквя, притоке Выми, основу пищевого комка по количеству экземпляров и по массе составляют личинки поденок, значительная доля по массе приходится на моллюсков и куколок ручейников [16]. Из других групп бентоса в питании сига этих рек присутствовали в небольшом количестве волосатики, амфиподы, водные клещи, жуки (личинки и имаго), личинки веснянок, вислоккрылок, мошек, цератопогонид, не определенных двукрылых, личинки и куколки хирономид.

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Марии Ивановне Василевич с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (03.00.16 – экология) «Формирование химического состава снежного покрова в таежной зоне европейского северо-востока России» (диссертационный совет Д 501.001.57 при Московском государственном университете)!

Желаем дальнейших успехов и побед!



В соседней с Печорой сибирской реке Обь ситга питается в основном моллюсками и личинками насекомых, а в районе нерестилищ рыб поедает выметанную икру [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Дрягин П.А. Промысловые рыбы Обь-Иртышского бассейна // Изв. ВНИОРХ. Т. XXV. Вып. II. Л., 1948. С. 3-104.
2. Зверева О.С., Е.С. Кучина, Н.А. Остроумов. Рыбы и рыбный промысел среднего и нижнего течения Печоры. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 230 с.
3. Корнилова В.П. Ихтиофауна низовьев Печоры и Печорского залива Баренцева моря // Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. Мурманск, 1970. Вып. XIII. С. 5-44.
4. Кучина Е.С. Ихтиофауна притоков р. Усы // Рыбы бассейна реки Усы и их кормовые ресурсы. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 176-211.
5. Кучина Е.С., Соловкина Л.Н. Особенности биологии и промысла рыб реки Колвы // Труды Коми филиала АН СССР. Сыктывкар, 1959. № 8. С.85-100.
6. Новоселов А.П. О характере питания сига *Coregonus lavaretus* (Linne, 1758) в летний период 1997 года у акватории острова Мудьюг (Двинской залив Белого моря) // Биологические основы изучения, освоения и охраны животного и растительного мира, почвенного покрова Восточной Фенноскандии. Петрозаводск, 1999. С. 148.
7. Новоселов А.П. Об изменении состава пищи сига в период летнего нагула в Двинском заливе Белого моря // Там же. С. 147.

8. Новоселов А.П., Фефилова Л.Ф. Общий характер питания сига в бассейне реки Северной Двины // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера: Матер. II (XXV) междунар. конф. Петрозаводск, 1999. С. 266-269.
9. Пономарев В.И., Шубина В.Н., Черезова М.И. Характеристика процессов экзотрофии у молоди семги *Salmo salar* бассейна реки Печоры // Вопр. ихтиологии, 1998. Т. 38, № 5. С. 641-649.
10. Рыбы бассейна верхней Печоры / Г.В. Никольский, Н.А. Громчевская, Г.И. Морозова и др. М., 1947. 220 с.
11. Сидоров Г.П. Рыбные ресурсы Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1974. 163 с.
12. Соловкина Л.Н. Рост и питание рыб Вашуткиных озер // Гидробиологическое изучение и рыбохозяйственное освоение озер крайнего севера СССР. М.: Наука, 1966. С. 137-163.
13. Соловкина Л.Н. Рыбы среднего и нижнего течения р. Усы // Рыбы бассейна реки Усы и их кормовые ресурсы. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 88-135.
14. Соловкина Л.Н., Сидоров Г.П. Биологическая характеристика промысловых рыб Средней Печоры // Труды Коми филиала АН СССР. Сыктывкар, 1971. № 22. С. 118-138.
15. Чукурина Н.А. Видовой состав и биомасса зоопланктона Корвинской губы и притоков в дельте Печоры // Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. Мурманск, 1970. Вып. XIII. С. 59-68.
16. Шубина В.Н. Бентос лососевых рек Урала и Тимана. СПб.: Наука, 2006. 401 с. ❖

ЮБИЛЕЙ

Как и многие из нас, **Ольга Александровна Лоскутова** посвятила научной работе в Институте биологии всю свою сознательную жизнь, пройдя все ступеньки от «ст. лаб.» до «с.н.с». Позади — защита кандидатской в ЗИНе РАН, участие во многих темах, программах и проектах, авторство многочисленных публикаций... Все это посвящено поиску закономерностей формирования сообществ донных беспозвоночных водоемов европейского Севера, вопросам систематики зоогеографии и экологии веснянок. Большое внимание в своих исследованиях О.А. Лоскутова уделяет важным теоретическим и практическим вопросам оценки продуктивности донного населения рек и озер Республики Коми и НАО, в том числе и в условиях антропогенного воздействия. С 1995 г. в фокусе ее внимания оценка влияния хронического и аварийного загрязнения нефтепродуктами на донные биоценозы бассейна Усы. В последние годы масса сил и внимание уделяются изучению биоразнообразия водных беспозвоночных горных и тундровых рек и озер уральского Припечорья. Для О.А. Лоскутовой характерны высокая работоспособность, ответственность, обязательность и творческий подход к работе и жизни. К тому же она активный участник Гидробиологического общества при РАН, совместных программ, хоздоговоров, международных проектов (среди них такие крупные, как «SPICE», «PRISM», «CARBO-NORTH», «УСА-БАРЕНЦ») и мероприятий, в том числе и за рубежом (в частности, в Норвегии, Финляндии, Нидерландах, Италии, США, Уругвае и др.). Наконец, она просто очень дружелюбный, порядочный, душевный, добрый человек

Дорогая Ольга Александровна! Мы хорошо знаем, что Ваше сердце давно и накрепко прикипело к тем самым ручейкам и речкам, озерам и перелескам, тому самому любимому на свете водотоку с удивительным названием Щугор, к горным озерам Урала и водоемам побережья Карского моря, куда Вы всегда с таким трепетом мысленно возвращаетесь, поставив точку в очередной статье, и куда все так же, как и раньше, хочется вернуться вновь и вновь.

В этот знаменательный день мы хотим от всей души пожелать Вам, дорогая Ольга Александровна, доброго здоровья, неиссякаемой энергии, новых творческих успехов, семейного благополучия.

Коллектив лаборатории ихтиологии и гидробиологии



РАСПРОСТРАНЕНИЕ СОВООБРАЗНЫХ ПТИЦ В ТУНДРАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ



д.б.н. **Ю. Минеев**
гл.н.с. отдела экологии животных



к.б.н. **О. Минеев**
н.с. этого же отдела
E-mail: mineev@ib.komisc.ru
тел. (8212) 43 10 07

Научные интересы: фауна, экология, размещение, численность птиц, охрана

Сведения о распространении совообразных птиц собраны в 1973–2003 гг. на территории Малоземельской и Большеземельской тундр, Югорского п-ова и в дельте Печоры Ненецкого автономного округа Архангельской области. На исследованной территории зарегистрированы полярная сова *Nyctea scandiaca*, болотная сова *Asio flammeus*, мохноногий сыч *Aegolius funereus*, ястребиная сова *Surnia ulula* и бородатая неясыть *Strix uralensis*

Полярная сова. Нерегулярно кочующий вид. В исследованных тундрах летом полярная сова распространена неравномерно. В Малоземельской тундре летом встречается крайне редко, она зарегистрирована в среднем один раз в семь–девять лет. В междуречье Индиги–Сулы–Печоры, к северу до верховьев рек Нерута–Вельт и дельте Печоры сова в летний период не отмечена. В Большеземельской тундре летом встречаются одиночные особи, которые появляются через два–три (в среднем 2.4) года. На Югорском п-ове одиночные особи полярной совы регистрируется практически ежегодно. Кочующие особи в Малоземельской и Большеземельской тундрах появляются с середины июня–середины июля, на Югорском п-ове отмечены с 1 июля по первую декаду августа.

Весенняя миграция сов на юге (67°30' с.ш.) Большеземельской тундры происходила 4–7 апреля 1983 г. и 21–23 мая 1974 г. В центральной части (67°40'–68°20' с.ш.) этой же тундры пролетные особи зарегистрированы 9 июня 1974 г., 17 июня 1979 г. и 19–29 июня 1992 г. На побережье Хайпудырской губы (68°20' с.ш.) пролет сов происходил с 9 по 28 июня 1977 г. Направление пролета в южной и центральной части тундры – северо-восточное, на побережье Хайпудырской губы – преимущественно вдоль прибрежной тундры на восток. На Югорском п-ове в районе мыса Чайка (побережье Баренцева моря, 69°35' с.ш.) мигрирующие совы отмечены 11–24 июня 1984 г. В центральной части полуострова (бассейн р. Большая Ою, 69°20'–30'

с.ш.) их пролет отмечен 6–20 июня 1981 г. и 22–29 июня 1987 г. На востоке (район Карской губы, 69°20'–25' с.ш.) мигрирующие птицы зарегистрированы 20 мая–15 июля 1982 г. и 10–15 июня 1983 г. На мысе Чайка и в бассейне р. Большая Ою пролет сов четко не выражен, его направление – преимущественно на северо-восток. В районе Карской губы весенний пролет сов проходил в северо-северо-восточном (свыше 57 %), северо-западном (свыше 33 %) и южном (около 9 % мигрантов) направлениях. Хорошо выраженная осенняя миграция полярных сов прослежена только на мысе Чайка. Она происходила с 17 сентября по 13 октября 1981 г. с северо-востока на юго-запад. На побережье Хайпудырской губы мигрирующие особи отмечены 16–22 сентября 1979 г. В бесснежный период полярные совы встречаются чаще всего по берегам рек и ручьев, в грядово-моренном ландшафте – на холмах и высоких буграх, каменных россыпях и скалах, кочкарниково-осоково-пушицевых и осоково-разнотравных болотах, морском побережье.

Ранними исследователями [1, 2] указывается как гнездящийся вид Большеземельской тундры. Эти сообщения пока не подтверждены исследованиями последних лет, и за время обследования Югорского п-ова, Мало-

земельской и Большеземельской тундр до 2003 г. мы гнезд не находили. Численность птиц в Малоземельской и Большеземельской тундрах в летний период определить не представляется возможным из-за их отсутствия или постоянных кочевков. На Югорском п-ове полярная сова – относительно постоянный элемент орнитофауны региона. Плотность птиц в июне–августе (1981–1984, 1987 гг.) колебалась от 0.05 до 0.36, в среднем 0.13 особи/км².

Болотная сова. На исследованной территории распространена повсеместно. По окраске оперения большинство встреченных болотных сов относится к типичному подвиду *A. f. flammeus* Pontopp. Совы со светлым оперением встречены преимущественно в Малоземельской тундре, особенно часто (29.4 %) они наблюдались в бассейне р. Вельт [3]. Прилет в тундру происходит в мае–первой половине июня и во многом зависит от хода весенних явлений, прежде всего появления территорий, свободных от снежного покрова в местах гнездования. На побережье Баренцева моря в устье р. Вельт (Малоземельская тундра) первые совы появились 11 мая, а их пролет происходил до 13 мая, с 26 мая птицы перестали встречаться [4]. В бассейне р. Большая Роговая (67°20'–30' с.ш., Большеземельская тундра) первые болотные совы отмечены 2 мая 1972 г., 1 июня 1973 г. и 4 мая 1982 г., пролет происходил 4 мая–14 июня. В районе Карской губы (69°20'–25' с.ш.) первые особи болотной совы появились 7 июня 1982 г., пролет птиц длился 8–10 июня. Более половины (свыше 57 %) птиц мигрировало на восток, в равных количествах – на юго-восток–восток, юг и северо-запад. В 1983 г. здесь же совы появились 4 июня, их миграция на север и запад длилась с 9 по 19 июня. В тундровой зоне болотные совы обычны на влажных (слега заболоченных) кочкарниково-ивняково-мохово-осоковых участках тундр (34 % встреч). Достаточно многочисленны (27 %) птицы в долинах рек и ручьев (ивняково-осоково-разнотравные поймы) и ерниково-тра-



Полярная сова (фото О.Ю. Минеева).

вяно-кустарничково-мохово-лишайниковых участках тундр (12 %). Из других местообитаний совы используют кочкарниково-мохово-осоковые болота (9 %), кустарничково-морошкovo-сфагновые тундры, кочкарниково-ерниковые тундры и участки грядово-моренного ландшафта (по 6 %).

Численность болотных сов в разных районах восточноевропейских тундр по годам сильно колеблется и связана с обилием мышевидных грызунов. В Малоземельской тундре средняя плотность населения болотных сов в приморских тундрах п-ова Русский Заворот была равна 0.05, в бассейне рек Нерута, Индига и Вельт – 0.01, 0.12 и 0.60 особи/км². В Большеземельской тундре средняя плотность населения птиц в бассейне р. Большая Роговая – 0.6, среднем течении р. Колва – 0.5, р. Шапкина – 0.6, в низовьях р. Море-Ю (побережье Хайпудырской губы) – 0.2, в среднем течении этой же реки – 0.5, в дельте Печоры – 0.1 особи/км². На западе Югорского п-ова (междуречье Лымбадаяха–Большая Ою) плотность населения болотной совы в среднем была равна 0.01, в районе Карской губы – 0.6 особи/км².

Сроки начала размножения в основном зависят от времени освобождения от снега гнездовых биотопов. Токовые полеты болотных сов в районе Карской губы отмечены на другой день после прилета. Болотная сова совершает токовой полет над избранным гнездовым участком. Он состоит из частых взмахов крыльев и парения по прямой линии на небольшой высоте (до 20-40 м). В этот период она издает глухие звуки, похожие на издаваемые деревянной трещоткой, которые можно передать наподобие «Трр-трр-тррр...». Найденные гнезда были сооружены на земле под прикрытием кустиков карликовой березки среди влажной крупнокочкарниковой кустар-

ничково-мохово-лишайниковой с мочажинами тундры и травянистой разнотравно-осоковой растительности прирусловых ивняков. Гнезда были сложены из веточек кустарников, выложены сухой травой с небольшим количеством пуха. 23 июня 1998 г. в бассейне р. Индига кладка болотной совы содержала шесть яиц (размеры 38.0×31.0-40.7×32.5, в среднем 39.4×31.6 мм, масса 21-23, в среднем 21.7 г). Размеры яиц в найденной нами кладке болотной совы приближаются к таковым найденной кладки в окрестностях г. Воркута (n = 7) – 30.5-32.0×39.8-41.0, в среднем 39.6×31.7 мм [1]. В низовьях р. Море-Ю (Хайпудырская губа) кладка болотной совы была разорена каким-то хищником, а отстрелянная (9.07.1976 г.) самка имела на седные пятна. На некотором расстоянии от этого гнезда находилась еще пара птиц, которые, судя по поведению, имели выводок.

Мохноногий сыч. Одиночная особь отмечена 5-6 августа 1992 г. в районе домов бывшего рыбучастка на мысе Костяной Нос (Коровинская губа)

Ястребиная сова. На побережье Хайпудырской губы (Большеземельская тундра, р. Ярей-Яха) 5 августа 1976 г. найдено гнездо совы. Оно располагалось на верхних ступеньках лестницы заброшенного склада (рыбучасток) и было сооружено из сухой травы и мха. Недалеко от гнезда, в проеме окна, находились припасы, сделанные соевой: полевки, воробьиные птицы и тушка большого пестрого дятла. Скорлупа яиц и птенцы ястребиной совы не найдены. При повторном посещении гнезда 7 августа добыта самка с наседными пятнами. В среднем течении р. Море-ю в лесном острове из ели, которая произрастает в пойме, 5-8 августа 1976 г. отмечены две ястребиные совы.

При детальном исследовании лесного острова на р. Море-ю 24 июня

1978 г. было найдено три гнезда ястребиной совы. Одно из них размещалось в развилке между стволом и сучком ели на высоте около 5 м от земли. Оно было сооружено из тонких веточек ели, верхняя часть гнезда – из мха, лоток с примесью перьев белой куропатки, здесь же находилось 10 перьев совы. Другое гнездо было расположено в группе елей (восемь деревьев) в 200 м от гнезда дербника. Оно было сооружено подобным образом, что и предыдущее гнездо. Третье гнездо было сооружено сходным образом на ели на высоте около 2.5 м от земли, примерно в 500 м от предыдущего гнезда. Возможно, гнезда были построены ранее гнездящимися совами, так как яйца и птенцы в 1978 г. не найдены. Можно предположить, что птицы в 1978 г. не гнездились из-за отсутствия леммингов и других мышевидных грызунов. В нижнем течении р. Черная (68°20' с.ш., Большеземельская тундра) 16 июня 1979 г. встречена одиночная ястребиная сова.

Бородатая неясыть. 15-27 июля 1979 г. в низовьях р. Черная отмечена одиночная бородатая неясыть. В вечернее время (22-24 ч) были также слышны крики этой совы.

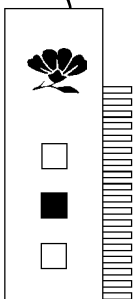
ЛИТЕРАТУРА

1. *Гладков Н.А.* Материалы по птицам окрестностей Воркуты (восток Большеземельской тундры) // Орнитология, 1962. Вып. 4. С. 15-28.
2. *Григорьев А.А.* Отчет о поездке в Большеземельскую тундру летом 1904 года // Труды общества естествоиспытателей. М., 1905-1906. Т. 36, вып. 1. С. 131-144.
3. *Минеев О.Ю., Минеев Ю.Н.* Птицы бассейна реки Вельт (Малоземельская тундра) // Рус. орнитол. журн., 2002. Т. XI. С. 771-788. – (Экспресс-выпуск; № 195).
4. *Михеев А.В.* Материалы к изучению перелетов птиц в СССР // Ученые записки МГПИ. М., 1953. Т. LXXIV, вып.4. С. 113-146. ❖

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Алексею Валерьевичу Манову с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук (06.03.03 – лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними) «Структура, динамика роста и продуктивность древостоев при-тундровых ельников Печорского бассейна» (диссертационный совет Д 212.008.03 при Архангельском государственном техническом университете)!

Желаем дальнейших успехов и побед!





НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НОРМАЛЬНОЙ И РЕГЕНЕРИРУЮЩЕЙ ПЕЧЕНИ КРЫС WISTAR ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ФРАКЦИОНИРОВАННОГО ОБЛУЧЕНИЯ

к.б.н. **Д. Гурьев**
н.с. отдела радиэкологии
E-mail: DenisGuryev@ib.komisc.ru

Научные интересы: *регенерация, ионизирующее излучение, гистология, цитология*

Известно, что фракционированное облучение, применяемое в лечебных целях, направлено также на снижение радиационной нагрузки на здоровые ткани. В связи с этим необходима оценка морфофункционального состояния здоровых органов и тканей, испытавших воздействие больших доз излучений за короткий промежуток времени, а вместе с тем и их регенерационного потенциала при накоплении большой дозы радиации для возможности прогнозирования исхода лучевой терапии. Целью настоящего исследования явилось комплексное изучение морфофункционального состояния регенерирующей и нормальной печени крыс Wistar после фракционированного облучения.

В эксперименте использовали молодых (возраст 3-4 мес.) крыс самцов *Wistar* стандартного разведения с массой тела на начало эксперимента 248.5 ± 26.08 г. Животных содержали в стандартных условиях со свободным доступом к воде [7]. Крыс подвергали фракционированному дистанционному γ -облучению на установке «Рокус-М» (Россия) в радиологическом отделении Коми республиканского онкологического диспансера (КРОД). Источником излучения служил ^{60}Co с мощностью экспозиционной дозы 0.46 Гр/мин. (РИК – 75 см). Дозиметрию проводили клиническими дозиметрами со сферической камерой VA-K-253, тип 70110 (ГДР) с пределом измерения энергии до 1.25 МэВ. Животным проводили локальное дистанционное облучение диафрагмальной поверхности печени. Диаметр поля облучения составил 2×2 см. Облучение проводили по стандартной схеме фракционирования: 20 сеансов пять раз в неделю. Доза, поглощенная печенью, по расчетным данным составила 18.4 Гр (0.92 Гр за фракцию). Спустя сутки после последнего сеанса облучения животным проводили гепатэктомию (масса удаленной части печени составила 30 % исходной) и лапаротомию (ложную операцию). Декапировали крыс на вторые сутки после оперативного вмешательства. Животных разделили на следующие группы (по пять-десять животных в каждой): К – контроль, О – только облучение, Г – только гепатэктомия, О+Л – облучение и лапаротомия, О+Г – облучение и гепатэктомия.

Для оценки морфофункционального состояния печени экспериментальных животных использовали морфофизиологические (определяли относительную массу, т.е. индекс печени), гистологические (подсчитывали объемную плотность и средний условный объем гепатоцитов, количество двуядерных, нормальных и дегенерирующих клеток печени на одно поле зрения микроскопа, митотический индекс и т.д.) и биохимические (определяли активность трансаминаз: аланинаминотрансферазы – АлАТ и аспартатаминотрансферазы – АсАТ и содержание общего белка в сыворотке крови) методы [1, 4].

Полученные данные показывают, что индекс печени группы О+Г был наиболее высоким по сравнению с другими облученными животными. Видимо, вызывая структурные изменения в паренхиме печени, локальное облучение стимулировало орган к активным компенсаторно-восстановительным процессам, что привело к всплеску синтетической активности при стимуляции печени к регенерации и резкому прибавлению в массе органа. Так, было показано по морфометрическим показателям, что в паренхиме печени значительно выражена гипертрофия гепатоцитов (рис. 1а), однако по другим показателям печень мало отличалась от контрольных групп (рис. 1б-г). Следует отметить высокий уровень дегенерирующих гепатоцитов, который в этой группе был несколько ниже, чем у лапаротомированных облученных животных (рис. 1г), где и гипертрофия гепатоцитов была менее выражена, что, по-видимому, и вызвало более низкий индекс печени у ложнопериорированных животных. Изученные морфометрические показатели, такие как средний условный объем гепатоцитов (рис. 1в), среднее количество гепатоцитов на одно поле зрения (рис. 1б) показывают, что различий в регенерационном процессе гепатэктомированной необлученной и испытывавшей фракционированное облучение печени не наблюдается. Достоверные различия мы фиксировали по количеству дегенерирующих гепатоцитов, причем их количество было велико как в группе О, так и в группе О+Л (рис. 1г). Отмечали повышение количества гепатоцитов на одно поле зрения и снижение среднего условного объема клеток печени в группе О (рис. 1б, в), что указывало на пролиферативные процессы в ткани облученной печени. Об этом также, согласно многочисленным исследованиям [2, 3, 5, 6, 8], свидетельствовало снижение количества двуядерных гепатоцитов, так как в этот период восстановление паренхимы идет за счет деления полиплоидных и двуядерных клеток. Об интенсивных пролиферативных процессах мы судили также по количеству гепатоцитов со «светлоокрашенными» ядрами. Самое большое их число наблюдали в группах О и О+Л, где, по всей видимости, интенсивно протекали процессы синтеза. Самое низкое содержание гепатоцитов со «светлоокрашенными» ядрами отмечено у облученных оперированных животных. Ядра с преобладанием гетерохроматина характерны для премитотической стадии клеточного цикла [6].

При анализе гистологических препаратов печени также были выявлены различные структурные изменения, которые носили характер радиационно-индуцированных. Так, например, обычным явлением у облученных животных были аномальные митозы с фрагментами, мостами, в виде слипшихся комочков хроматина и т.д. Наряду с этим мы отмечали плазмацито-лейкоцитарную инфильтрацию,

что нередко приводило к появлению очагов микронекроза. Стаз крупных сосудов печени, а также синусоидов, фиброз стенки сосуда перипортальной зоны ацинуса свидетельствовали о нарушении гемодинамики исследуемого органа. Все

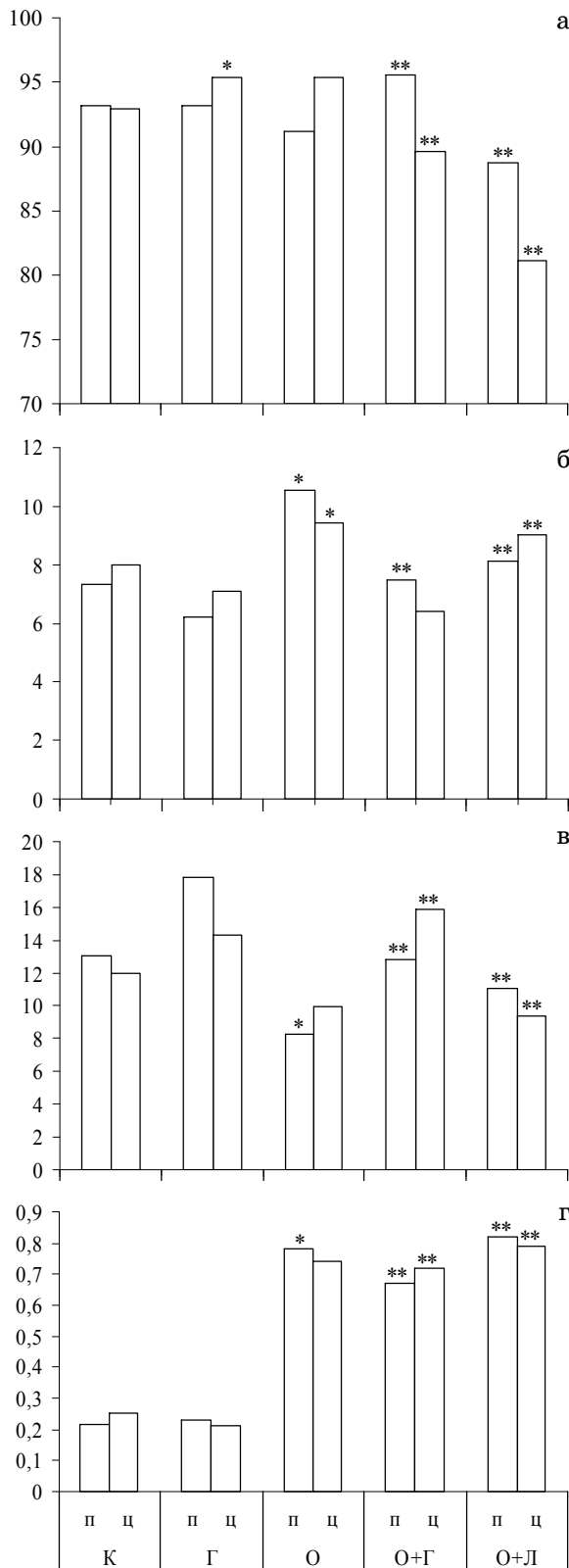


Рис. 1. Объемная плотность (усл. ед.; а), средний условный объем (усл. ед.; б), количество нормальных (в) и дегенерировавших (г) гепатоцитов перипортальной (п) и периферальной (ц) зон ацинуса печени крыс Wistar на одно поле зрения на вторые сутки после операции и предварительного облучения. Отмечена достоверность ($p \leq 0.05$) различий с контролем (*) и группой Г (**).

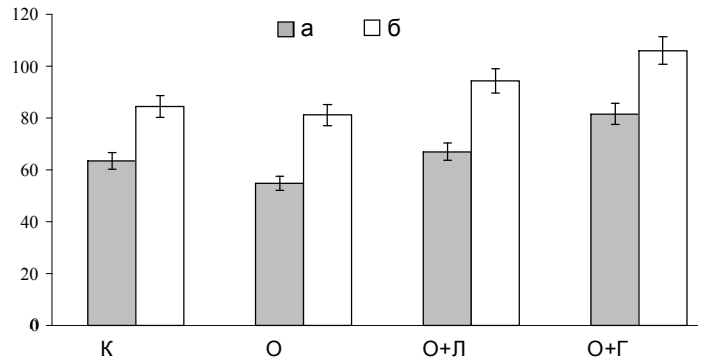


Рис. 2. Активность (МЕ) аланинаминотрансферазы (а) и аспаратаминотрансферазы (б) сыворотки крови крыс Wistar в зависимости от условий эксперимента.

эти изменения говорят как о нарушении нормальной архитектоники печени, так и об активно протекающих процессах восстановления и компенсации нарушенных функций.

При биохимических исследованиях групп животных, подвергавшихся фракционированному облучению, было показано, что наиболее высокая активность АлАТ и АсАТ характерна для облученных гепатэктомированных и ложнооперированных животных (рис. 2), что свидетельствовало о повреждающем действии радиационного фактора на мембраны активно пролиферирующих клеток, так как у только облученных крыс с менее интенсивно протекающими регенерационными процессами эти показатели соответствовали контролю. Повышение содержания общего белка сыворотки крови по сравнению с контролем фиксировали во всех экспериментальных группах животных. Видимо, активный синтез белков в эти сроки исследования связан с компенсаторно-восстановительными процессами в печени животных, направленными на элиминацию повреждений, которые мы фиксировали у крыс всех экспериментальных групп.

Таким образом, после локального облучения большими дозами (суммарная поглощенная доза 18.4 Гр) во фракционированном режиме не выявлено подавления регенерационной способности печени в первые сутки после операции. Наряду с деструктивными изменениями имели место интенсивно протекающие восстановительные процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина, 1990. 384 с.
2. Акоев И.Г. Теоретические и количественные аспекты радиационного поражения организма // Радиационное поражение организма. М.: Атомиздат, 1978. С. 190-246.
3. Бонд В., Флиднер Г., Аршамбо Д. Радиационная гибель млекопитающих. М.: Атомиздат, 1971. 151 с.
4. Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы патологии и гистологической техники. М.: Медицина, 1992. 304 с.
5. Иванов А.Е., Куршакова Н.Н., Шиходыров В.В. Патологическая анатомия лучевой болезни. М.: Медицина, 1981. 292 с.
6. Лиознер Л.Д. Теоретические и экспериментальные подходы к изучению регенерации у млекопитающих // Клеточные основы регенерации у млекопитающих. М.: Наука, 1984. С. 4-18.
7. Санитарные правила по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев) / Сост. В.А. Душкин. М., 1973. 23 с.
8. Шерлок Ш., Дули Дж. Заболевания печени и желчных путей. М., 1999. 860 с. ❖



**СОСТОЯНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА
ЗИМНЕ- И ВЕЧНОЗЕЛЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ**

Я. Яцко
аспирант лаборатории
экологической физиологии растений
E-mail: yatsco@mail.ru

Научные интересы: *растительные пигменты, фотосинтез, адаптация*

к.б.н. **О. Дымова**
с.н.с. этой же лаборатории
E-mail: dymovao@ib.komisc.ru

Научные интересы:
экологическая физиология растений, адаптация, пигментный аппарат, ксантофилловый цикл



Фотосинтетические пигменты, связанные с белками и входящие в состав фотосистем (ФС) I и II, осуществляют поглощение, запасание и трансформацию солнечной энергии растением. Функциональная активность ФС II, а также содержание и соотношение хлорофиллов (Хл) и каротиноидов (Кар) являются важнейшими показателями физиологического состояния целого растения на уровне пигментного комплекса. По сравнению с листопадными видами, зимне- и вечнозеленые растения характеризуются длительным сроком существования ассимиляционного аппарата (один календарный год и более) и испытывают на себе воздействие меняющихся условий окружающей среды (температура, освещенность). Сведения о содержании пигментов пластид в ассимилирующих органах зимне- и вечнозеленых видов растений очень скудны. Имеются единичные данные о динамике Хл в годичном цикле у ряда вечнозеленых растений в условиях Хибин [3]. Исследование эффективности поглощения растением света, а также накопления Хл и Кар зимне- и вечнозелеными видами в течение года является актуальным и позволяет выявить особенности метаболизма фотосинтетических пигментов в онтогенезе листа, а также охарактеризовать механизмы адаптации растений на уровне пигментного комплекса.

Целью работы было изучить в годичном цикле накопление фотосинтетических пигментов, а также выявить динамику изменения максимального квантового выхода ФС II в листьях зимне- и вечнозеленых видов растений, произрастающих в подзоне средней тайги европейского Северо-Востока.

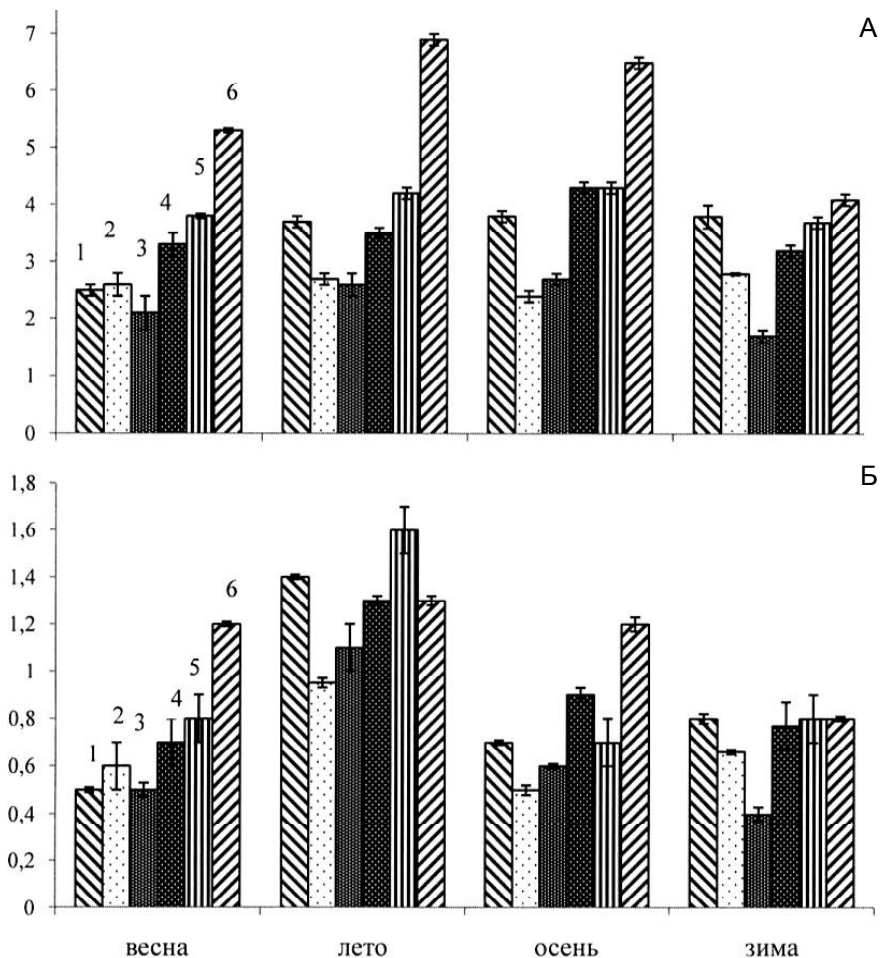
Объектами служили древесные хвойные виды (*Pinus sibirica* L., *Picea abies* L., *Abies sibirica* L.), кустарники и кустарнички (*Juniperus communis* L., *Vaccinium vitis-idaea* L.) и травянистые растения (*Pyrola rotundifolia* L.). Образцы зрелой хвои древесных видов отбирали со средней части кроны на высоте 1.5-2.0 м, листья *V. vitis-idaea* – со средней части побега, у *P. rotun-*

difolia использовали зрелые розеточные листья.

Содержание Хл и Кар определяли по методикам А.А. Шлыка [5] и Т.Г. Масловой с соавт. [4]. Ацетоновые вытяжки пигментов сканировали на спектрофотометре UV-1700 (Shimadzu, Япония) при длинах волн 662 (Хл а), 644 (Хл b) нм и 470 нм (Кар). Образцы анализировали в пяти биологических повторностях. Определение максимального квантового выхода флуоресценции (*Fv/Fm*) проводили на портативном флуориметре PAM 2100 (Walz, Германия) при комнатной температу-

ре после 40-минутной темновой адаптации. Данные представлены как средняя арифметическая величина со стандартной ошибкой.

В отличие от древесных хвойных, травянистые, кустарниковые и кустарничковые виды растений на протяжении всего года накапливали больше Хл и Кар в ассимилирующих органах (см. рисунок). Ранее высокий уровень фотосинтетических пигментов у трав и кустарничков отмечен В. Лархером [2]. Ассимиляционный аппарат *J. communis*, *P. sibirica*, *P. rotundifolia* и *V. vitis-idaea* характеризовался максимальны-



Содержание хлорофиллов (А) и каротиноидов (Б) в листьях *Abies sibirica* (1), *Picea abies* (2), *Pinus sibirica* (3), *Juniperus communis* (4), *Vaccinium vitis-idaea* (5), *Pyrola rotundifolia* (6) в годичном цикле, мг/г сухой массы, 2006-2007 гг.

ми концентрациями Хл и Кар в летний и раннеосенний периоды. С наступлением зимы у большинства исследованных видов отмечали снижение содержания зеленых пигментов на 20-60 %. Иная картина показана для древесных хвойных (*A. sibirica* и *P. abies*), в хвое которых концентрация пигментов в зимний период оставалась на высоком уровне, а соотношение Хл *a/b* и величина светособирающего комплекса (ССК) к зиме снижались. Увеличение концентрации пигментов, выявленное в листьях *P. rotundifolia* в весенний период, по-видимому, связано с возобновлением биосинтетических процессов и новообразованием Хл. Сохранение ранней весной (март) концентраций пигментов в хвое *J. communis*, *P. abies*, *P. sibirica* и листьях *V. vitis-idaea* на уровне, отмеченном в зимний период, отражает адаптивную стратегию вечнозеленых видов и устойчивость пигментного аппарата этих растений к условиям зимнего стресса (низким температурам). Ранее на примере *P. sibirica* нами выявлены изменения в концентрации отдельных каротиноидов [6]. С наступлением зимы в зрелой хвое снижался пул лютеин + виолаксантин и возрастала концентрация антраксантина – предшественника защитного пигмента зеаксантина. Весной наблюдали активизацию процессов дезоксидации виолаксантина в зеаксантин. Это дает основание предположить функционирование виолаксантинового цикла в условиях низких температур зимой и при возрастании инсоляции в ранневесенний период.

Параллельное определение параметров индуцированной флуоресценции хлорофилла показало (см. таблицу), что максимальный квантовый выход ФС II (*Fv/Fm*), отражающий функциональную активность пигментного комплекса и эффективность его работы, имел выраженную динамику в годичном цикле. Так, при норме 0.8 у большинства изученных видов величина *Fv/Fm* в течение года варьировала в интервале от 0.5 (март) до 0.8 (сентябрь). Известно, что уровень флуоресценции зависит от окисли-

Величина максимального квантового выхода ФС II (*Fv/Fm*) в листьях зимне- и вечнозеленых видов растений в годичном цикле (2006-2007 гг.)

Вид	Весна	Лето	Осень	Зима
<i>Abies sibirica</i> L.	0.53 ± 0.10	0.75 ± 0.03	0.83 ± 0.001	0.70 ± 0.01
<i>Juniperus communis</i> L.	0.55 ± 0.01	0.74 ± 0.01	0.79 ± 0.010	0.44 ± 0.01
<i>Picea abies</i> L.	0.59 ± 0.02	0.70 ± 0.01	0.83 ± 0.010	0.57 ± 0.02
<i>Pinus sibirica</i> L.	0.55 ± 0.01	0.83 ± 0.01	0.73 ± 0.010	0.63 ± 0.02
<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	0.73 ± 0.04	–	0.80 ± 0.003	–
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	–	0.71 ± 0.04	0.81 ± 0.030	0.70 ± 0.01

Примечание: данные представлены в относительных единицах. Прочерк – отсутствие определения.

тельно-восстановленного состояния первичного акцептора ФС II хинонной природы Q_A [1]. Снижение *Fv/Fm* обычно связывают с увеличением количества «закрытых» (неактивных) реакционных центров в результате их повреждения различными стресс-факторами. Отрицательные температуры и высокая инсоляция в начале весны (март) вызывали фотоингибирование пигментного комплекса вечнозеленых растений (*Fv/Fm* в пределах 0.53-0.59). Подобная закономерность была ранее выявлена для *Pinus sylvestris* [7]. Оптимальное функциональное состояние фотосинтетического аппарата у изученных нами видов отмечено в конце активной вегетации (сентябрь). Более низкие значения *Fv/Fm* в зимний период (декабрь) отражают снижение функциональной активности растений, находящихся в состоянии покоя.

Таким образом, выявлены изменения в накоплении фотосинтетических пигментов и функционировании ФС II зимне- и вечнозеленых видов растений в годичном цикле. Установлено, что максимальные концентрации пигментов и наибольшая квантовая эффективность работы фотосинтетического аппарата изученных видов были приурочены к концу лета – началу осени. Сохранение концентраций Хл и Кар на высоком уровне с поздней осени по весну при низкой функциональной активности фотосинтетического аппарата отражает адаптивную стратегию зимне- и вечнозеленых растений, позволяющую им защитить свой ассимиляционный аппарат от деструк-

ций при низких температурах зимой и осуществлять фотосинтез в ранневесенний период.

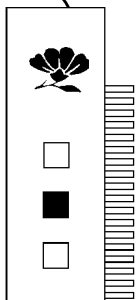
ЛИТЕРАТУРА

1. Корнеев Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла. Киев, 2002. 188 с.
2. Лархер В. Экология растений. М.: Мир, 1978. 384 с.
3. Лукьянова Л.М., Локтева Т.Н., Булычева Т.М. Газообмен и пигментная система растений Кольской Субарктики (Хибинский горный массив). Апатиты, 1986. 127 с.
4. Маслова Т.Г., Попова И.А., Полова О.Ф. Критическая оценка спектрофотометрического метода количественного определения каротиноидов // Физиология растений, 1986. Т. 33. № 3. С. 615-619.
5. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154-170.
6. Яцко Я.Н., Дымова О.В., Румак М.В. Содержание пигментов в хвое *Pinus sibirica* L., интродуцированной в подзоне средней тайги европейского Севера // Актуальные проблемы биологии и экологии: Матер. докл. I (XIV) Всерос. молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 2007. С. 310-313.
7. Duysens L., Sweers H.E. Mechanism of two photochemical reaction in algae as studied by means of fluorescence // Studies on microalgae and photosynthetic bacteria. Tokyo: Univ. Tokyo press, 1963. P. 353-372.
8. Ottander C., Campbell D., Öquist G. Seasonal changes in photosystem II organization and pigment composition in *Pinus sylvestris* // Planta, 1995. Vol. 197. P. 176-183.

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Евгении Вячеславовне Яковлевой с успешной защитой диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (03.00.16 – экология) «Полициклические ароматические углеводороды в системе почва–растение» (диссертационный совет Д 501.001.57 при Московском государственном университете)!

Желаем дальнейших творческих успехов!





СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДЫХАНИЯ И ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ *ACHILLEA MILLEFOLIUM* И *PYROLA ROTUNDIFOLIA*

Р. Малышев
аспирант лаборатории
экологической физиологии растений

Научные интересы: дыхание, тепловыделение и рост растений

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

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



Одним из актуальных вопросов экологической физиологии растений является изучение организации метаболизма растений различных адаптивных стратегий – стресс-толерантов (S), конкурентов (C), рудералов (R). Согласно концепции Раменского-Грайма, виды разных типов адаптивных стратегий различаются по интенсивности и продолжительности ростовых процессов, способам адаптации к неблагоприятным факторам среды и местообитанию [1]. Конкуренты – быстрорастущие виды, активно захватывают и удерживают жизненное пространство; стресс-толеранты отличаются низкой скоростью роста, преобладанием вегетативного размножения и длинным жизненным циклом, способны выживать в условиях сильного экологического стресса; рудералы – сорные растения с высокой скоростью роста и быстрыми темпами развития, образуют большую массу плодов и семян, занимают нарушенные и незаселенные территории. Кроме того, выделены вторичные экологические стратегии, которые сочетают в себе разные типы первичных. Современные работы по изучению физиологических и биохимических параметров свидетельствуют о различиях в организации метаболизма растений разных адаптивных стратегий [1, 2]. Виды, относящиеся к конкурентам, рудералам и стресс-толерантам, различаются по фотосинтетической активности, распределению ассимилятов между донорными и акцепторными органами, соотношению фитогормонов, энергетическим затратам на образование единицы массы листа.

Большая группа многолетних растений характеризуется интенсивным вегетативным размножением посредством корневищ и занимает самые разнообразные экологические ниши. Корневищные виды с конкурентной адаптивной стратегией способны активно захватывать и удерживать большие территории, а стресс-толеранты с помощью подземных побегов приспособляются к обитанию в неблагоприятных условиях среды. Для того, чтобы глубже понять механизмы, лежащие в основе реализации адаптивных стратегий важно оценить уровень метаболической активности надземных и подземных побегов растений.

Целью работы было сравнительное изучение дыхания и тепловыделения растений тысячелистника обыкновенного и грушанки круглолистной в связи с реализацией разных типов адаптивных стратегий. *Achillea millefolium* L. – многолетний летнезеленый травянистый тонко-длиннокорневищный симподиально нарастающий поликарпик с удлиненным прямостоячим побегом, смешанный CRS-тип с преобладанием C-стратегии. *Pyrola rotundifolia* L. – многолетний зимнезеленый травянистый тонко-длиннокорневищный симподиально нарастающий поликарпик с розеточным прямостоячим побегом, стресс-толерант. В качестве ключевого показателя использовали дыхание как отражение физиологического состояния растений. Сезонные изменения дыхательной активности листьев и корневищ определяли с мая по октябрь 2007 гг. Измерения проводили с помощью газометрической системы с инфракрасным газоанализатором Инфралит-4 при 20 °С. Изучали температурную зависимость скорости тепловыделения (q) и дыхания у молодых листьев и корневищ в диапазоне температур 5-35 °С. Измерения q проводили в изотермическом режиме на многоканальном микрокалориметре Биотест-2 (Россия). Интенсивность дыхания определяли манометрическим методом по поглощению O₂ на аппарате Варбурга.

Результаты исследований свидетельствуют о различной сезонной динамике дыхательной активности листьев и корневищ *A. millefolium* и *P. rotundifolia*. Установлено, что молодые листья *A. millefolium* в июне имели скорость выделения CO₂, равную 4 мг/г сухой массы ч (рис. 1). В фазу цветения (июль) отмечали двукратное уменьшение интенсивности дыхания (ИД) листьев. К концу вегетационного сезона, когда формируются молодые розетки, ИД листьев практически не изменялась по сравнению с июлем. Сезонная динамика ИД корневищ *A. millefolium* была выражена слабее, чем у листьев: в течение летнего периода ИД составляла в среднем 1.4 мг/г сухой массы ч, а к концу октября снижалась на 28 %.

Растения *P. rotundifolia* характеризовались существенно более низкими величинами ИД по сравнению с *A. millefolium* (рис. 1). Скорость дыхания листьев *P. rotundifolia* в июне со-

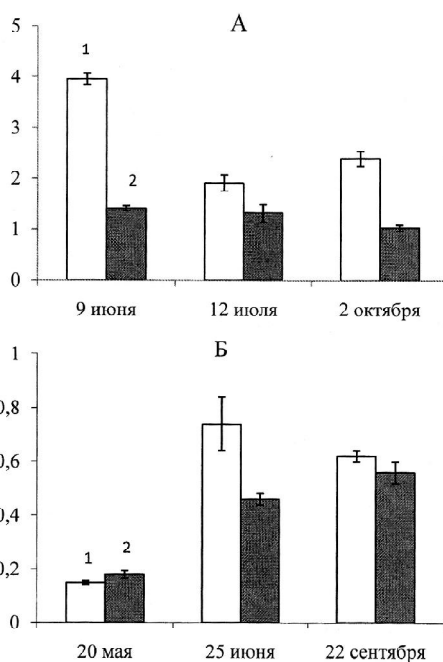


Рис. 1. Сезонные изменения дыхания листьев (1) и корневищ (2) растений *Achillea millefolium* (А) и *Pyrola rotundifolia* (Б). По горизонтали указана дата взятия проб.

ставляла 0.7 мгСО₂/г сухой массы ч, что в шесть раз ниже по сравнению с листьями *A. millefolium*. ИД листьев *P. rotundifolia* повышалась с мая по сентябрь с 0.2 до 0.6 мгСО₂/г сухой массы ч. ИД корневищ *P. rotundifolia* в июне была в 1.5 раза меньше по сравнению с молодыми листьями. Характер изменения дыхательной активности подземных побегов в течение сезона вегетации был сходен с листьями: ИД с мая по сентябрь увеличивалась с 0.2 до 0.6 мгСО₂/г сухой массы ч.

В целом, листья и корневища конкурентно-рудерального вида *A. millefolium* отличались более высокими величинами дыхательной активности по сравнению с *P. rotundifolia* – вида со стресс-толерантной адаптивной стратегией. Показаны различия в сезонной динамике ИД растений *A. millefolium* и *P. rotundifolia*, что отражает особенности ритмов роста фотосинтезирующих органов и корневищ. Снижение ИД в течение сезонного развития летнезеленого вида *A. millefolium* обусловлено, по-видимому, старением надземных органов и снижением транспортной роли корневищ. Усиление ИД листьев и корневищ к осени у зимнезеленого S-стратега *P. rotundifolia* может быть связано с ультраструктурными перестройками клеток, органелл, мембран, что способствует адаптации растений к низким температурам.

Температура является одним из важнейших факторов, определяющих рост и активность метаболизма растений. Выявлены различия температурной зависимости дыхания растений *A. millefolium* и *P. rotundifolia*. ИД молодых листьев *A. millefolium* возрастала в три раза с увеличением температуры от 5 до 30 °С (рис. 2). Величина Q₁₀ в интервале температур 5-20 °С составляла 2.5-3.0 и снижалась до 1.3-2.0 при более высоких температурах. ИД корневищ *A. millefolium* в меньшей степени реагировала на увеличение температуры по сравнению с листьями: показано двукратное увеличение дыхательной способности корневищ с повышением температуры

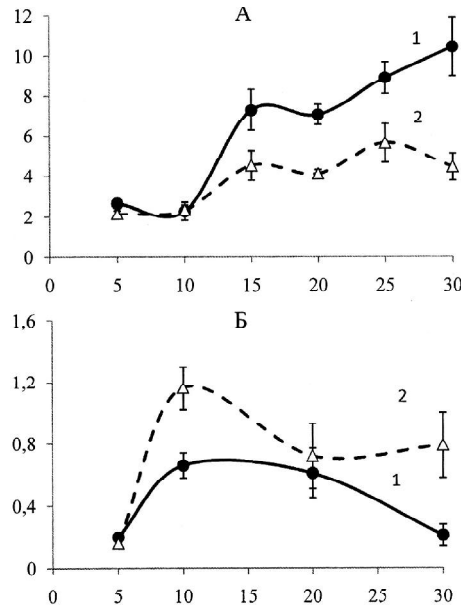


Рис. 2. Влияние температуры (°С; по оси абсцисс) на дыхание (мг СО₂/г сухой массы ч; по оси ординат) листьев (1) и корневищ (2) растений *Achillea millefolium* (А) и *Pyrola rotundifolia* (Б).

от 5 до 30 °С. Величина Q₁₀ для корневищ в диапазоне температур 5-20 °С составляла 2 и не превышала 1 при более высоких температурах. Анализ данных свидетельствует о более узком температурном оптимуме дыхательной активности у растений *P. rotundifolia* по сравнению с *A. millefolium* (рис. 2). Скорость дыхания листьев *P. rotundifolia* в июле достигала наибольших величин при температуре 10-20 °С, а после 20 °С существенно снижалась. Величина Q₁₀ составляла 1.4 в диапазоне температур от 5 до 15 °С и снижалась до 0.4 при более высоких температурах. Корневища не отличались от листьев по температурной зависимости дыхания. Температурный оптимум дыхания корневищ *P. rotundifolia* находился в пределах 8-15 °С.

Выделение метаболического тепла отражает уровень метаболизма растительного организма и тесно связано с дыханием. Скорость тепловыделения листьев *A. millefolium* в июле была сравнительно высокой и составляла в среднем 30 мкВт/мг сухой массы (рис. 3). Интенсивность выделения тепла листьев экспоненциально возрастала в диапазоне температур от 5 до 25 °С и уменьшалась при 30 °С. Температурная зависимость тепловыделения корневищ была сходна с листьями: с повышением температуры от 5 до 25 °С скорость тепловыделения повышалась в семь раз, а при более высоких температурах существенно снижалась. Растения *P. rotundifolia* характеризовались более низкими величинами тепловыделения по сравнению с *A. millefolium*. Скорость теплопродукции листьев *P. rotundifolia* была максимальной при 25 °С и составляла 15 мкВт/мг сухой массы, что в два раза меньше по сравнению с листьями *A. millefolium*. В диапазоне температур 5-20 °С скорость тепловыделения листьев была низкой и составляла в среднем 1-4 мкВт/мг сухой массы. При 30 °С теплопродукция листьев была отрицательной. Интенсивность и температурная зависимость выделения тепла тканями корневищ *P. rotundifolia* не отличалась от листьев и была максимальной при 25 °С.

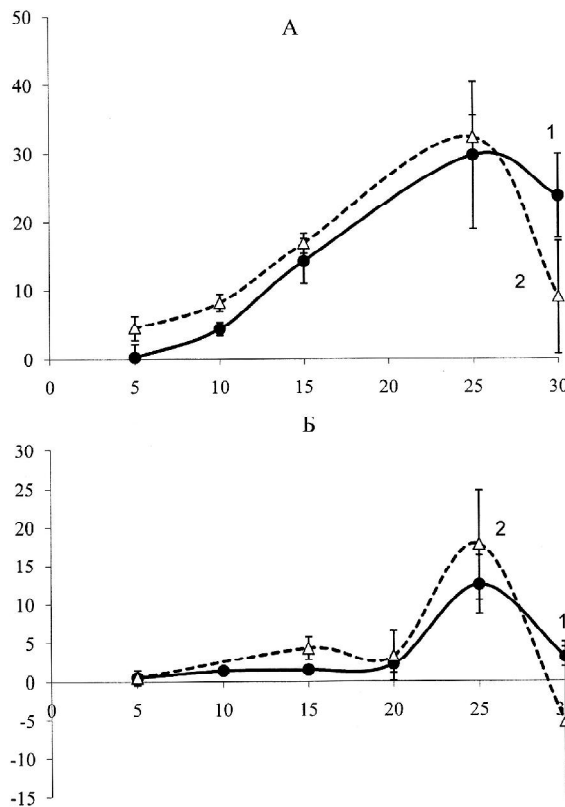


Рис. 3. Влияние температуры (°С; по оси абсцисс) на тепловыделение (мкВт/мг сухой массы; по оси ординат) листьев (1) и корневищ (2) растений *Achillea millefolium* (А) и *Pyrola rotundifolia* (Б).

Таким образом, выявлен различный уровень метаболической активности и ее зависимость от температуры у растений с разным типом адаптивных стратегий. Растения *A. millefolium* с конкурентно-рудеральными свойствами характеризовались более высоким уровнем дыхания и выделения тепла, чем растения *P. rotundifolia* – зимнезеленого стресс-толерантного вида. Выявленные изменения скорости дыхания растений в течение вегетационного периода обусловлены различиями в сезонных ритмах развития надземных и подземных побегов. Повышение дыхательной способности листьев и корневищ зимнезеленого вида *P. rotundifolia* в осенний период связано с ультраструктурными перестройками клеток, что способствует адаптации растений к низким температурам. Анализ температурной зависимости скорости дыхания и тепловыделения свиде-

тельствует о низкотемпературном оптимуме роста *P. rotundifolia*, что обеспечивает реализацию адаптивной стратегии зимнезеленого стресс-толерантного вида. *A. millefolium* – смешанный CRS-тип – отличался от S-стратега более широкой зоной оптимума для роста, что отражает широкое распространение этого вида в различных экологических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борзенкова Р.А., Яшков М.Ю., Пьянков В.И. Содержание абсцизовой кислоты и цитокининов у дикорастущих видов с разными типами экологических «стратегий» // Физиология растений, 2001. Т. 48, № 2. С. 229-237.

2. Пьянков В.И., Иванов Л.А., Ламберс Х. Конструкционная цена растительного материала у видов бореальной зоны с разными типами экологических «стратегий» // Там же. № 1. С. 81-88.



ПРОЕКТИВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В КОРЕННЫХ ЕЛОВЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ

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

Научные интересы: экология и физиология древесных растений, CO₂-газообмен, пигменты

Одним из наиболее важных показателей, дающих представление об особенностях протекания процесса фотосинтеза в сообществах и о потенциальных возможностях растений, является мощность фотосинтетического аппарата, которую можно рассчитать с помощью данных о содержании хлорофилла в фотосинтезирующих органах на единице площади, покрытой растительностью [7]. Согласно современным данным, проективное содержание зеленых пигментов (хлорофилльный индекс – ХИ) является информативным критерием фотосинтетической продуктивности, косвенно характеризующим аккумуляцию углерода в растительных сообществах. Показана положительная корреляция между проективным содержанием хлорофилла с первичной продукцией фотосинтеза, что позволяет использовать ХИ для оценки стока углерода в растительные ценозы [6, 8, 9]. В литературе для растительных сообществ разных зон приводятся величины ХИ – 0.2-40 [12-14], горной тундры – 3.3-9.7 кг/га [11]. Культурные растения на Севере образуют фитоценозы с ХИ 13-28 кг/га [3].

На северо-востоке европейской тайги господствуют хвойные фитоценозы, которые являются самовозобновляющимися экологическими системами. Еловые леса представлены в основном зеленомошным и долгомош-

ным типами [2]. Древостои ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) формируют, как правило, с участием березы повислой (*Betula pendula* Roth.), березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), осины (*Populus tremula* L.), лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) смешанной по составу насаждения небольшой продуктивности, для которых характерны III, IV и V классы бонитета при полноте 0.5-0.8 [1, 2]. Напочвенный покров формируют типичные для бореальных лесов Севера виды растений. Характерно почти сплошное покрытие мхами. Следует отметить, что данные о ХИ фитоценозов коренных ельников единичны [8]. Проективное содержание хлорофилла травяно-кустарничкового и мохового ярусов в лесных сообществах отсутствуют. Цель работы состояла в определении величин проективного содержания хлорофилла в коренных еловых фитоценозах. Исследования проводили в основных типах еловых лесов подзон северной (64°30' с.ш. и 55°30' в.д.) и средней (62° с.ш. и 50°20' в.д.) тайги Республики Коми (табл. 1).

Содержание пигментов измеряли спектрофотометрически (СФ-16, ЛОМО, Россия) согласно методике [10]. Навеску растительной пробы (примерно 200 мг) фиксировали кипящим ацетоном в соответствии с методом Д.И. Сапожникова и др. [5]. Проективное

содержание хлорофилла еловых фитоценозов вычисляли из трех биологических повторностей определения суммарного количества хлорофиллов в листьях соответствующих растений в пересчете на массу ассимилирующих органов на 1 га поверхности почвы, занимаемой сообществом. При определении ХИ фитоценозов проводили усреднение как по выборке из пробных площадей (не менее 9), так и из биологических повторностей (не менее 5).

Исследования пигментного фонда древесных растений показали неодинаковое накопление хлорофиллов хвойными, лиственными растениями и древостоями в целом. Ранее нами было отмечено, что содержание пигментов изменяется в зависимости от возраста хвои, расположения ее в кроне, сексуализации побегов [4, 8]. Изменяется содержание хлорофилла и в зависимости от условий почвенного питания или типа леса. У ели в заболоченных типах леса северной тайги синтез пигментов снижен по сравнению с черничными, что обусловлено неблагоприятными эдафическими условиями среды. В условиях средней тайги это различие по типам леса менее выражено. Пигментный фонд ели изменяется в географическом плане: по мере продвижения от средней тайги к северной в хвое отмечается повышение концентрации хлорофиллов

Таблица 1

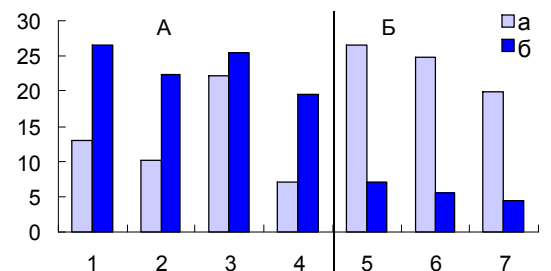
Таксационная характеристика еловых фитоценозов

Тип леса	Состав древостоя	Возраст, лет	Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас древесины, м ³ /га	Средняя величина параметра	
					диаметр, см	высота, м
Северная тайга						
Черничный свежий (1)	5ЕЗЛц1Б1Ос+С	70-210	23.48	223	13	12
Черничный влажный (2)	6ЕЗЛц1Б+Ос	70-260	21.70	214	12	12
Чернично-зеленомошный (3)	5Е2Лц2Б10с+С	70-170	23.44	160	11	11
Долгомошный (4)	9Е1Б+С	110-250	21.39	136	13	10
Средняя тайга						
Черничный свежий (5)	8Е2Б+С	80-200	33.50	267	17	15
Черничный влажный (6)	7Е2Б1С	70-180	31.41	220	16	15
Долгомошный (7)	7Е2Б1С	70-180	32.76	170	15	14

Таблица 2

Содержание хлорофилла в хвое ели, мг/г сухой массы

Тип леса	Подзона тайги	
	северная	средняя
Черничный свежий	1.39 ± 0.16	1.68 ± 0.14
Черничный влажный	2.04 ± 0.06	1.37 ± 0.04
Долгомошный	1.13 ± 0.13	1.24 ± 0.05



Хлорофилльный индекс (кг/га сухой массы) древостоя (а) и напочвенного покрова (б) на пробных площадях (по горизонтали) в еловых фитоценозах северной (А) и средней (Б) тайги.

(табл. 2). Листья лиственных пород, которые несомненно играют значительную роль в продукции органических веществ еловых фитоценозов, содержат в 2.5-3.0 раза больше хлорофилла по сравнению с хвоей ели. Выявлена существенная дифференциация растений травяно-кустарничкового и и мохового ярусов по содержанию зеленых пигментов, что проявляется в варьировании концентраций хлорофиллов (1.2-5.7 мг/г сухой массы). Среди

изученных видов повышенным содержанием зеленых пигментов (5.68 и 3.64 мг/г сухой массы) характеризовались черника и брусника, а низким (1.2 мг/г сухой массы) – сфагновые мхи.

Следует отметить, что в расчете на единицу площади насаждения проективное содержание хлорофилла в большей степени зависит от массы ассимилирующих органов, которая, в свою очередь, варьирует при изменении экологических условий. Согласно данным К.С. Бобковой [1], запасы хвои в хвойных фитоценозах исследуемого региона изменяются в 1.5-2.0 раза как по подзонам, так и в зависимости от типа леса в пределах зоны. Проектное содержание хлорофилла в спелых еловых древостоях северной тайги в зависимости от типа леса колеблется от 7.0 до 22.2, средней – от 20.0 до 26.6 кг/га (см. рисунок). Наибольшие величины ХИ отмечены в свежем ельнике черничном средней тайги, наименьшие – в сфагновом ельнике северной тайги, что обусловлено неблагоприятными эдафическими условиями их произрастания. В лесных сообществах важно рассмотреть все компоненты фитоценоза. Расчеты показали, что ХИ травяно-кустарничкового и мохового ярусов в еловых фитоценозах подзоны средней тайги изменяется незначительно. Величина ХИ данного яруса составляет 4.3-7.1 кг/га. По мере продвижения на север, а также нарастания увлажнения почв, наряду с увеличением ассимилирующей массы напочвенного покрова, в особенности мохового яруса, величина проективного содержания хлорофилла нижних ярусов растительности увеличивается в 4-5 раз. Диапазон величин ХИ в среднетаежных еловых сообществах (24.3-33.7 кг/га), несколько меньше, чем в северотаежных ельниках (26.5-47.7).

Таким образом, проективное содержание хлорофилла в значительной степени определяется как развитием ассимиляционного аппарата и содержанием в нем зеленых пигментов, так и условиями произрастания и географическим положением растительных сообществ. Основную роль в проективном содержании зеленых пигментов в старовозрастных ельниках средней тайги выполняют древостои, а в северной тайге – растения напочвенного покрова. Полученные нами для ельников величины хлорофилльного индекса с учетом видового состава растений, составляющих фитоценоз, позволяют получить более полную количественную оценку фотосинтетического стока углерода в еловые сообщества европейского Северо-Востока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бобкова К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1978. 155 с.
2. Коренные еловые леса Севера: Биоразнообразие, структура, функции. СПб.: Наука, 2001. 278 с.
3. Куренкова С.В. Пигментная система культурных растений в условиях подзоны средней тайги европейского Северо-Востока. Екатеринбург, 1998. 113 с.
4. Ладанова Н.В., Тужилкина В.В. Структурная организация и фотосинтетическая активность хвои ели сибирской. Сыктывкар, 1992. 97 с.
5. Метод фиксации и хранения листьев для количественного определения пигментов / Д.И. Сапожников, Т.Г. Маслова, О.Ф. Полова и др. // Бот. журн., 1978. Т. 63. С. 1586-1592.

6. Проектное содержание хлорофилла и биоразнообразия растительности основных ботанико-географических зон России / П.Ю. Воронин, Е.И. Ефимцев, А.А. Васильев и др. // Физиология растений, 1995. Т. 42. С. 295-302.

7. Тарчевский И.А., Андрианова И.А. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы // Физиология растений, 1980. Т. 27, № 2. С. 390-395.

8. Тужилкина В.В., Бобкова К.С., Мартынюк З.П. Хлорофилльный индекс и фотосинтетический сток углерода в хвойные фитоценозы на европейском севере России // Физиология растений, 1998. Т. 45, № 4. С. 594-600.

9. Цельникер Ю.Л., Малкина И.С. Хлорофилльный индекс как показатель годичной аккумуляции углерода древостоями леса // Физиология растений, 1994. Т. 41. С. 325-330.

10. Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрак-

тах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154-170.

11. Шмакова Н.Ю. Сравнительная оценка листового и хлорофилльного индексов для определения годичной продукции органического вещества в

сообществах горной тундры Хибин // Бот. журн., 2002. Т. 87, № 3. С. 85-98.

12. Anderson M.C. Photon flux, chlorophyll content and photosynthesis under natural conditions // Ecology, 1967. Vol. 48, № 6. P. 1050-1052.

13. Kira T. Primary production of forests // Photosynthesis and productivity in different environments. Cambridge, 1975. P. 5-40.

14. Lieth H., Whitaker R.H. Primary productivity of the biosphere // Ecological studies. Berlin, 1975. Vol. 14. P. 181-197.



ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПИРАЦИИ ХВОИ ЕЛИ В СТАРОВОЗРАСТНЫХ ЕЛЬНИКАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

к.б.н. С. Сенькина

с.н.с. отдела лесобиологических проблем Севера
E-mail: senkina@ib.komisc.ru, тел. (8212) 24 50 03

Научные интересы: экология таежных экосистем, водный режим растений

В средней подзоне тайги еловые леса произрастают на площади 6.74 млн га, из них 73.9 % сосредоточено в спелых и перестойных насаждениях [3]. Как ранее показали исследования в субклимаксовых еловых сообществах южной тайги [8], эти древостой обладают высокой репродуктивной способностью, устойчивостью к условиям произрастания и повышенной эффективностью использования лучистой энергии, что происходит за счет сложных внутренних механизмов жизнедеятельности дерева.

Объектом исследования послужила ель сибирская, произрастающая в ельниках черничных на территории Ляльского лесоэкологического стационара. Ельники произрастают на типичных подзолистых почвах. Возраст ели достигает здесь 200 лет. Наличие в старовозрастных древостоях деревьев крупных размеров предполагает перемещение веществ с помощью водного тока на большие расстояния.

Частота распределения величин (доля общего количества наблюдений) интенсивности транспирации хвои ели колеблется от 1 до 15 %. Наибольшее количество встречаемости приходится на величину от 80 до 90 мг воды/г сырой массы ч. Для сравнения: у средневозрастных елей (70 лет) наибольшее количество встречаемости приходится на величину от 60 до 70, а у 40-летних елей – 50 мг/г сырой массы ч [5]. Тем не менее, в условиях средней подзоны тайги, несмотря на широкий диапазон изменчивости, средние величины этого показателя близки между собой и составляют 98.1, 89.0 и 101.5 мг влаги/г сырой массы ч соответственно у старо-, средневозрастных и молодых елей.

Транспирация по своей значимости и информативности является одним из основных показателей водного режима дерева. Среди других физиологических характеристик она представляет собой одно из важнейших звеньев в цепи процессов, играющих существенную роль в формировании древостоев таежной зоны. Количество транспирируемой влаги очень велико. Лес в течение вегетационного периода испаряет количество влаги, почти равное годовой сумме выпадающих осадков. В Швеции, например, вычислили, что 1 га елового леса на сухой почве транспирирует за год 2100 м³ воды, что равно 211 мм осадков, между тем как 1 га такого же леса на влажной почве транспирирует около 4000 м³ воды (378 мм осадков) [2].

В условиях Севера неустойчивость погодных условий, частое избыточное увлажнение почвы, недостаток тепла и другие экологические факторы накладывают свой отпечаток на физиологические процессы и, в конечном счете, на формирование и накопление биологической массы. Сезонная кривая интенсивности транспирации различна в разные годы (рис. 1). В 2004 г. за счет высоких температур воздуха и очень малого количества осадков по сравнению с 2002 и 2003 гг. интенсивность транспирации хвои ели была значительно выше, в то время как в июне и августе эти показатели незначительно отличаются друг от друга (см. таблицу).

Подзолистые почвы исследуемых ельников характеризуются небольшими тепловыми ресурсами. Прогревание всей 60-сантиметровой толщи почвы до 8 °С и выше наблюдается во второй половине июня и начале июля. В целом температура почвы обеспечивает активную жизнедеятельность корней в пределах верхней толщи почвы. Запасы влаги в ней в течение большей части вегетации держатся в интервале, благоприятном для жизнедеятельности растений [1]. Наиболее высокая интенсивность транспирации обычно наблюдается в июле, когда в дереве активно проходят все процессы метаболизма. Иногда наблюдается повышенная интенсивность транспирации весной, такое явление для растений, произрастающих в условиях Севера, связано с тем, что они вынуждены проходить весь цикл развития за короткий вегетационный период.

В условиях достаточного увлажнения кривые сезонного хода транспирации зависят в большей степени от изменения метеофакторов. Так, на Севере огромное влияние на рост и развитие растений оказывает температура воздуха. Однако нами в старовозрастных ельниках обнаружена слабая, а иногда и обратная зависимость интенсивности транспирации от температуры ($R_t = -0.03$), в то время как в средневозрастных древостоях эта зависимость более тесная ($R_t = +0.5$). Известно, что явление обратной зависимости транспирации и температуры воздуха происходит, когда грунтовые воды недоступны корням растений и в почве возникает дефицит влаги.

Ель обладает высокой чувствительностью к атмосферной засухе, поэтому водный баланс деревьев может нарушиться вследствие напряженности метеофакторов даже на фоне значительных запасов

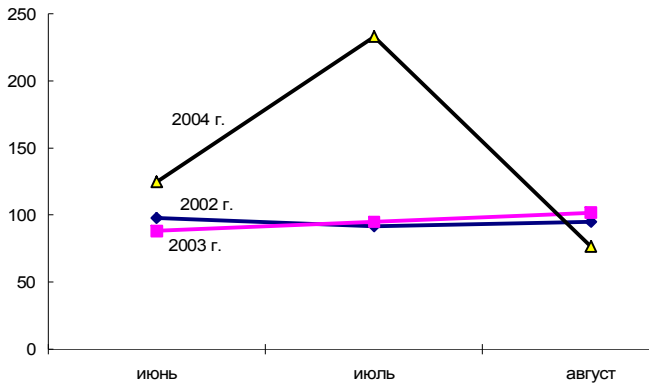


Рис. 1. Сезонная динамика интенсивности транспирации (мг/г ч; по оси ординат) двухлетней хвой ели.

Количество осадков (мм; верхняя строка) и температура воздуха (°С; нижняя строка) в годы наблюдений по данным метеостанции Усть-Вымь

Месяц	Год			СМП [6, 7]
	2002	2003	2004	
Июнь	43.0	101.0	71.0	70.0
	12.7	10.8	22.7	13.7
Июль	16.0	43.0	21.0	71.0
	17.6	18.4	26.4	16.3
Август	71.0	54.0	89.0	69.0
	9.6	17.1	10.3	13.7

Примечание: СМП – среднегодеглетний показатель.

влаги в почве. На интенсивность транспирации ели влажность воздуха оказывает сильное влияние, так как количество испаренной влаги прямо пропорционально дефициту насыщения воздуха водяными парами. Регрессионные зависимости интенсивности транспирации хвой ели в старовозрастных ельниках от различных метеофакторов показаны на рис. 2. Отмечается линейный характер этих зависимостей с очень низким коэффициентом детерминации (R^2) с температурой воздуха и освещенностью.

Транспирация – это не только физический, но и физиологический процесс, который находится под влиянием внешних, регулирующих его извне, и внутренних факторов. По мнению Х.Л. Пенмана [4], если корни растения находятся в достаточно влажной почве, то скорость утечки воды диктуется не физиологическими, а физическими факторами: температурой, влажностью, движением воздуха. Но когда запас воды в почве близится к концу, решающей становится уже не физика, а физиология.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера. СПб.: Наука, 2001. 278 с.
2. Дювинью П., Танг М. Биосфера и место в ней человека. М.: Прогресс, 1973. 270 с.
3. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. СПб.: Наука, 2006. 339 с.
4. Пенман Х.Л. Круговорот воды // Биосфера. М., 1972. С. 60-70.
5. Сенькина С.Н. Эколого-физиологическая характеристика транспирации хвойных древесных растений в фитоценозах Севера // Экология, 2002. С. 254-260.
6. Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы. Л., 1965. Вып. 1, ч. II. 380 с.
7. Справочник по климату СССР. Влажность воздуха, осадки, снежный покров. Л., 1968. Вып. 1, ч. IV. 342 с.
8. Факторы регуляции экосистем еловых лесов. Л.: Наука, 1983. 318 с.

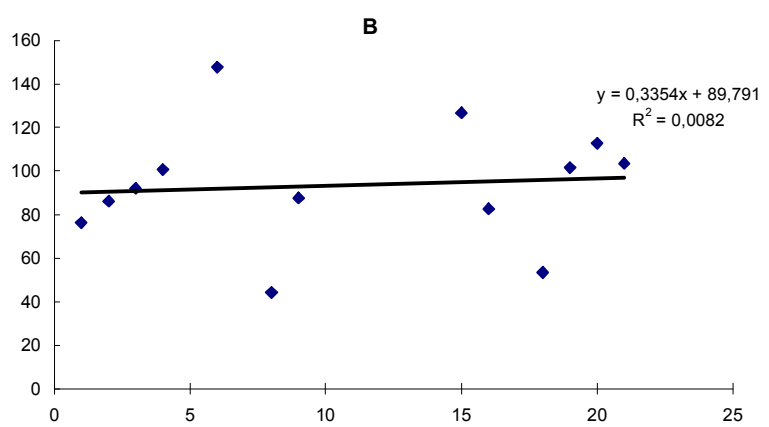
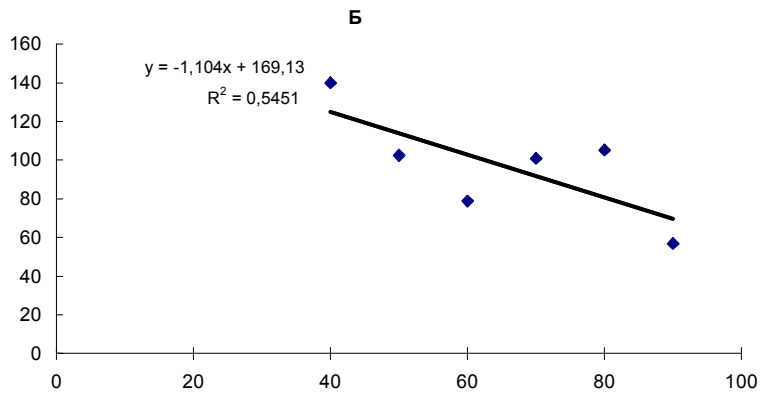
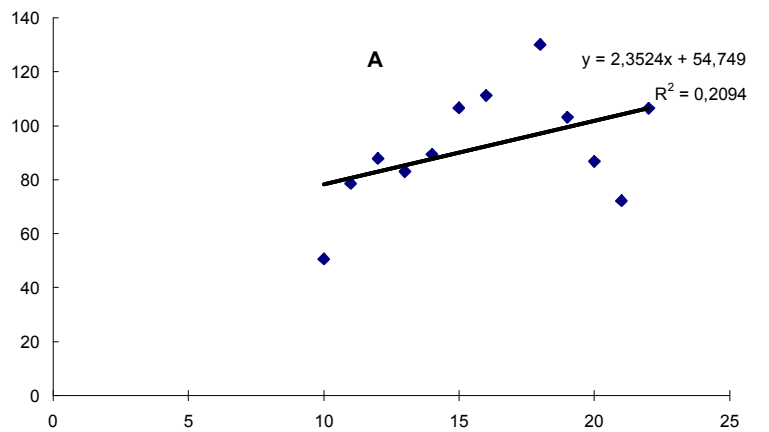


Рис. 2. Влияние температуры (А; °С) и влажности воздуха (Б; %) и освещенности (В; тыс. лк) на интенсивность транспирации (мг/г ч; по оси ординат) двухлетней хвой ели.



ВЛИЯНИЕ ЭКДИЗОНА И 20-ГИДРОКСИЭКДИЗОНА НА РАЗВИТИЕ ЛИЧИНОК И ПЛОДОВИТОСТЬ ИМАГО ЕГИПЕТСКОЙ ХЛОПКОВОЙ СОВКИ *SPODOPTERA LITTORALIS* BOISD. (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

к.б.н. **К. Уфимцев**
 н.с. лаборатории биохимии и биотехнологии
 E-mail: ufimtsev@ib.komisc.ru; тел. (8212) 21 67 14

Научные интересы: энтомология, экология, влияние биологически активных соединений на насекомых-фитофагов

Согласно классической схеме гормональной регуляции развития, циклические процессы роста и линьки насекомых контролируются тремя взаимодействующими гормонами – проторакотропным (ПТТГ), ювенильным (ЮГ) и гормоном линьки (ГЛ). Периодически в ответ на сигнал окружающей среды нейросекреторные клетки секретируют ПТТГ к синтезу прогормона экдизона (Е), который в периферических тканях превращается в истинный гормон линьки 20-гидроксиэкдизон (20Е). В результате его действия на эпидермальные клетки инициируется процесс линьки: отделение эпидермиса от старой кутикулы, отложение новой кутикулы и окончательное сбрасывание старой кутикулы. Превращение Е в 20Е катализируется ферментом экдизон-20-монооксигеназой. Так как 20Е существенно более активен, чем Е, то в настоящее время считается, что экдизон является прогормоном, а 20Е – истинным гормоном линьки [2, 10].

Количественное изучение титра ГЛ у представителей различных отрядов насекомых позволило установить, что титр экдистероидов изменяется в онтогенезе насекомых и представлен двумя или тремя пиками. В ходе метаморфоза четырех видов Diptera Брайерс с соавт. [8] обнаружили три пика экдистероидов: первый на предкуколичной стадии, второй (почти в три раза выше) – при формировании пупария и третий – при куколично-имагинальном аполизисе. Здарек и Делинжер [15] показали, что падение титра экдистероидов, наблюдаемое у *Sarcophaga bullata* на предкуколичной стадии, необходимо для нормального протекания куколичного экдизиса. У насекомых с экспериментально сохраненным высоким уровнем экдистероидов последний задерживался или предотвращался.

Особенно детально влияние изменения титра экдистероидов было прослежено на развитии *Drosophila melanogaster* [12]. Согласно одной из последних гипотез [9, 14], у *Drosophila* ЮГ инициирует ранние стадии вителлогенеза и синтез экдистероидов в яичниках, а главную роль в непосред-

ственном контроле оогенеза играет 20Е, стимулируя синтез желточных белков в жировом теле и фолликулярных клетках и их поглощение ооцитами. Соллером с соавт. [13] было экспериментально показано, что развитие вителлогенетических ооцитов стимулируется ЮГ, а 20Е регулирует превителлогенетические стадии развития ооцитов. Это позволило авторам предположить, что для нормального протекания оогенеза у *Drosophila* определяющим является поддержание баланса ЮГ и 20Е. Раушенбах с соавт. на примере *D. virilis* подтвердил, что экспериментальное повышение титра 20Е у молодых самок изменяет уровень ЮГ. Постоянный сдвиг баланса гонадотропинов в пользу 20Е резко снижает плодовитость особей линии дикого типа [1].

Ранее нами было показано, что экспериментальное повышение уровня 20Е у личинок египетской хлопковой совки *Spodoptera littoralis* Boisid. (Lepidoptera, Noctuidae), считающейся нечувствительной к высоким концентрациям экдистероидов [6, 7, 11], при питании на экдистероидсодержащих средах приводит к нарушению нормальному развитию и снижению плодовитости имаго [3, 4]. В настоящей работе мы показали, что экзогенные экдистероиды – экдизон и 20-гидроксиэкдизон, выделенные из растения серпухи венценосной *Serratula coronata* L., при введении в питательную среду приводят к изменению титра экдистероидов в гемолимфе завершивших питание гусениц, вызывают гибель гусениц и куколок и значительное снижение плодовитости имаго. В отличие от 20-гидроксиэкдизона влияние прогормона линьки экдизона наиболее выражено проявляется на стадии куколки и во время имагинальной линьки.

Лабораторная линия гусениц египетской хлопковой совки была получена из Института энтомологии Академии наук Республики Чехия (г. Ческе-Будейовице). Изучалось влияние экспериментальных питательных сред, содержащих 1 мг/г 20Е (ЭПС-1) и Е (ЭПС-2). Контрольная среда не содержала экдистероиды. Личинок выращи-

вали в чашках Петри диаметром 200 мм в термостате при температуре 25 °С с фотофазой 16 и скотофазой 8 ч на искусственной питательной среде (ИПС) по общепринятой методике [5]. Состав ИПС для гусениц: вода – 77.95 мл, агар – 1.83, казеин – 1.40, кукурузная мука – 12.84, зародыши пшеницы – 3.21, дрожжи – 3.43, аскорбиновая кислота – 0.45, бензойная кислота – 0.13, нипагин – 0.11, формальдегид – 0.05 г.

Гусениц VI (последнего) возраста со средней массой 270 ± 10 мг помещали в чашки Петри на контрольную среду и ЭПС группами по пять особей. Регистрировали изменение массы гусениц, продолжительность развития, смертность, пищевое поведение, плодовитость имаго. Взвешивание гусениц и остатков корма производили ежедневно, заменяя его новой порцией. Образующиеся куколки отсаживали и определяли пол и массу. Имаго отсаживали парами (самец-самка) в стеклянные цилиндры с внутренними цилиндрами из фильтровальной бумаги, на дно которых помещали емкости с дистиллированной водой и сахарным сиропом. После спаривания яйца, отложенные на бумагу, подсчитывали под микроскопом. Из каждой группы отбирали по пять завершивших питание гусениц для забора гемолимфы. Титр экдистероидов в гемолимфе определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием аналитической ВЭЖХ-системы Varian, pro Star (США).

В контрольной группе гусеницы в течение пяти суток активно питались и нормально развивались, достигнув на третьи сутки максимальной средней массы (рис. 1). До конца эксперимента гибели гусениц не наблюдалось, из образовавшихся куколок (17 самцов + 13 самок) выход имаго (10 самцов + 13 самок) составил 76.6 %. По сравнению с контрольной группой на ЭПС-1 наблюдалось отставание гусениц в развитии и их гибель. Общая смертность гусениц и куколок составила 27.0 %. Максимальная средняя масса одной гусеницы была значительно ниже, чем в контроле. Большое

влияние среда ЭПС-1 оказала на плодовитость имаго, количество яиц на одну самку было гораздо ниже, чем в контрольной группе (рис. 2). Развитие гусениц на ЭПС-2 незначительно отличалось от контрольной группы. В начале эксперимента гибель гусениц была невысокой, максимальная средняя масса одной гусеницы сравнима с контрольной группой (рис. 1). Гибель гусениц

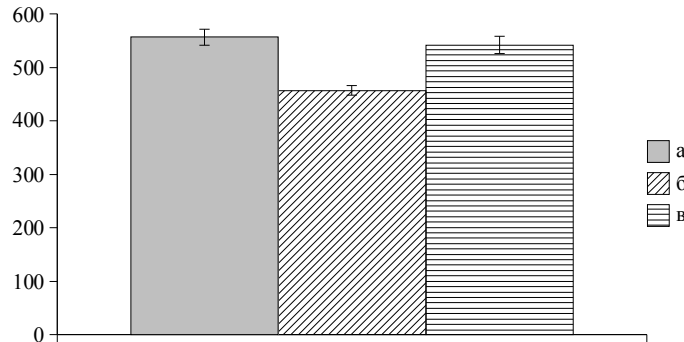


Рис. 1. Максимальная средняя масса (мг; по вертикали) гусениц *Spodoptera littoralis* Boisд. перед завершением питания: в контроле (а), на ЭПС-1 (б), на ЭПС-2 (в).

началась после завершения питания, перед окукливанием, и совокупная смертность гусениц и куколок достигла 71.4 % (рис. 3). Основная часть погибла во время имагинальной линьки. Из образовавшихся куколок выход имаго произошел лишь в 10 случаях (5 самцов + 5 самок). Кладки были получены от двух пар. Наблюдалось отрождение гусениц и их гибель. Подсчет яиц в этом случае не производился.

Анализ содержания экидистероидов в гемолимфе завершивших питание гусениц показал, что титр 20Е в контроле существенно выше, чем при кормлении экзогенным 20Е. Подобный результат может быть связан со снижением синтеза эндогенного 20Е и активацией ферментов его деградации в результате длительного экспериментального повышения уровня гормона. У гусениц, питавшихся на ЭПС-2, 20Е в гемолимфе обнаружен не был, однако присутствовал прогормон линьки Е, который в гемолимфе гусениц контрольной группы и питавшихся на ЭПС-1 отсутствовал (рис. 4).

Полученные результаты показывают, что экзогенные экидистероиды – экидизон и 20-гидроксиэкидизон, поступившие с пищей, не оказывают антифидантного действия на гусениц египетской хлопковой совки, но нарушают нормальный процесс развития, приводят к изменению титра экидистероидов в гемолимфе завершивших питание гусениц, вызывают гибель гусениц и куколок и

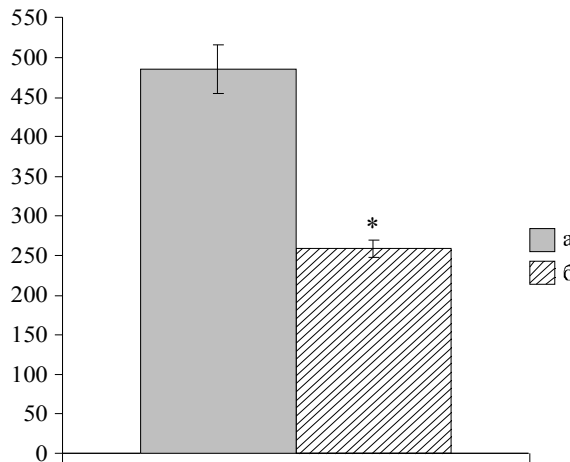


Рис. 2. Число яиц на одну самку (шт.; по вертикали): в контроле (а), на ЭПС-1 (б). * $p < 0.01$.

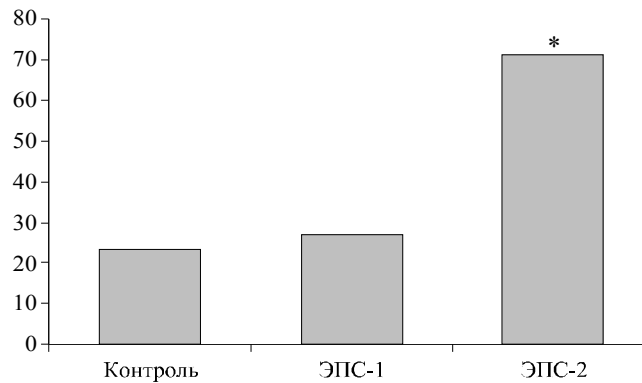


Рис. 3. Доля погибших гусениц и куколок (%; по вертикали). * $p < 0.001$.

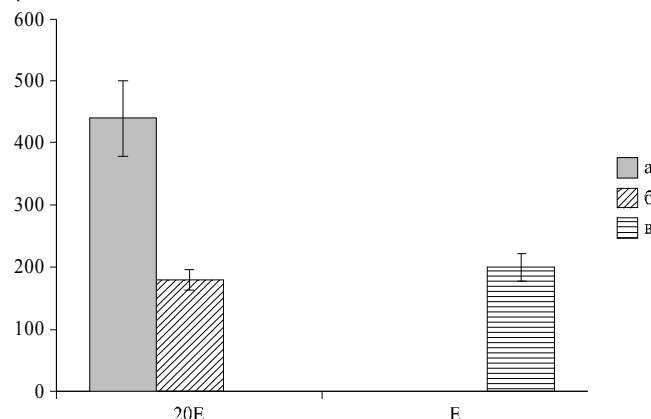


Рис. 4. Содержание (нг/мл; по вертикали) экидистероидов в гемолимфе гусениц *Spodoptera littoralis* Boisд., завершивших питание: на контроле (а), ЭПС-1 (б), ЭПС-2 (в).

значительное снижение плодовитости имаго. В отличие от 20Е влияние прогормона линьки Е гораздо значительнее проявляется на стадии куколки и во время имагинальной линьки.

Автор благодарит к.б.н. С.О. Володину, научного сотрудника лаборатории биохимии и биотехнологии, за ВЭЖХ-анализ гемолимфы.

ЛИТЕРАТУРА

- 20-гидроксиэкидизон взаимодействует с ювенильным гормоном и дофамином в контроле плодовитости *Drosophila virilis* / И.Ю. Раушенбах, Н.Е. Грунтенко, ..., В.В. Володин // ДАН, 2005. Т. 400, № 6. С. 847-849.
- Раушенбах И.Ю. Нейроэндокринная регуляция развития насекомых в условиях стресса. Новосибирск, 1990. 160 с.
- Уфимцев К.Г. Действие экидистероидов растения *Serratula coronata* L. на развитие и поведение личинок некоторых видов насекомых-фитофагов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2004. 26 с.
- Фитозэкидистероиды / Отв. ред. В.В. Володин. СПб.: Наука, 2003. 293 с.
- Adel M.M., Sehna F. Azadirachtin potentiates the action of ecdysteroid agonist RH-2485 in *Spodoptera littoralis* // J. Insect Physiol., 2000. Vol. 46. P. 267-274.
- Blackford M., Clarke B., Dinan L. Distribution and metabolism of exogenous phytoecdysteroids in the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) // Arch. Insect Biochem. Physiol., 1997. Vol. 34. P. 329-346.
- Blackford M., Clarke B., Dinan L. Tolerance of Egyptian cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) to ingested phytoecdysteroids // J. Insect Physiol., 1996. Vol. 42. P. 931-936.
- Briers T., Van Beek E., De Loof A. Ecdysteroid activity during metamorphosis and in male and female adults of four blowfly species // Comp. Biochem. Physiol., 1983. Vol. 74A. P. 521-524.

9. Ecdysteroids regulate yolk protein uptake by *Drosophila melanogaster* oocytes / D.S. Richard, N.L. Watkins, R.B. Serafin et al. / J. Insect Physiol., 1998. Vol. 44. P. 637-644.

10. Lafont R. Understanding insect endocrine systems: molecular approaches // Entomologia Experimentalis et Applicata, 2000. Vol. 97. P. 123-136.

11. Marion-Poll F., Descoins C.L. Taste detection of phytoecdysteroids in

larvae of *Bombyx mori*, *Spodoptera litoralis* and *Ostrinia nubilalis* // J. Insect Physiol., 2002. Vol. 48, № 4. P. 467-476.

12. Richards G. Insect hormones in development // Biol. Rev., 1981. Vol. 56. P. 501-549.

13. Soller M., Bownes M., Kubli E. Control of oocyte maturation in sexually mature *Drosophila* females // Develop. Biol., 1999. Vol. 208. P. 337-351.

14. Vitellogenesis in diapausing and mutant *Drosophila melanogaster*: further evidence for the relative roles of ecdysteroids and juvenile hormones / D.S. Richard, J.M. Jones, M.R. Barbarito et al. // J. Insect Physiol., 2001. Vol. 47, № 8. P. 905-913.

15. Zdarek J., Delinger D. Pupal ecdysis in flies: the role of ecdysteroids in its regulation // J. Insect Physiol., 1987. Vol. 33. P. 123-128.



КОНФЕРЕНЦИИ



УЧАСТИЕ В АРКТИЧЕСКОМ НАУЧНОМ САММИТЕ

к.г.н. А. Пастухов, к.г.н. Д. Каверин

С 23 по 27 марта 2009 г. в Норвегии (г. Берген) состоялся Арктический научный саммит в рамках ASSW – Arctic Science Summit Week, в котором мы приняли участие. В целом, в работе саммита приняло участие 350 ученых из различных стран (Канада, Норвегия, Россия, США, Швеция и др.), в том числе были представители далеко «неарктических» стран, таких как Индия или Южная Корея. Это еще раз подчеркивает огромное разноаспектное значение Арктики в современном мире. ASSW стал уже ежегодным событием: первый ASSW проходил в 1999 г. в Тромсё (Норвегия), в 2008 г. – у нас, в Сыктывкаре, в рамках Социально-экономического конгресса, в этом году ASSW стал юбилейным десятым. На саммите было немало российских ученых, в том числе русских представителей из Университета Аляски, работающих в команде В. Романовского. В работе конференции приняло участие большое количество молодых ученых, которым оргкомитет оказал финансовую поддержку, в том числе и нам.

Официальная задача саммита состояла в том, чтобы провести встречу представителей различных научных организаций, изучающих арктические экосистемы, в одном месте в течение одной недели с целью содействия развитию международного сотрудничества, координации и кооперации во всех дисциплинах арктической науки. Программа мероприятия включала в себя восемь научных секций:



На заседании секции пленарных докладов.

1. Изменения морского льда, их влияние на био-разнообразие и транспортные коммуникации.
 2. Вариабельность арктического климата.
 3. Роль Арктики в процессах глобальных изменений.
 4. Эволюция арктических экосистем в связи с потеплением климата.
 5. Коренные культуры на Севере.
 6. Береговые экосистемы как связующее звено между океаном и сушей.
 7. Влияние изменений в Арктике на здоровье человека.
 8. История исследований Арктики.
- Нами были представлены устные доклады на секции «Эволюция арктических экосистем»: А.В. Пастухов на тему «Характеристика почвенного покрова северо-восточной части Большеземельской тундры», Д.А. Каверин – «Переходный слой мерзлоты как часть системы почв тундры». Кроме 4-го симпозиума мы, естественно, старались посетить наиболее интересующие нас доклады 2-, 3- и 6-й секций.

Первый пленарный доклад д-ра Т. Браво (Кембридж, Великобритания) был посвящен истории арктической науки, которая насчитывает уже почти 200 лет. Первые постоянные стационарные исследования в Арктике были проведены Карлом Вейлрехтом еще в конце XIX. В 1875 г. он опубликовал работу «Основные принципы Арктических исследований». В целом Т. Браво дал краткий обзор полярных исследований, впрочем, практически не упоминая о советских полярных исследованиях, которые по масштабам и значимости намного превосходили все остальные страны!

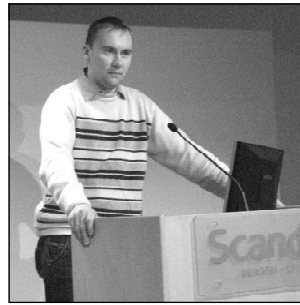
В своем пленарном докладе д-р Джей ван Оостдам (Канада) «Риски для здоровья людей в меняющейся Арктике» отметил наиболее низкую продолжительность жизни коренных народов (46.5 лет у мужчин в Корякском АО против 79.5 лет у мужчин в Исландии). Интенсивное освоение Арктики приводит к изменению не только традиционной культуры, но и к отказу от традиционного питания. Охота и рыбалка, с одной стороны, – источник полноценных питательных веществ, дешевых и доступных, с другой – возрастает заболеваемость от пара-

зитов и гельминтов, а также вследствие роста содержания токсичных веществ в мясе и рыбе из-за загрязнения окружающей среды. В то же время питание привозной пищей обходится дорого, приводит к росту потребления углеводов и излишних жиров и отказу от социально-культурных традиций.

Освещение проблем коренных народов продолжила д-р Грета Ховелсруд. Основной парадокс ситуации состоит в том, что культуру и традиции коренных народов пытаются сохранить и оставить неизменной, тогда как любая культура развивается и изменяется. Возможно, это только политическое давление? Кто решает, что культура изменилась и необходимо пытаться остановить этот процесс? Люди адаптировались к суровым условиям Арктики в течение тысяч лет, но в последнее время климат в Арктике изменяется быстрее, чем где-либо еще. С одной стороны, потепление принесет новые возможности, например, улучшатся условия для охоты, увеличится количество промысловых видов, площади пастбищ для оленей и овец. С другой стороны, для традиционного транспорта на оленях по мерзлой земле необходима зимняя температура ниже -18°C , при отсутствии трех повторяющихся подряд дней с температурой ниже -35°C выживают личинки моли, которые летом, поедая листья деревьев, уничтожают их. Это уже является настоящим бедствием в северной Скандинавии. Таким образом, несмотря на высокую адаптивность коренных народов, они являются чрезвычайно чувствительными к глобализации и глобальному потеплению.

Многие докладчики на научных секциях обращали большое внимание не только на полученные данные, но и пытались их интерпретировать в свете будущих климатических изменений. В докладах были представлены данные измерений потоков парниковых газов в различных арктических экосистемах, при этом отмечалась роль современной и будущей эмиссии этих газов. Была проведена оценка запасов углерода в почвах и растительном покрове, приведены результаты датировок органического углерода в современных и погребенных почвах. Много говорилось о влиянии деградации многолетней мерзлоты на эмиссию CO_2 в Арктический океан.

Саммит еще раз подчеркнул все более возрастающую актуальность докладов, посвященных не толь-



Выступление Д. Каверина (слева) и А. Пастухова.

ко изменению климата, но также и прогностическим климатическим моделям. Климатические модели используют количественные математические методы симуляции взаимодействия атмосферы, океанов, земной поверхности и льда. Они используются для прогноза погоды, понимания климата и, самое главное, проецирования будущих климатических изменений.

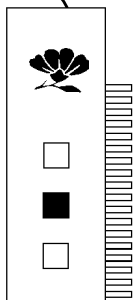
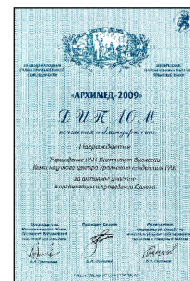
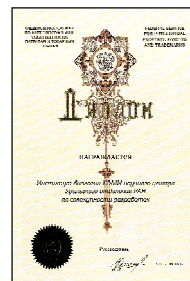
Впрочем, климатические модели не отличаются пока большой точностью. Данные различных моделей имеют значительное расхождение и низкое разрешение (грид), результаты моделирования, освещенные в ряде докладов, несколько отличаются от действительности. Например, данные, полученные через плавучие наблюдательные профайлеры ITPs и POPS (представляющие собой буи на платформе, находящейся на поверхности льда, от которых через лед на глубину 800-1000 м опущены кабели с различными сенсорами и устройствами, позволяющими проводить любые измерения и мгновенно передавать данные через спутник), показали, что в реальности арктические океанические воды теплее на $1-2^{\circ}\text{C}$, чем это считалось на основе данных климатического моделирования.

В настоящее время очень актуальным направлением в науке является изучение и подсчет содержания углерода в океане и на суше, особенно большие количества которого содержатся в мерзлотных торфяных болотах. Считается, что высвобождаемая вследствие оттаивания огромная масса углерода (парниковых газов) значительно увеличивает его содержание в атмосфере, это в свою очередь еще в большей степени стимулирует потепление климата, таким образом, получается замкнутый круг.



НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН награжден серебряной медалью XII Международного салона промышленной собственности «Архимед-2009» за разработку «Комплексная технология восстановления лесных экосистем на техногенно нарушенных территориях европейского северо-востока России», дипломом почтения и благодарности за активное участие в организации и проведении Салона, а также дипломом по совокупности разработок Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам!



Кроме того, в рамках Арктической недели было проведено несколько рабочих совещаний организаций, принимавших участие в работе саммита: Тихоокеанская арктическая группа (PAG), Совет наук Арктического океана (AOSB), Ассоциация начинающих полярных ученых (APECS), Международный арктический комитет (IASC), Центр интегрированных арктических исследований в Свальбарде (Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System – SIOS) и др. На заседаниях рабочих групп были также подписаны соглашения о сотрудничестве и слиянии различных Арктических организаций. Подробная информация об этом содержится на официальном сайте IASC. Наиболее интересной как для нас, участников саммита, так и в перспективе для Института биологии в целом, было участие в заседании SIOS. Эта организация предполагает создание на базе уже существующих на Шпицбергене исследовательских станций и лабораторий Всемирного научного центра, в котором будут аккумулироваться данные мониторинга высокоширотной Арктики. Уже существующая на Свальбарде инфраструктура принадлежит 10 странам мира, научные центры объединяют ученых из 20 стран, на их базе проходят обучение и стажировку студенты из 25 стран мира. На данный момент в консорциум SIOS из России входят два научных учреждения – это Институт Арктики и Антарктики (Санкт-Петербург) и Полярный геофизический институт КНЦ РАН (Апатиты). На

данном этапе ведутся работы по подготовке плана (proposal), который должен быть подготовлен к декабрю 2009 г., и присоединяются новые участники. Для Института биологии также очевидны преимущества присоединения к проекту: интеграция и совместные работы ученых, возможность обмена студентами и аспирантами и прохождения ими обучения и стажировки; доступ к общим базам данных.

Все мы знаем, что актуальность арктических исследований «подогревается» и большой политической. Исследования в этой части планеты стали особенно актуальными, когда стоимость нефти достигла 140 долл. США/баррель, а в Арктике по самым пессимистичным прогнозам находится примерно 25 % мировых запасов горючих полезных ископаемых. Возникает естественный вопрос – как это все богатство разделить? Даже сейчас, несмотря на мировой кризис и падение цен на сырье, в том числе и на нефть, десятки миллионов евро выделяются на развитие единого SIOS, большую часть которых составляют средства правительства Норвегии. Впрочем, практически эквивалентные суммы выделены и российским правительством Институту Арктики и Антарктики на развитие инфраструктуры для проведения исследований в Арктике.

Россия – арктическая страна, и в настоящее время уделяет более чем серьезное внимание акватории Северного Ледовитого океана и как никогда заинтересована в освоении природных ресурсов региона.



ЮБИЛЕЙ

Марине Ивановне Черезовой – 50 лет.

Почти тридцать лет назад, в 1980 году, еще молодой девчонкой она пришла на работу в лабораторию экологии и генетики животных (в настоящее время ихтиологии и гидробиологии) Института биологии Коми филиала АН СССР на должность лаборанта. После успешного окончания в 1986 году Ленинградской лесотехнической академии она продолжает работать в лаборатории на должности инженера-химика и ведущего инженера. Сейчас Марина Ивановна по-настоящему незаменимый специалист, она владеет всеми

методами сбора, камеральной обработки и анализа данных по ихтиологии и гидробиологии, которые используются в лаборатории.

Марина Ивановна – неперемный участник многих экспедиций в самые разнообразные районы республики – Полярный и Приполярный Урал, Тиман и Большеземельскую тундру, где получила неоценимый опыт в организации и проведении экспедиционных исследований, что помогает ей как начальнику полевого отряда. Кроме основной работы она еще и материально-ответственное лицо в отделе экологии животных, в коем качестве ежегодно отмечается как образцовый исполнитель. Это в высшей степени трудолюбивый, обязательный и эрудированный специалист, который, не считаясь с личным временем и отпусками, всегда идет навстречу просьбам и качественно выполняет любую работу. Она очень надежный человек, а благодаря коммуникабельности и доброжелательности у нее множество друзей.

Марина Ивановна – соавтор ряда научных публикаций по гидробиологии и ихтиологии, обязательный участник многих грантов, научно-исследовательских и прикладных проектов, таких как «Осетровые России», «Влияние нефтяного загрязнения на животный мир Республики Коми», «Биологические ресурсы России», «Оценка влияния многофакторного антропогенного воздействия на экосистемы поверхностных вод Республики Коми. Экология. Токсикология. Водопользование» и многих других.

Дорогая Марина Ивановна!

*Сердечное Вам спасибо за Ваш самоотверженный труд, за Вашу доброту!
Коллектив Института биологии Коми НЦ УрО РАН горячо поздравляет Вас с 50-летием
и от всей души желает Вам здоровья, счастья и благополучия.*

ВТОРОЙ ПАНЕВРОПЕЙСКИЙ СИМПОЗИУМ ПО УТКАМ (23-26 марта 2009 г., Арль, Франция)

к.б.н. О. Минеев

Второй Паневропейский симпозиум по уткам состоялся в г. Арль, Франция с 23 по 26 марта 2009 г. Одним из основных организаторов конференции было агентство по охоте и охране дикой природы Франции (ONCFS). Эта государственная организация находится под контролем министерства по экологии и министерства сельского хозяйства. Цель этих ведомств – улучшение научных знаний о диких видах животных и их местообитаниях, создание предписаний для охоты и законов по окружающей среде, а также актов технической поддержки политиков и землеустроителей. ONCFS имеет давние традиции исследований по различным аспектам экологии речных, нырковых и морских видов уток, включая также и места их обитаний. Исследователи и технические исполнители ONCFS проводят научные изыскания по различным группам уток во всех регионах Франции.

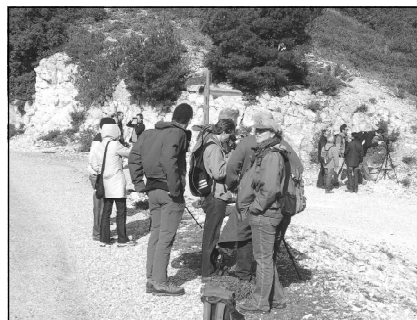
Арль – город на юге Франции, в Провансе, в департаменте Буш-дю-Рон. Расположен в низовье Роны, у канала, идущего к Средиземному морю. Население составляет около 50 тыс. жителей. Арль был основан греками, затем завоеван римлянами к концу II в. до н.э. При Цезаре (I в. до н.э.) являлся колонией Римской империи и на рубеже нашей эры достиг наибольшего расцвета. В IV в. н.э. Арль был резиденцией римского императора Константина Великого. В средние века Арль был центром королевства Арелат. В городе сохранились древнеримские памятники (театр времени Августа, более поздний амфитеатр и др.). Церковь Сен-Трофим (VIII-XV вв.) знаменита романским порталом со скульптурой (около 1180-1200 гг.) и клуатром (1183 г.).

Одна из задач симпозиумов по исследованию уток – объединить интересы ученых, менеджеров и политиков для принятия решений в деле изучения и охраны природы. Цель симпозиума – сосредоточиться на ключевых научных темах современности в исследовании живой природы и скоординировать работу ученых из различных стран, а также сделать специфический акцент на принятие административных и политических решений. В совещании приняло участие около 250 человек из 23 различных стран мира (Австралия, Болгария, Бразилия, Ве-

ликобритания, Германия, Дания, Зимбабве, Испания, Италия, Канада, Латвия, Нигерия, Нидерланды, Португалия, Россия, США, Украина, Финляндия, Франция, Чехия, Швейцария, Швеция и Эстония). Самыми многочисленными были делегации Франции (около 70), Голландии (36), Дании и Великобритании (по 16 делегатов), Россию представляли пять человек, в том числе двое из Сыктывкара (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН), двое из Санкт-Петербурга и один из Махачкалы.

Местом проведения конференции служила база отдыха и развлечений под названием «Maeva Camargue». Регистрация и размещение участников конгресса вдомиках гостиничного комплекса отдыха проходила 23 марта. Работа конференции состояла из ежедневных заседаний, которые продолжались с 23 по 25 марта. Основные темы конференции: распространение, размножение, численность, миграции птиц, состояние, управление и влияние охотничьего пресса на популяции уток в разных уголках мира, охрана Рамсарских водно-болотных угодий.

При открытии конференции выступили ведущие ученые, специалисты и организаторы из принимающей страны. Вечером было организовано совещание по проблеме распространения вируса птичьего гриппа «Эпидемиология вируса гриппа А: могут ли утки быть вовлечены в сохранение и распространение высокопатогенных штаммов?». Дальнейшая работа конференции проходила по секциям, на которых было сделано 59 устных докладов на пленарных и общих заседаниях. Представленные 49 постеров были постоянно доступны для ознакомления и обсуждения.



Доклады, представленные на конференции, были посвящены динамике численности и трендам популяций; успеху размножающихся популяций речных и нырковых уток; структуре зимующих популяций уток; изучению местообитаний, которые выбирают утки для различных видов жизнедеятельности; перемещениям и миграциям; охране и роли охоты в управлении популяциями уток; роль уток в распространении растительности по различным уголкам Земного шара. В ходе конференции были обсуждены распределение и численность уток в европейской части России и мире, а также гнездование, распространение, численность, миграции и охрана видов уток, находящегося под угрозой исчезновения. Большое внимание было уделено вопросу снижения пресса охоты на местах зимовок и пролетных путях птиц. В заключение были обсуждены и определены предстоящие задачи и планы действий для групп, работающих по различным видам уток.

Большой интерес представляла секция, посвященная экологии гнездования, а также специальная секция, на которой были сделаны доклад: «Клептопаразитизм как важная стратегия питания», «Паразиты уток как объяснение экологических особенностей птиц и их проявления в ходе глобального изменения климата» и «Географические вариации вторичных половых признаков у видов, мигрирующих на дальние расстояния».

От нашего Института было представлено три доклада: «Современное распределение гоголя (*Bucephala clangula*) в тундрах европейского северо-востока России», «Распределение и численность чирка-свистунка (*Anas crecca*) в тундрах европейского северо-востока России» (Ю.Н. Минеев,



Экскурсия в горы и степь Прованса.

О.Ю. Минеев), «Весенняя миграция уток в бассейне р. Сысола (северо-восток России)» (Е.В. Данилова, С.К. Кочанов, Г.Л. Накул).

После закрытия симпозиума состоялся дружеский банкет, где участников симпозиума развлекал ансамбль испанских гитаристов.

Итоги работы и высказывания участников симпозиума свидетельствовали о важности проводимых исследований. Большинство выступающих подчеркнули, что большие возможности дает тесная кооперация ученых различных стран. Особую тревогу вызывает распространение неконтролируемой охоты на местах зимовок, гнездования и миграционных путях. Рекомендовано усилить природоохранную и образовательную работу среди охотников и природопользователей. Для определения тренда динамики численности и про-



Древнеримский амфитеатр в Арле.

гнозирования нормы добычи рекомендуются ежегодных учеты птиц в одних и тех же районах. Они необходимы и важны для определения тенденций динамики численности, на основании которых прогнозируется состояние популяций.

На следующий день после окончания конференции были организованы экскурсии в горы, степь и водно-болот-

ные угодья Прованса. Группы встретились на научно-исследовательской базе «Соматгюе», где был устроен небольшой пикник. На этом работа конгресса была закончена и участники по окончании экскурсии начали отбывать с места проведения конференции.

С небольшой группой коллег я остался в Арле, так как наш рейс из Марселя в Москву был запланирован на вечер 27 марта. Вместе с коллегами из России, Украины и

Болгарии прогулялись по городу и полюбовались небольшим, но очень живописным парком с изумительно красивыми, яркими цветочными клумбами, субтропическими соснами и кедрами. В парке установлен памятник известному художнику Винсенту ван Гогу, который прожил около трех лет в Арле. Следующий день провели в Марселе, ожидая вечернего рейса в Москву.

ИНФОРМАЦИЯ В НОМЕР

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Научный совет по изучению, охране и рациональному использованию животного мира, Русское энтомологическое общество, Русское гидробиологическое общество и Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми 16-20 ноября 2009 г. в Сыктывкаре проводят Всероссийскую конференцию с международным участием «Проблемы изучения и охраны животного мира на Севере».

Основные направления работы конференции: фауна, систематика и зоогеография; внутривидовое разнообразие; структура и динамика сообществ и популяций; влияние естественных и антропогенных факторов на фауну и население животных; адаптации животных к условиям Севера; охрана и рациональное использование животного мира.

Сердечно поздравляем всех сотрудников Института с наступающим праздником Весны и Труд и желаем здоровья, успешной работы и всего самого наилучшего!

Сердечно поздравляем всех с наступающим великим праздником Победы и желаем здоровья, успешной работы и всего самого наилучшего!