

БЮЛЛЕТЕНЬ
МОСКОВСКОГО ОБЩЕСТВА
ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ

Основан в 1829 году

ОТДЕЛ БИОЛОГИЧЕСКИЙ

Том 118, вып. 5 **2013** Сентябрь – Октябрь

Выходит 6 раз в год

BULLETIN
OF MOSCOW SOCIETY
OF NATURALISTS

Published since 1829

BIOLOGICAL SERIES

Volume 118, part 5 **2013** September – October

There are six issues a year

С О Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Завьялов Н.А.</i> Многолетняя изменчивость интенсивности маркировки территорий у бобров (<i>Castor fiber</i> L.) и формирование биологического сигнального поля	3
<i>Прокопенко Е.В., Мартынов В.В.</i> Особенности биологии каракурта <i>Latrodectus tredecimguttatus</i> (P. Rossi, 1790) (Aranei, Theridiidae) в Северном Приазовье	12
<i>Колосова Е.Г., Житина Л.С., Ильин Л.В., Мельников И.А.</i> Сезонная динамика видового состава и обилия фауны прибрежных льдов пролива Великая Салма Кандалакшского залива Белого моря	23
<i>Краснова Е.Д., Никулина Т.В., Власова С.Н., Мардашова М.В., Смиренский С.М.</i> Оценка санитарно-биологического состояния водоемов бассейна р. Гильчин в июне 2011 г.	31
<i>Тоскина И.Н.</i> О видах рода <i>Anitys</i> Thomson, 1863 (Coleoptera: Ptinidae: Dorcatominae)	40
<i>Раппопорт А.В., Лысак Л.В., Марфенина О.Е., Рахлеева А.А., Строганова М.Н., Терехова В.А., Митрофанова Н.В.</i> Актуальность проведения почвенно-экологических исследований в ботанических садах (на примере Москвы и Санкт-Петербурга)	45
<i>Научные сообщения</i>	
<i>Новаковская И.В., Патова Е.Н.</i> Цианопрокарриоты и водоросли горно-тундровых почв северной оконечности Полярного Урала	57
<i>Ширяев А.Г.</i> Географические особенности тундровой и таежной биоты клавариоидных грибов Чукотки	67
<i>Юбилей</i>	
<i>Веселова Т.Д., Тимонин А.К.</i> К юбилею Горна Бонифатьевича Кедрова	80

УДК 591.5:599.322.3

МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ МАРКИРОВКИ ТЕРРИТОРИЙ У БОБРОВ (*CASTOR FIBER L.*) И ФОРМИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО СИГНАЛЬНОГО ПОЛЯ

Н.А. Завьялов

В 2004–2012 гг. на участке малой реки длиной 2606 м сразу после спада половодья проводилось картирование запаховых меток и сигнальных холмиков бобров. В 2004–2007 гг. на участке находилось одно поселение полностью и часть территории второго. В 2008–2010 гг. на стыке соседних поселений появляется новое, просуществовавшее всего 2 года. Интенсивность мечения бобрами своей территории демонстрирует значительную межгодовую изменчивость. Образование нового поселения привело к увеличению числа меток. Отмечено снижение числа меток при стабильных границах соседних поселений, для которого не найдено объяснения. Этот вопрос требует более детальных исследований. На фоне вариаций интенсивности маркировки ежегодно регистрировали участок с высокой концентрацией меток. Этот участок служит информационным центром, где бобры оставляют информацию о себе и получают ее о своих соседях. Локализация информационного центра на местности не является строго фиксированной, он может перемещаться в пространстве, может также изменяться его площадь. Локализация информационного центра сохраняется только в течение одного годового цикла и не является стабильным элементом биологического сигнального поля бобров. Стабильными элементами служат структуры, существующие в течение нескольких циклов заселения – тропы, норы, хатки, плотины. Они увеличивают диапазон возможностей для адаптаций бобров в быстро меняющихся условиях.

Ключевые слова: бобр, маркировочное поведение, биологическое сигнальное поле.

Известно, что бобры (*Castor fiber* и *C. canadensis*) физически модифицируют среду (Завьялов, 2008; Baker, Hill, 2003; Rosell et al., 2005; Müller-Schwarze, Sun, 2003;). Помимо этого они создают и собственную систему коммуникаций, наиболее важной из которых является хемокоммуникация – оставление запаховых меток (Baker, Hill, 2003). Имеются два источника запаховой маркировки: «бобровая струя» и секрет анальных желез. Секрет анальных желез несет большую, разнообразную информацию о видовой и половой принадлежности, родственных связях и индивидуальности (Щенников, 1992; Sun, Müller-Schwarze, 1997, 1998, 1998a). Струя, по-видимому, не несет информации о возрасте (Herr et al., 2006), но характеризует степень родства (Rosell, Bjørkøly, 2002).

Для оставления запаховых меток бобры создают сигнальные холмики, маркировочные площадки, площадки усиленного мечения. Иногда мечение сопровождается повреждением коры и древесины растущих деревьев и валежа – так называемых закусов (Кудряшов, 1975; Семенов-Тянь-Шанский, 1982; Завьялов, 2005, 2009; Воробьев, 2011). Наиболее интенсивно бобры метят свои территории весной (Дьяков, 1975; Кудряшов, 1975), но в некоторых поселениях число

меток может увеличиться и осенью (Дьяков, 1975; Завьялов, 2005) и даже зимой (Davis et al., 1994).

Многолетняя динамика маркировки изучена плохо. Д. Свендсен (Svendsen, 1980) в течение трех лет изучал интенсивность мечения и пространственное распределение меток в шести бобровых поселениях. Он наблюдал значительные различия в количестве меток не только между разными поселениями, но и в одном поселении в разные годы. Метки были агрегированы, участки с концентрацией меток обычно находились на границах поселений, но не все границы подвергались интенсивной маркировке (Svendsen, 1980). Дж. Дэвис с соавт. (Davis et al., 1994) в течение четырех лет изучали интенсивность маркировки на участках с низкой и высокой плотностью населения бобров. При высокой плотности населения и обострении конкуренции за древесные корма маркировка была наиболее интенсивной в сентябре и ноябре. При низкой плотности населения маркировка отмечалась лишь в одном из трех поселений (Davis et al., 1994).

Многие считают (Rosell, Nolet, 1997; Rosell et al., 1998; Müller-Schwarze, Sun, 2003), что для бобров главная функция мечения территории – защита участка от мигрантов. Л.С. Лавров (1981) пред-

полагает, что «роль выделения струи во внешнюю среду сводится к опознанию и закреплению района деятельности семьи...». Б. Байкер и П. Хилл (Baker, Hill, 2003) полагают, что запаховые метки помогают бобрам ориентироваться на своем участке ночью. Ф. Роселл (Rosell, 2001) связывает роль запаховых меток с внутригрупповой коммуникацией бобров и указывает на недостаточную изученность этого вопроса. Таким образом, функции запаховой маркировки у бобров, не связанные с защитой участка от мигрантов, исследователи не отрицают, но и не изучают.

Запаховые метки животных являются элементом биологического сигнального поля (БСП). Сигнальное поле состоит из полей, различающихся по своей природе, времени и интенсивности действия (Наумов, 1973). Стабильные элементы БСП составляют матрицу, на которую накладываются сменяющиеся системы нестабильных элементов (Никольский, 2003). Концентрация меток в определенных местах создает сигнальные пункты, на которых животные получают информацию о своих соседях и оставляют информацию о себе. Сигнальные пункты – это стабильные элементы БСП околородных хищных млекопитающих. Такие пункты совместно используются разными поколениями животных и даже разными видами (Рожднов, 2011). Однако существование таких стабильных элементов в опосредованной коммуникации бобров до сих пор не получило однозначного подтверждения (Завьялов, 2009).

Цель настоящего сообщения – проанализировать интенсивность мечения и пространственное размещение запаховых меток бобров на постоянно наблюдаемом участке в течение девяти лет, функциональное значение мечения территории запахом и значение скопления меток как стабильных элементов БСП.

Район исследований

Исследования проводили на р. Редья (Поддорский р-н Новгородской обл.), где бобры обитают с 1977 г. (Порохов, 2005). В 2003–2012 гг. плотность населения бобров на участке р. Редья длиной 17 км (от ее истока до дер. Жемчугово) составляла 0,3–0,6 поселений на 1 км русла. Детальные наблюдения проводили на участке русла между деревнями Лопастино и Жемчугово на расстоянии 13–15 км от истока. Длина учетного участка составляла 2606 м (рисунок). Ширина русла на этом участке 2–4 м, глубина 0,5–1,5 м. На левом берегу заброшенные поля, зарастающие кустарником, дренируются мелиоративными каналами (К1–К17). Правый берег покрыт молодым березовым лесом. Здесь в русло впадают 7 маленьких ручьев (Р1–Р7) и мелиоративный канал (К18). На участке зарегистрированы 4 бобровые плотины (П1–П4). В 2002–2003 гг. здесь располагалось одно поселение (В44) целиком и примерно половина территории второго поселения (В46). Бобры поселения В44 обитали на левом берегу в норах и хатке выше плотины П1 между каналами К2 и К3 (рисунок). Животные поселения В46 обитали в норах на правом и левом берегах реки ниже учетного участка. Осенью 2008 г. на границе двух старых поселений образовалось новое поселение В47. Бобры поселения В47 обитали в норах на правом и левом берегах Редьи на отрезке К12–К14 (рисунок). Весной 2009 г. на учетном участке было уже три поселения. Новое поселение просуществовало два года и исчезло летом 2010 г. В 2011 и весной 2012 г. участок, как и раньше, занимали бобры поселений В44 и В46. Весной 2011 г. отмечен экстремально высокий паводок, затопивший все жилища бобров поселения В46 и вынудивший их переселиться во временные убежища.

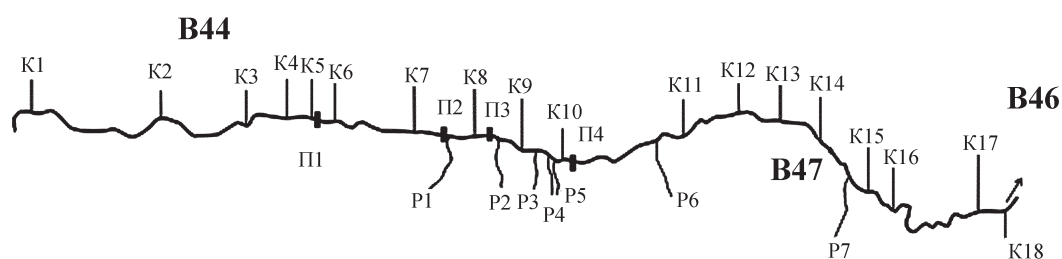


Схема учетного участка р. Редья и размещения бобровых поселений. В 2004–2007 гг. существовали только поселения В44 и В46, границы которых перекрывались на отрезках К12–К15. В 2008–2010 гг. существовало новое поселение В47. Номер каждого поселения показывает расположение экологического центра – места основного жилища. К1–К18 – мелиоративные каналы, Р1–Р7 – ручьи, П1–П4 – плотины. Длина учетного участка 2606 м

Материалы и методы

В данной работе приведены результаты картирования, выполненного в период с начала до середины апреля в 2004–2006 и 2008–2012 гг. сразу после спада половодья. В 2007 г. обследования не проводили. Был составлен детальный план исследуемого участка (масштаб 1:5000), на котором отмечены все мелиоративные каналы, ручьи, бобровые плотины, хатки и норы. При каждом посещении участка выполняли описание и картирование запаховых меток, сигнальных холмиков без запаха, маркировочных площадок.

Степень изменения распределения меток по учетному участку по сравнению с предыдущим годом оценивали с использованием критерия χ^2 (Плохинский, 1980). В качестве показателя агрегированности использовали отношение дисперсии к среднему (Шиллов, 2001).

Результаты

Зарегистрирована значительная изменчивость общего числа меток на участке (таблица). С 2004 по 2008 г. число меток снизилось с 82 до 24, но в после-

Динамика общего количества меток на учетном участке и различия их распределения по сравнению с предыдущим годом

Годы	2004	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012
Отрезок между каналами								
0–К1	0	0	0	2	0	1	1	4
К1–К2	4	8	4	2	12	6	2	8
К2–К3	5	3	4	4	6	5	2	12
К3–К4	0	1	3	2	0	0	1	13
К4–К5	0	2	4	2	4	2	2	1
К5–К6	0	2	0	3	2	2	0	1
К6–К7	1	0	1	0	4	2	1	0
К7–К8	0	1	0	0	9	6	0	2
К8–К9	3	0	6	2	3	4	2	4
К9–К10	1	0	0	4	6	5	1	3
К10–К11	4	5	5	2	32	44	7	3
К11–К12	2	3	1	1	12	13	44	24
К12–К13	8	6	2	0	9	6	11	20
К13–К14	5	14	5	0	7	11	10	19
К14–К15	38	3	11	0	4	1	10	6
К15–К16	2	2	9	0	1	7	1	14
К16–К17	7	2	3	0	3	2	7	6
К17–К18	2	1	3	0	7	9	10	9
Итого	82	53	61	24	121	126	112	149
Степень агрегированности (дисперсия/среднее)	16,64	4,21	2,82	1,50	7,89	14,00	16,82	6,29
χ^2	-	46,603	30,219	39,127	50,496	-6,272	51,221	49,579
<i>P</i>	-	<0,001	<0,05	<0,01	<0,001	нд	<0,001	<0,001

Примечание. Номера каналов соответствуют рисунку; нд – различия недостоверны.

дующие годы (2008–2012) увеличилось и оставалось относительно стабильным (112–149). Метки распределялись по участку неравномерно, но ежегодно на отрезке между двумя-четырьмя канавами концентрировалось 18–46% меток. Исключение составил 2008 г., когда отсутствовал отрезок с явной концентрацией меток. Интересно отметить, что отрезок с высокой концентрацией меток существовал на одном и том же месте не более двух лет подряд. Степень агрегированности меток была наименьшей в 2008 г., а наибольшей – в 2011 г. (таблица). Не выявлено статистически достоверного роста степени агрегированности меток по мере увеличения их общего числа. Сравнительный анализ распределения меток с помощью критерия χ^2 показал, что его достоверные изменения наблюдались ежегодно. Исключением был период существования поселения В47: распределение меток в 2010 г. фактически повторило таковое в предыдущем 2009 г. (таблица).

В 2004–2005 гг. бобры поселения В44 готовили древесно-кустарниковые корма, подгрызая ивняки по берегам р. Редья между канавами К3–К5, небольшое число погрызов замечено около канавы К12 и на отрезке К14–К15 (Завьялов, 2009). К 2010–2011 гг. ивняки вдоль русла Редьи были сгрызены, и основным местом заготовки кормов стали берега канав К3 и К4, часто на удалении от русла реки до 1 км. Аналогично вели себя и бобры поселения В46. В поселении В47 бобры готовили древесно-кустарниковые корма в молодом лесу на правом берегу Редьи.

Обсуждение

Известно, что по мере старения популяций в поселениях бобров происходит накопление разнообразных сооружений и их остатков (Барабаш-Никифоров и др., 1961). В 2003 г. одной из причин выбора учетного участка для постоянных наблюдений на р. Редья была относительно простая, хорошо просматриваемая береговая линия. К 2012 г. бобры заметно усложнили ее не только поваленными деревьями, но и многочисленными желобами и тропами.

Было показано, что число запаховых меток увеличивается по мере продолжительности существования поселения (Rosell, Nolet, 1997). Однако на р. Редья прослеживается не просто рост числа меток по мере старения поселений, а существование сложной структуры многолетней маркировки учетного участка. В результате образования нового поселения В47 число меток увеличилось почти в два раза (с 82–24 до 121–126). Но и после его исчезновения маркировочная активность не снижалась

(таблица). В 2011 г. экстремально высокий весенний паводок привел к затоплению всех бобровых жилищ, кроме хатки В44, поэтому интенсивная послепаводковая маркировка была вполне прогнозируемой. В 2012 г. при паводке средней силы бобровые жилища не затопливались, тем не менее маркировочная активность была выше, чем в любой из годов предыдущих наблюдений.

В качестве факторов, определяющих ежегодные изменения интенсивности маркировки, вероятными представляются следующие: изменение возрастного состава семьи, увеличение потока расселяющихся молодых особей и увеличение поисковых действий бобров-резидентов. За время существования поселения в семье бобров могут смениться производители. Это явление называют «ремонт» пар (Кудряшов, 1975). Однако для поселений на р. Редья осталось неизвестным, насколько стабильным в течение девяти лет был состав семей и сохранялись ли постоянными пары производителей. В литературе также отсутствует информация об изменении интенсивности маркировки в случае гибели одного из производителей. Возрастающий поток молодых бобров-мигрантов может значительно увеличить интенсивность маркировки (Ulevicius, Valciauskas, 2000), но этот фактор трудно измерить. На исследованном участке звери сравнительно быстро истощили древесно-кустарниковые корма вдоль русла реки. Активный поиск новых источников корма также мог спровоцировать интенсивную маркировку на учетном участке.

Если увеличение числа меток имеет хотя бы гипотетическое объяснение, то совершенно неясно, с чем связано затухание маркировочной активности в 2005–2008 гг. (таблица). Необъяснимое и существенное сокращение числа меток при неизменных границах соседних поселений отмечал Д. Свендсен (Svendson, 1980) на побережье оз. Доу в штате Огайо (США).

Анализ пространственного распределения меток показывает, что между канавами К10–К15 весь период наблюдений сохраняется отрезок с высокой концентрацией меток. Год от года изменялась интенсивность мечения, но скопление меток то смещалось выше по течению реки (2004–2008 гг.), то ниже (2009–2012 гг.), но существовало постоянно. Образование на стыке двух стабильных поселений (В44 и В46) нового (В47) произошло, когда маркировка учетного участка была наименее интенсивной за весь период наблюдений. Система запаховых меток может быть эффективным регулятором, если действует как «запаховый забор», но последнее чаще опровергают (Butler, Butler, 1979;

Svendsen, 1980; Rosell et al., 1998; Sun, Müller-Schwarze, 1998), чем подтверждают (Davis et al., 1994). Искусственные запаховые метки могут препятствовать вселению мигрирующих бобров в пустующие хатки, но повторное предъявление бобрам-резидентам только чужого запаха приводит к быстрому привыканию и затуханию агрессивной реакции (Müller-Schwarze, Neckman, 1980). Если есть только метки, а вероятность прямого контакта невысока, то и нетерриториальные животные могут маркировать, и чужаки могут игнорировать запаховую метку резидента (Gosling, 1990). Таким образом, представляется вполне логичным образование нового поселения В47, в то время как маркировочная активность бобров соседних поселений в течение нескольких лет плавно затухала.

Для наземных грызунов и околводных хищных млекопитающих наиболее важные функции запаховой маркировки территории – это освоение и индивидуализация участка, а также опосредованная коммуникация (Соколов, Громов, 1998; Рожнов, 2011). Поэтому данные по маркировочному поведению бобров на р. Редья следует обсудить, исходя из двух наиболее важных функций запаховой маркировки.

Запаховая маркировка как средство освоения и индивидуализации пространства

Теоретически пространственное распределение меток в пределах участка обитания должно соответствовать уровню активности особи в разных его частях. Фактически большое число меток концентрируется в «коммунальных» центрах маркировки, где происходит обмен информацией (Соколов, Громов, 1998).

Для бобров функция запаховой маркировки как средства освоения и индивидуализации участка обитания представляется одной из наиболее очевидных. После разрушения льда и спада половодья происходит резкая перемена условий обитания и образа их жизни. В это время бобры заново обживают свою территорию (Дьяков, 1975; Кудряшов, 1975). Также известно, что новые хозяева территории активно метят ее независимо от сезона (Sun, Müller-Schwarze, 1997). Так, в национальном парке Акадия (штат Мэн, США) в двух новых бобровых колониях, образовавшихся в августе, высокая маркировочная активность сохранялась в сентябре и начале октября (Butler, Butler, 1979). Применение инфракрасного освещения и непрерывной видеосъемки в Дании показали, что бобры на новой территории чаще метят центр поселения и редко границы (Вау, 2001). У бобров, обитающих в зоне временного (май–сентябрь) затопления Рыбинско-

го водохранилища, отмечены два периода активного мечения территории – весенний и осенний. Осенний период был наиболее интенсивным и продолжительным. В это время происходило значительное (до 5 м) снижение уровня воды в водохранилище, обнажались обширные голые торфяные и песчаные отмели, резко менялся общий ольфакторный фон, в 1,6 раза увеличилась протяженность береговой полосы. Все перемещения зверей были ограничены только остаточными речными руслами, и бобры переселились в норы, которые они занимали при низком уровне воды. Эти резкие изменения условий обитания провоцировали интенсивную маркировку территории. В начале сентября бобры метили центр поселения и его границы, к концу сентября – только места заготовки кормов и норы (Завьялов, 2005).

Расположение запаховых меток рядом с хатками, норами, плотинами и тропами свидетельствует об их использовании бобрами для ориентирования на своем участке. Так, на побережье Рыбинского водохранилища 58% меток были сконцентрированы около нор и убежищ, на тропах было отмечено только 8% (Завьялов, 2005). На р. Редья в 2004–2005 гг. на тропах размещались 33% меток (Завьялов, 2009), в штате Мэн (США) – до 49% (Müller-Schwarze, Neckman, 1980). В дельте р. Маккензи (Канада) сигнальные холмики расположены обычно по границам поселений, но они появлялись и в центре, если бобры строили новую хатку (Aleksiuk, 1968). В поселении В44 метки играли роль ориентиров при освоении бобрами территории после схода льда и спада половодья. На это указывает тот факт, что каждый год более половины меток относительно равномерно располагались по всему поселению.

Запаховая маркировка как средство опосредованной коммуникации

Для опосредованной коммуникации хищных млекопитающих важно наличие основных и дополнительных меток, оставление меток в местах или на объектах наиболее вероятного обнаружения, «стандартизация» поведения разных особей при оставлении меток, расширение площади, на которой оставлена метка, увеличение времени их действия и частоты оставления/обновления меток (Рожнов, 2011). Наличие множества элементов маркировочного поведения бобров указывает на то, что запаховая маркировка для них является также и способом опосредованной коммуникации. Помимо основных (запаховых) меток бобры могут создавать и дополнительные – закусы (Завьялов, 2009; Воробьев, 2011). Для оставления за-

паховых меток создаются специальные структуры: сигнальные холмики и маркировочные площадки (Завьялов, 2009). Расширение площади, на которой оставляются метки, приводит к образованию «площадок усиленного мечения» (Кудряшов, 1975). Совместная маркировка территории бобрами соседних поселений приводит к формированию информационных центров, приуроченных к границам поселений. На р. Редья такими информационными центрами были отрезки учетного участка: K13–K15 (2004–2006 гг.), K9–K10 (2008 г.), K10–K12 (2009–2010 гг.) и K11–K15 (2011–2012 гг.). Информационный центр то перемещался вверх или вниз по течению, то сокращался до одного отрезка (2004 г.) или расширялся до четырех (2012 г.). При всех вариантах маркировки участка, образовании и исчезновении нового поселения неизменно сохранялся некоторый отрезок, на котором бобры оставляли информацию о себе или получали ее о соседях. Прямые визуальные наблюдения в национальном парке Акадия (штат Мэн, США) показывают, насколько важно для бобров оставить индивидуальную информацию: четыре бобра за 30 с по очереди пометили один и тот же холмик. При этом каждый следующий зверь обнюхивал помеченный другим бобром холмик и только после этого оставлял свою метку (Butler, Butler, 1979).

Интенсивность мечения напрямую зависит от частоты социальных контактов и плотности населения (Кудряшов, 1975; Butler, Butler, 1979; Müller-Schwarze, Heckman, 1980; Svendsen, 1980; Davis et al., 1994). Возможно, что в условиях повышенных межколониальных взаимодействий чужаки стимулируют резидентов создавать больше меток для укрепления социальных связей внутри поселения (Butler, Butler, 1979). Почему же на р. Редья при увеличении социальных контактов не произошло образования нового скопления меток между поселениями В47 и В46? Данный факт трудно объяснить. Скопления меток часто находят на границах поселений, но иногда границы маркируют слабо (Svendsen, 1980). По-видимому, отношения между животными соседних поселений могут быть более сложными, нежели просто враждебными. Разные участки границы бобровых поселений характеризуются качественно различной маркировкой (Svendsen, 1980): интенсивно промаркированные бобрами одного поселения и с редкими метками зверей обоих поселений.

Наиболее вероятной причиной, объясняющей отсутствие скопления меток между поселениями В46 и В47, может быть родство животных. Бобры могут отличать по запаху своих родственников, даже тех,

с которыми они никогда не встречались, а также могут научить этому своего партнера. Реакция бобров на предъявление им запаховых меток чужаков более сильная, чем на запахи незнакомых родственников (Sun, Müller-Schwarze, 1997). Для бобров также известен феномен *dear enemy*: к вторжению на их территорию знакомых им соседей они относятся более терпимо, чем к вторжению незнакомых чужаков (Rosell, Bjørkøyli, 2002). Поселение В47 могло образоваться в результате отселения молодого бобра из поселения В46. Запахи родственников знакомы соседним бобрам, соответственно уровень агрессии меньше, и бобры могли поддерживать прямые контакты, не заменяя их опосредованными, через систему запаховых меток.

Производимые бобрами изменения среды обитания и создание системы запаховых меток относится к элементам БСП. Сигнальное поле складывается из стабильных структур (элементов), на которые накладываются варьирующие (Никольский, 2003). К стабильным элементам или «долгоживущим сигналам» относятся норы, тропы, скопления помета, запаховые и визуальные метки (Ванисова, Никольский, 2012). Является ли скопление меток на границе бобровых поселений стабильным элементом сигнального поля, действующим в ряду поколений? Девятилетние наблюдения на р. Редья показали, что привязка информационного центра к конкретному месту была относительно кратковременной. В течение всего периода бобры поселения В44 постоянно обитали на одном участке, но информационный центр перемещался вверх и вниз по течению реки, становился компактным или расширялся до нескольких отрезков. Следовательно, не приходится ожидать постоянства локализации таких скоплений меток в пространстве, тем более в ряду поколений. По-видимому, информационные центры действительно только в пределах одного годового цикла. После каждого паводка, уничтожающего запахи прежних меток и меняющего геоморфологию поймы, происходит образование нового скопления меток. Что же в таком случае становится «матрицей стабильных элементов», действующей в ряду поколений? Вероятно, это инфраструктура поселения (тропы, туннели, каналы, жилища, плотины), оставшаяся от предыдущих поколений – сооружения, которые могут существовать несколько «бобровых циклов».

Согласно концепции БСП новые поколения животных воспроизводят пространственную структуру популяций своих предшественников, осваивают территорию с имеющимися на ней ресурсами так, как ее осваивали предыдущие поколения (Никольский,

2003). В отличие от других млекопитающих, например зеленоядных норников, использующих норы в течение тысячелетий, бобры представляют собой дендрофагов и фитофагов с центральным местом кормежки (Завьялов, 2008). Они не могут на том же месте копировать освоение ресурсов в точности так, как это делали предыдущие поколения. Для бобров это было бы губительно вследствие низкой скорости восстановления древесных кормов, долговременных и не всегда обратимых сукцессионных изменений прибрежных лесов (Завьялов, 2008), а также снижения качества повторно заселяемых местообитаний при отсутствии внешних нарушений растительного покрова (Завьялов, 2012).

Например, на о. Ньюфаундленд после экспериментального облова 14 поселений весь обловленный участок был вновь заселен бобрами. Несмотря на то что сохранились хатки и плотины от прежних хозяев, а корма не были истощены, границы новых поселений отличались от тех, что были до отлова (Bergerud, Miller, 1977). Детальные наблюдения В.С. Кудряшова (1975) в Окском заповеднике также показывают, что в бобровых популяциях происходит постоянный процесс «перекраивания» территорий: в одних случаях бобры пытаются расширить свой участок за счет оттеснения соседей, в других случаях новые поселения возникают на территории уже существующих. Эти примеры демонстрируют пластичность и приспособляемость бобров к быстроменяющимся условиям прибрежья водоемов. И сами бобры как средообразователи изменяют условия обитания довольно сильно (Завьялов, 2008; Rosell et al., 2005).

Накопление «памятников» деятельности прежних поколений животных дает больше новых вариантов освоения при повторном заселении местообитаний. Например, на р. Таденка (Приокско-Террасный заповедник) на участках, прошедших несколько циклов заселения бобрами, по истечении времени отмечается накопление большого числа плотин. Если в 1953 г. здесь было только 3 плоти-

ны, то в 1984 г. – 146, а в 2009 г. – 179. При следующем заселении участка бобры быстро восстанавливали большие плотины, что позволило им использовать удаленные кормовые ресурсы (Завьялов и др., 2010). На р. Тюдма (Центрально-Лесной заповедник) интенсивная строительная деятельность бобров была одним из факторов, способствовавших увеличению емкости угодий по мере старения популяции (Завьялов и др., 2011). Таким образом, долговременные элементы БСП увеличивают диапазон возможностей популяций бобров для адаптации в быстро меняющихся условиях.

Заключение

1. Интенсивность мечения бобрами своей территории демонстрирует значительную межгодовую изменчивость. Образование нового поселения приводит к росту числа меток. Отмечено снижение числа меток при стабильных границах соседних поселений. Объяснения этому явлению не найдено, и оно требует более детальных исследований.

2. На фоне вариаций интенсивности маркировки ежегодно регистрировали участок с высокой концентрацией меток. Этот участок служит информационным центром, где бобры оставляют информацию о себе и получают ее о своих соседях. Локализация информационного центра на местности не является строго фиксированной, он может перемещаться в пространстве, а может также изменяться и его площадь.

3. Локализация информационного центра сохраняется только в течение одного годового цикла и не является стабильным элементом БСП бобров. Стабильными элементами служат структуры, существующие в течение нескольких циклов заселения – тропы, норы, хатки, плотины. Они увеличивают диапазон возможностей для адаптации бобров в быстро меняющихся условиях.

Автор приносит искреннюю признательность Л.А. Хляп, В.И. Лазаревой, Н.П. Кораблеву, Б.Ю. Касалу за ценные критические замечания, высказанные при подготовке рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Барабаш-Никифоров И.И., Дежкин В.В., Дьяков Ю.В. Бобры бассейна Дона. Экология и вопросы хозяйства (монографический очерк) // Тр. Хоперского гос. заповедника. Воронеж, 1961. Вып. V. С. 5–115.
- Ванисова Е.А., Никольский А.А. Биологическое сигнальное поле млекопитающих (к 110-летию со дня рождения профессора Н.П. Наумова) // Журн. общ. биол. 2012. Т. 73. № 6. С. 403–417.
- Воробьев И.И. Некоторые особенности маркировочного поведения и дендроактивности бобра (*Castor fiber* L.) на реке Вороне (Тамбовская область) // Исследования бобров в Евразии: сборник научных трудов / ГНУ ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова РАСХН. Киров, 2011. Вып. 1. С. 99–107.
- Дьяков Ю.В. Бобры европейской части Советского Союза. М., 1975. 480 с.

- Завьялов Н.А. Некоторые наблюдения за маркировочным поведением бобров (*Castor fiber* L.) в зоне временного затопления Рыбинского водохранилища // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2005. Т. 110. № 1. С. 12–19.
- Завьялов Н.А. Бобры – ключевые виды и экосистемные инженеры // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Лекции и материалы докладов Всероссийской школы-конференции. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 18–21 ноября 2008 г. Ярославль, 2008. С. 4–24.
- Завьялов Н.А. Особенности маркировочного поведения и дендроактивности бобров (*Castor fiber* L.) на реке Редья (Новгородская область) // Тр. государственного природного заповедника Рдейский. Вып. 1. Великий Новгород, 2009. С. 187–201.
- Завьялов Н.А. Динамика состояния кормовой базы бобров в поселениях, прошедших несколько циклов заселения // Поволжский экологический журнал, 2012. № 2. С. 196–207.
- Завьялов Н.А., Альбов С.А., Петросян В.Г., Хляп Л.А., Горяйнова З.И. Инвазия средообразователя – речного бобра (*Castor fiber* L.) в бассейне р. Таденка (Приокско-Террасный заповедник) // Российский журнал биологических инвазий, 2010. № 3. С. 39–61.
- Завьялов Н.А., Желтухин А.С., Кораблев Н.П. Бобры бассейна р. Тюдма (Центрально-Лесной заповедник) – от первых реинтродукций до «идеальной» популяции // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2011. Т. 116. № 3. С. 12–23.
- Кудряшов В.С. О факторах, регулирующих движение численности речного бобра в Окском заповеднике // Млекопитающие, численность, ее динамика и факторы, их определяющие. Тр. Окского государственного заповедника. Вып. XI. Рязань, 1975. С. 5–124.
- Лавров Л.С. Бобры Палеарктики. Воронеж, 1981. 272 с.
- Наумов Н.П. Сигнальные (биологические) поля и их значение для животных // Журн. общ. биол. 1973. Т. XXXIV. № 6. С. 808–817.
- Никольский А.А. Экологические аспекты концепции биологического сигнального поля млекопитающих // Зоол. журн. 2003. Т. 82. № 4. С. 443–449.
- Плохинский Н.А. Алгоритмы биометрии. М., 1980. 150 с.
- Порохов А.А. Бобры Приильменской низменности: состояние ресурсов и постчернобыльская экология. Киров, 2005. 131 с.
- Рожнов В.В. Опосредованная хемокоммуникация в социальном поведении млекопитающих. М., 2011. 288 с.
- Семенов-Тянь-Шанский О.И. Звери Мурманской области. Мурманск, 1982. 176 с.
- Соколов В.Е., Громов В.С. Запаховая маркировка территории у песчанок (Mammalia, Rodentia). М., 1998. 216 с.
- Шилов И.А. Экология. М., 2001. 512 с.
- Щенников Г.Н. Морфология и функциональное значение анальных желез обыкновенного бобра. Автореф. ... канд. биол. наук. М., 1992. 22 с.
- Aleksjuk M. Scent-mound communication, territoriality, and population regulation in beaver (*Castor canadensis*) // J. Mamm. 1968. Vol. 49. № 4. P. 759–762.
- Baker B.W., Hill E.P. Beaver (*Castor canadensis*) // G.A. Feldhamer, B.C. Thompson and J.A. Chapman, editors. Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation. Second Edition. Baltimore (Maryland, USA) 2003. P. 288–310.
- Bau L. Behavioral ecology of reintroduced beavers (*Castor fiber*) in Klosterheden State Forest, Denmark. 2001. <http://www.naturstyrelsen.dk/NR/rdonlyres/CCB2F98D-8543-4BD4-B776-2FB7E8E1FA08/0/Castorfiber.pdf>
- Bergerud A.T., Miller D.R. Population dynamics of Newfoundland beaver // Can. J. Zool. 1977. Vol. 55. P. 1480–1492.
- Butler R.G., Butler L.A. Toward a functional interpretation of scent marking in beaver (*Castor canadensis*) // Behavioral and neural biology. 1979. Vol. 26. P. 442–454.
- Davis J.R., Guinn D.C., Gatlin G.W. Territorial behavior of beaver in the Piedmont of South Carolina // Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc. Fish and Wildl. Agencies, 1994. Vol. 48. P. 152–161.
- Gosling L.M. Scent marking by resource holders: alternative mechanisms for advertising the costs of competition // Chemical signal in vertebrates 5. Oxford, 1990. P. 315–328.
- Herr J., Müller-Schwarze D., Rosell F. Resident beaver (*Castor canadensis*) do not discriminate between castoreum scent marks from simulated adult and subadult male intruders // Can. J. Zool. 2006. Vol. 84. P. 615–622.
- Müller-Schwarze D., Heckman S. The social role of scent marking in beaver (*Castor canadensis*) // J. Chem. Ecol. 1980. Vol. 6. № 1. P. 81–95.
- Müller-Schwarze D., Sun L. The beaver. Natural History of a wetlands engineer. Ithaca, L., 2003. 192 p.
- Rosell F. The function of scent marking in beaver (*Castor fiber*) territorial defence. Dr. scient. thesis. Department of Zoology Norwegian University of Science and Technology (NTNU). Trondheim, 2001. 54 p. (<http://hdl.handle.net/2282/799>).
- Rosell F., Bergan F., Parker H. Scent-marking in Eurasian beaver (*Castor fiber*) as a means of territory defense // J. Chem. Ecol. 1998. Vol. 24. № 2. P. 207–219.
- Rosell F., Bjørkøly T. A test of the enemy phenomenon in the European beaver // Animal Behaviour. 2002. Vol. 63. P. 1073–1078.
- Rosell F., Nolet B.A. Factors affecting scent marking behavior in eurasian beaver (*Castor fiber*) // J. Chem. Ecol. 1997. Vol. 23. № 3. P. 673–689.
- Sun L., Müller-Schwarze D. Sibling recognition in the beaver: A field test for phenotype matching // Animal Behaviour, 1997. Vol. 54. № 3. P. 493–502.
- Sun L., Müller-Schwarze D. Anal gland secretion codes for relatedness in beaver, *Castor canadensis* // Ethol. 1998. Vol. 104. P. 917–927.
- Sun L., Müller-Schwarze D. Anal gland secretion codes for family membership in the beaver // Behav. Ecol. Sociobiol. 1998a. Vol. 44. P. 199–208.
- Svendsen G.E. Patterns of scent-mounding in a population of beaver (*Castor canadensis*) // J. Chem. Ecol. 1980. Vol. 6. № 1. P. 133–148.
- Ulevicius A., Balciauskas L. Scent marking intensity of beaver (*Castor fiber*) along rivers of different sizes // Z. Säugetierkunde, 2000. Vol. 65. P. 286–292.

**LONG-TERM VARIABILITY OF TERRITORY MARKING BY BEAVERS
(*CASTOR FIBER L.*), AND FORMING OF BIOLOGICAL SIGNAL FIELD***N.A. Zavyalov*

In 2004–2012 on a small river site in length of 2606 m, after spring flood the mapping of scent marks and scent mounds of beavers (*Castor fiber*) has been made. In 2004–2007 on the site there is one settlement completely and a part of second settlement territory. In 2008–2010 on border of these settlements appears the new that have existed only 2 years. The intensity of beaver territory marking shows considerable interannual variability. Formation of new settlement leads to increase in mark number. For the decrease of mark number, at stable borders of the adjacent settlements, the explanations are not found. This question demands more detailed researches. Annually the site with high concentration of marks has been registered. This site serves as information centre where beavers leave the information on and receive it about the neighbors. Localization of information centre in space is not strictly fixed, the centre can move in space, and also its area can change. Localization of information centre remains only during one annual cycle and it is not a stable element of biological signal field. As stable elements serve the structures existing of some cycles of settling – trails, burrows, lodges, dams. They increase a range of possibilities for adaptations of beavers in quickly varying conditions.

Key words: beaver, marking behavior, biological signal field.

Сведения об авторе: *Завьялов Николай Александрович* – заместитель директора по науке государственного природного заповедника Рдейский, канд. биол. наук (zavyalov_n@mail.ru).

УДК 595.4

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ КАРАКУРТА *LATRODECTUS TREDECIMGUTTATUS* (P. ROSSI, 1790) (ARANEI, THERIDIIDAE) В СЕВЕРНОМ ПРИАЗОВЬЕ

Е.В. Прокопенко, В.В. Мартынов

Материалом для работы послужили личные наблюдения и сборы авторов в окрестностях с. Белосарайская Коса (Донецкая обл., Першотравневый р-н) в период с 2000 по 2011 г. Исследовались особенности морфологии, биотопического распределения, возрастные изменения питания, плодовитость каракурта.

Ключевые слова: каракурт, *Latrodectus tredecimguttatus*, Северное Приазовье.

Каракурт относится к числу немногих широко известных даже неспециалистам видов пауков. Интерес к этому виду обусловлен прежде всего возможностью нанесения укусов человеку, в целом ряде случаев приводящих к тяжелой болезни или смерти.

Массовые вспышки численности каракурта на территории Украины регистрировались как в прошлом (Мариковский, 1953), так и в настоящее время, главным образом, на крайнем юге степной зоны и в Крыму. Биология каракурта в разных частях обширного ареала отличается по целому ряду признаков. Однако большинство работ, посвященных данному виду, отражают особенности его биологии в азиатской части ареала. Перечисленные причины и определили основную цель данной работы – изучение особенностей морфологии, питания, размножения и биотопического распределения каракурта в Северном Приазовье.

Материалы и методы

В основу работы положены как личные сборы авторов, проводившиеся в период с 1999 по 2011 г., так и анализ всех доступных литературных источников. При исследовании питания каракурта собирались тента с остатками добычи, у ювенильных пауков – в июне (13–24.06.02, 5–6-й возраст), у половозрелых – в августе (3–28.08.02) в окрестностях с. Белосарайская Коса (Першотравневый р-н Донецкой обл.). Всего было обработано 100 гнезд неполовозрелых особей и 200 гнезд самок, содержащих яйцевые коконы. Из тент молодых и взрослых каракуртов были извлечены и идентифицированы остатки 3682 экз. членистоногих, в основном насекомых. В целях определения сезонного спектра и частоты встречаемости отдельных видов герпетобионтной фауны в этих же биотопах устанавливались почвенные ловушки Барбера.

В ходе изучения морфометрических характеристик коконов оценивались два основных параметра: высота (от «носика» до основания) и ширина (по наибольшему диаметру). Измерения проводили с помощью штангенциркуля с точностью до $\pm 0,1$ мм. Всего было промерено 517 коконов. После снятия промеров коконы каждой кладки по отдельности вскрывали, подсчитывали число яиц или молодых пауков (1–2-й возраст), определяли соотношение между числом развившихся и погибших яиц. Для половозрелых особей проводили 30 стандартных промеров (длина и ширина головогруды, расстояние между глазами, длина всех сегментов ног и т.д.). По каждому из параметров вычисляли среднее значение и ошибку средней. Измерения проводили с помощью окуляр-микрометра, установленного на бинокулярный микроскоп «МБС-10». Всего было промерено 50 самок и 5 самцов. Все собранные материалы хранятся в коллекции Е.В. Прокопенко (кафедра зоологии и экологии, Донецкий национальный университет).

Результаты и обсуждение

Современный ареал *Latrodectus tredecimguttatus* охватывает Африку, Мадагаскар, Малую Азию, Южную Европу, юг европейской части бывшего СССР, Южный Урал (Оренбург, Башкирия), Крым, Кавказ, Армянское нагорье, Копетдаг, горы и пустыни Средней Азии, Казахский мелкосопочник, Западную Сибирь, Китай (Есюнин, Ефимик, 1996; Михайлов, 1997; Platnick, 2012). На территории Украины вид приурочен в основном к югу степной зоны и полуострову Крым, хотя известны находки и из более северных районов: Полтавской обл. (Л. Холхоева, *устное сообщение*) и Подолии (Eichwald, 1830 – цит. по: Харитонов, 1932). На Левобережной Украине, кроме

Донецкой обл., вид отмечен в Запорожской (Schlatter, 1836; Шатилов, 1866; Вагнер, 1895 – *L. malmignatha*; Köppen, 1881 – все цит. по: Харитонов, 1932; Brayley, 1866 – цит. по: Мариковский, 1956) и Херсонской областях (Полчанинова, 1992 – *L. mactans*, 2009; Росиков, 1904 – цит. по: Харитонов, 1932; Pereleschina, 1927 – *Lathrodectus t.*; Лукьянов, 1897 – *L. t.* + *L. t. var. lugubris*; Fomichev, 2007). Из Донецкой обл. известны пять точек находок: с. Белосарайская Коса (Першотравневый р-н) (Прокопенко, 2010 – *L. mactans*), г. Торез (Шахтёрский р-н), с. Еленовка (Волновахский р-н), с. Кременевка (Володарский р-н) и пос. Седово (Кривая коса, Новоазовский р-н). Вспышки численности вида в регионе регистрировались исключительно на косах побережья Азовского моря.

Морфометрическая характеристика. Размеры каракурта даже в пределах одной популяции с Белосарайской косы подвержены значительным индивидуальным колебаниям: максимальная длина тела половозрелой самки составляет 14,5 мм, минимальная – 9,8 мм (среднее значение 12,1±0,003). Длина тела самца 3,6–4,8 мм (среднее значение 4,1±0,027). Результаты промеров приведены в табл. 1. На основании проведенного морфометрического исследования мы заключаем, что особи белосарайской популяции значительно меньше азиатских, достигающих 20 мм (самки) и 8 мм (самцы) (Эргашев, 1990: 67).

Окраска каракурта значительно варьирует, особенно во время перехода в половозрелую стадию и первые дни жизни половозрелых самок (Мариковский,

Т а б л и ц а 1

Промеры тела самцов и самок каракурта из Северного Приазовья

Длины сегментов ног самок (мм)						
	Бедро	Колено	Голень	Предлапка	Лапка	Общая
Нога I	6,04 ± 0,091	1,87 ± 0,028	4,87 ± 0,069	6,10 ± 0,099	1,87 ± 0,027	20,76 ± 0,296
Нога II	4,33 ± 0,069	1,66 ± 0,028	3,01 ± 0,045	4,15 ± 0,069	1,38 ± 0,018	14,48 ± 0,023
Нога III	3,43 ± 0,057	1,45 ± 0,023	2,10 ± 0,042	3,07 ± 0,053	1,19 ± 0,015	11,24 ± 0,017
Нога IV	5,86 ± 0,095	1,95 ± 0,028	4,11 ± 0,064	5,65 ± 0,095	1,75 ± 0,020	19,32 ± 0,028
Длины сегментов ног самцов (мм)						
	Бедро	Колено	Голень	Предлапка	Лапка	Общая
Нога I	3,13 ± 0,037	0,81 ± 0,057	3,08 ± 0,021	3,76 ± 0,025	1,36 ± 0,069	12,14 ± 0,070
Нога II	2,39 ± 0,018	0,69 ± 0,048	1,68 ± 0,016	2,33 ± 0,016	0,97 ± 0,052	8,06 ± 0,059
Нога III	1,74 ± 0,014	0,55 ± 0,035	1,10 ± 0,056	1,58 ± 0,010	0,78 ± 0,038	5,75 ± 0,036
Нога IV	3,22 ± 0,024	0,75 ± 0,043	2,42 ± 0,017	3,25 ± 0,023	1,19 ± 0,067	10,83 ± 0,074
Основные параметры тела (мм)						
	Самки		Самцы			
	Длина	Ширина	Длина	Ширина		
Головогрудь	3,74 ± 0,062	3,96 ± 0,078	1,62 ± 0,098	1,52 ± 0,082		
Стерnum	2,38 ± 0,036	1,87 ± 0,032	1,03 ± 0,055	0,88 ± 0,045		
Брюшко	10,13 ± 0,032	8,94 ± 0,032	2,76 ± 0,178	2,02 ± 0,141		
ЗЛГ	1,41 ± 0,030		0,68 ± 0,033			
ПЛГ	1,18 ± 0,021		0,64 ± 0,034			
ЗЛГ–ПЛГ	0,43 ± 0,011		0,19 ± 0,007			
ЗМГ–ПМГ	0,40 ± 0,008		0,19 ± 0,006			

О б о з н а ч е н и я. ЗЛГ – расстояние между задними латеральными глазами; ПЛГ – расстояние между передними латеральными глазами; ЗЛГ–ПЛГ – расстояние между задними и передними латеральными глазами; ЗМГ–ПМГ – расстояние между задними и передними медиальными глазами.

1956: 93). По нашим наблюдениям, окраска самок и самцов каракурта в Северном Приазовье существенно не отличается от таковой в азиатской части ареала.

Биотопическое распределение и динамика численности. Каракурт относится к числу типичных обитателей сухих пустынных и степных биотопов. На территории Северного Приазовья поселения каракурта локальны и ограничены небольшими участками солончаков, песчаных и ракушечниковых степей на Кривой и Белосарайской косах. С 2009 г. каракурта регистрировали по обочинам автодороги. Кроме того, единичные гнезда были найдены на огороде (с. Еленовка) и участке петрофитной степи с низким проективным покрытием (с. Кременевка).

Учеты пауков 5–6-го возрастов (13.06.2002) продемонстрировали наивысшую плотность поселения на участках с псаммофитной степной растительностью по краям солончаков (от 150 до 192 экз. на 100 м²). Учеты гнезд половозрелых самок (10–13.08.2002) показали снижение этого параметра до 25–31 экз. на 100 м². В июне следующего 2003 г. также была отмечена довольно значительная плотность гнезд особей 5–6-го возрастов (до 120 экз. на 100 м²), но уже в августе на этих участках было найдено единственное гнездо с двумя коконами. Это означает, что в районе исследований наблюдается высокая смертность молоди каракурта. Одним из факторов, приводящих к уничтожению как ювенильных, так и взрослых пауков, является выпас скота. На выпасаемых участках степи плотность гнезд самок была крайне низкой, достигая 3 экз. на 100 м² (август 2002 г.). Наивысшая за весь рассматриваемый период плотность поселения взрослых самок (от 33 до 62 экз. на 100 м²) была отмечена в 2002 г. на солончаках, не испытывающих пастбищной нагрузки. Причем в этот период вне природных местообитаний (например, во дворах и на свалках) каракурт не был обнаружен. С 2009 г. гнезда самок с коконами регистрировались в биотопах с рудеральной растительностью на обочинах автотрассы, ведущей в с. Белосарайская Коса, причем плотность гнезд в нескольких локальных скоплениях была довольно высокой, достигая 30 экз. на 100 м². В этот период на участках солончаков, расположенных рядом с автодорогой, началось строительство ЛЭП, а солончаки и степи в окрестностях населенного пункта интенсивно застраивались. Можно предположить, что сокращение природных биотопов приведет к постепенному переселению каракурта в антропогенные местообитания, что несет несомненную угрозу. Отметим, что на азиатской части ареала, в Ростовской обл.

и в Крыму участки с рудеральной растительностью, огороды, пустоши, дворы, хозяйственные постройки активно заселяются каракуртом (Ковблук, 2000; Пономарев, 2006). На территории российского Приазовья идет процесс расширения ареала каракурта, сопровождающийся его синантропизацией, проникновением в населенные пункты (Пономарев, 2006, 2012). По-видимому, аналогичный процесс начался и в Донецком Приазовье, что требует мониторинговых исследований состояния популяций каракурта на всем побережье.

Для каракурта характерны периодические резкие подъемы численности, чередующиеся с периодами депрессии, ярче всего выраженные в северных частях ареала (Мариковский, 1953). Наблюдение за вспышкой численности, зарегистрированной в 2002 г. на Белосарайской косе, позволяет отметить ряд интересных особенностей. Прежде всего, это ее «взрывной» характер, отсутствие предварительной фазы нарастания. Мало того, в предыдущие годы (1999–2001) вид не был отмечен, несмотря на целенаправленное обследование территории. Высокая численность каракурта сохранялась в течение только одного сезона. Причинами резких колебаний численности каракурта разные авторы называют:

- 1) климатические особенности (продолжительное теплое лето, способствующее увеличению продолжительности яйцекладки, и либо мягкие зимы, благоприятные для зимовки молоди в коконах, либо низкие зимние температуры, вызывающие гибель зимующих в коконах пауков);
- 2) воздействие паразитов;
- 3) колебания численности саранчевых – потенциальных жертв (Тарабаев, 1988; Мариковский, 1953, 1956).

Однако в рассматриваемом случае ни одна из причин не может быть признана достаточно весомой: исчезновение вида в 2003 г. произошло уже после успешной зимовки и молодые пауки погибли, не достигнув фазы половой зрелости; численность яйцевых паразитов – наездников – была незначительной (см. ниже); роль представителей семейства Acrididae в питании каракурта невелика (табл. 2). Анализ литературных данных о вспышках численности каракурта позволяет отметить наличие 11- и 20–25-летнего циклов; 11-летний цикл относится к числу наиболее распространенных циклов, обнаруженных исследователями в многолетних изменениях ряда природных процессов, в том числе солнечной и магнитной активности, климата, массовых размножений насекомых,

Т а б л и ц а 2

Состав и количественные соотношения (проб/экз.) жертв каракурта

Таксономическая принадлежность добычи каракурта	Стадия развития каракурта	
	5–6-й возраста	Половозрелые
1	2	3
Isopoda, Armadillidiidae	6/11 (0,7%)	71/146 (6,8%)
Acari, <i>Ixodes</i> sp.	1/1 (0,1%)	–
Aranei	53/69 (4,5%)	95/148 (6,9%)
Aranei gen. sp., juv	35/48	8/10
Araneidae, <i>Argiope bruennichi</i> (Scopoli, 1772)	–	1/1
Salticidae gen. sp., juv	12/14	35/45
Gnaphosidae gen. sp., juv	4/4	53/71
<i>Gnaphosa</i> sp., juv	–	10/10
<i>Gnaphosa leporina</i> (L. Koch, 1866)	–	1/1
<i>Haplodrassus</i> sp., juv	1/1	–
Philodromidae, <i>Philodromus fallax</i> Sundevall, 1832	–	1/1
Theridiidae, <i>L. tredecimguttatus</i>	2/2	4/5
Lycosidae gen. sp., juv	–	2/2
Thomisidae, <i>Xysticus</i> sp., juv	–	1/1
Uloboridae, <i>Uloborus walckenaerius</i> Latreille, 1806	–	1/1
Dermaptera	–	32/48 (2,2%)
Labiduridae, <i>Labidura riparia</i> Pallas, 1773	–	32/48
Orthoptera	29/38 (2,5%)	152/399 (18,6%)
Acrididae, larvae	29/38	–
Acrididae gen. sp.	–	19/19
<i>Chrysochraon dispar</i> (Germar, 1831)	–	1/1
<i>Calliptamus barbarus</i> Costa, 1836	–	2/2
<i>Calliptamus italicus</i> (Linnaeus, 1758)	–	6/7
<i>Oedipoda coerulea</i> (Linnaeus, 1758)	–	10/10
<i>Locusta migratoria</i> (Linnaeus, 1758)	–	4/4
<i>Acrotylus longipes</i> (Charpentier, 1845)	–	1/1
<i>Stenobothrus</i> sp.	–	6/6
<i>Chorthippus</i> sp.	–	3/3
Gryllotalpidae, <i>Grillotalpa unispina</i> Saussure, 1874	–	139/346
Hemiptera	76/445 (28,7%)	56/110 (5,1%)
Miridae gen. sp.	–	14/17
Miridae, larvae	66/398	–
<i>Lygus</i> sp.	–	1/2
<i>Maurodactylus albidus</i> (Kolenati, 1845)	12/16	–
<i>Halticus apterus</i> (Linnaeus, 1761)	1/1	–
Notonectidae, <i>Notonecta</i> sp.	–	1/1
Saldidae gen. sp.	1/1	–
Corixidae gen. sp.	–	2/2
Pentatomidae gen. sp.	2/2	7/8
<i>Sciocoris deltocephalus</i> Fieber, 1861	1/1	–
<i>Sciocoris sulcatus</i> Fieber, 1851	1/1	–
<i>Leprosoma inconspicuum</i> Baerensprung, 1859	1/1	–

Продолжение табл. 2

1	2	3
Pyrrhocoridae, <i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)	–	1/1
Lygaeidae gen. sp.	–	15/21
<i>Emblethis verbasci</i> (Fabricius, 1803)	3/3	–
<i>Plinthis pusillus</i> (Scholtz, 1847)	1/1	–
<i>Plinthis brevipennis</i> (Latreille, 1807)	2/2	–
<i>Plinthis hungaricus</i> Horvath, 1875	1/1	–
<i>Dimorphopterus spinolae</i> (Signoret, 1857)	1/1	–
Nabidae, <i>Prostemma sanguineum</i> (Rossi, 1790)	2/2	–
Scutelleridae gen. sp.	3/3	17/51
<i>Eurygaster</i> sp., larvae	1/1	–
<i>Eurygaster integriceps</i> Puton, 1881	–	1/1
Cydnidae, <i>Byrsinus fossor</i> Mulsant & Rey, 1865	1/1	3/5
<i>Stibaropus henkei</i> Jakovlev, 1874	1/1	–
<i>Legnotus picipes</i> (Fallen, 1807)	1/1	–
Reduviidae gen. sp.	1/1	1/1
Tingidae gen. sp.	3/3	–
Tingidae, <i>Acalypta gracilis</i> (Fieber, 1844)	3/3	–
Neuroptera	–	10/10 (0,5%)
Chrysopidae gen. sp.	–	2/2
Myrmeleontidae, <i>Myrmeleon</i> sp.	–	8/8
Homoptera	19/21 (1,4%)	7/7 (0,3%)
Cicadellidae gen. sp.	18/20	7/7
Cicadellidae, <i>Cicadella viridis</i> (Linnaeus, 1758)	1/1	–
Hymenoptera	92/781 (50,6%)	95/256
Formicidae gen. sp.	91/771	37/76
<i>Tetramorium</i> sp.	–	43/142
Ichneumonidae gen. sp.	–	1/1
Chalcididae gen. sp.	4/4	–
Mutillidae, <i>Mutilla</i> sp.	–	1/1
Sphecidae gen. sp.	2/2	12/13
<i>Larra anachema</i> (Rossi, 1790)	–	4/5
<i>Philanthus triangulatum</i> (Fabricius, 1775)	–	1/1
Halictidae, <i>Nomioides minutissima</i> Rossi, 1790	1/1	–
Apidae gen. sp.	–	2/2
Apidae, Antophoridae gen. sp.	–	4/4
Apoidea gen. sp.	3/3	–
Scoliidae, <i>Scolia</i> sp.	–	1/1
Pompilidae gen. sp.	–	7/10
Diptera	42/109 (7,1%)	7/8 (0,5%)
Heledidae gen. sp.	1/1	–
Chironomidae gen. sp.	33/90	5/6
Sarcophagidae gen. sp.	1/1	–
Calliphoridae, <i>Lucilla</i> sp.	1/1	–
Muscidae gen. sp.	12/16	–

Продолжение табл. 2

1	2	3
Syrphidae gen. sp.	–	2/2
Coleoptera	37/62 (4,0%)	162/780 (36,5%)
Tenebrionidae, larva	–	4/4
<i>Gonocephalum pygmaeum</i> (Steven, 1829)	4/4	17/19
<i>Gonocephalum pusillum</i> (Fabricius, 1791)	–	1/2
<i>Crypticus quisquilius</i> (Linnaeus, 1761)	8/8	20/34
<i>Opatrum sabulosum</i> (Linnaeus, 1761)	–	12/27
<i>Tentyria nomas</i> (Pallas, 1781)	7/8	–
<i>Melanimon tibialis</i> (Fabricius, 1871)	5/6	–
Carabidae gen. sp.	–	2/2
Carabidae, larvae	3/3	7/7
<i>Amara</i> sp.	1/1	7/8
<i>Amara aenea</i> (DeGeer, 1774)	1/1	–
<i>Scarites terricola</i> Bonelli, 1813	–	88/197
<i>Calosoma denticolle</i> Gebler, 1833	–	4/4
<i>Brosicus cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	–	64/113
<i>Cyrtonotus aulica</i> (Panzer, 1796)	–	30/43
<i>Calathus</i> sp.	–	4/4
<i>Calathus ambiguus</i> (Paykull, 1790)	–	2/2
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	–	1/1
<i>Calathus halensis</i> (Schaller, 1783)	–	1/1
<i>Pseudaphonus rufipes</i> (DeGeer, 1774)	–	35/45
<i>Poecilus</i> sp.	–	5/7
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	–	2/2
<i>Pogonus</i> sp.	1/1	11/11
<i>Pogonus iridipennis</i> Nicolai, 1822	–	2/2
<i>Pogonus litoralis</i> (Duftschmid, 1812)	–	1/1
<i>Harpalus</i> sp.	–	16/19
<i>Zabrus tenebrioides</i> (Goeze, 1777)	–	8/8
<i>Anisodactylus pseudoaeneus</i> Dejean, 1829	–	3/3
<i>Bembidion</i> sp.	1/1	4/4
<i>Carabus clathratus</i> Linnaeus, 1761	–	1/2
<i>Carabus campestris</i> Fischer von Waldheim, 1822	–	1/1
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	–	1/1
<i>Brachinus psophia</i> Audinet–Serville, 1821	–	3/3
<i>Brachinus hamatus</i> Fischer von Waldheim, 1828	–	1/1
<i>Chlaenius spoliatus</i> (Rossi, 1790)	–	1/1
<i>Chlaenius decipiens</i> Dufour, 1820	–	2/2
<i>Pterostichus</i> sp.	–	2/2
<i>Pterostichus macer</i> (Marsham, 1802)	–	2/2
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	–	1/1
<i>Daptus vittatus</i> Fischer von Waldheim, 1824	–	1/1
<i>Dyschirius</i> sp.	2/7	–
Staphylinidae, <i>Othius</i> sp.	–	1/1

Окончание табл. 2

1	2	3
<i>Bledius</i> sp.	–	10/15
<i>Silpha carinata</i> Herbst, 1783	–	9/18
<i>Silpha obscura</i> Linnaeus, 1758	–	1/1
Histeridae, <i>Hister quadrimaculatus</i> Linnaeus, 1758	–	2/2
Curculionidae gen. sp.	4/4	–
<i>Otiorhynchus</i> sp.	2/2	–
<i>Pleurocleonus sollicitus</i> (Gyllenhal, 1834)	–	46/91
<i>Calandra picea</i> Pallas, 1776	–	3/3
<i>Pseudocleonus marginicollis</i> (Fahraeus, 1842)	–	1/1
Hydrophilidae, <i>Cercyon</i> sp.	–	1/1
<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus, 1758)	1/1	–
Hydraenidae, <i>Ochthebius marinus</i> (Paykull, 1798)	2/3	–
Dytiscidae, <i>Dytiscus marginalis</i> Linnaeus, 1758	–	1/1
Anthicidae gen. sp.	–	2/3
<i>Anthicus ater</i> (Panzer, 1796)	4/6	–
<i>Anthicus hispidus</i> (Rossi, 1792)	–	5/6
Coccinellidae, <i>Subcoccinella vigintiquatuorpunctata</i> (Linnaeus, 1758)	–	4/4
<i>Adalia bipunctata</i> (Linnaeus, 1758)	–	1/1
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758	–	3/3
<i>Hippodamia variegata</i> (Goeze, 1777)	–	1/1
Scarabaeidae, <i>Anomala errans</i> (Fabricius, 1775)	–	1/1
<i>Anisoplia segetum</i> (Herbst, 1783)	–	6/6
<i>Pentodon idiota</i> (Herbst, 1789)	–	1/1
<i>Aphodius distinctus</i> (Muller, 1776)	–	1/1
<i>Pleurophorus caesus</i> Creutzer, 1796	3/3	–
<i>Maladera holosericea</i> (Scopoli, 1772)	–	4/19
<i>Chironitis hungaricus</i> (Herbst, 1789)	–	1/1
Elateridae gen. sp.	–	1/1
Nitidulidae, <i>Meligethes</i> sp.	1/1	–
Chrysomelidae, larvae	1/1	–
<i>Chloropterus versicolor</i> A.Morawitz, 1860	1/1	3/7
<i>Zygogramma suturalis</i> Fabricius, 1838	–	1/1
<i>Leptinotarsa desemeleata</i> Say, 1824	–	3/3
Lepidoptera	6/6 (0,4%)	114/226 (10,5%)
Lepidoptera, larva	2/2	107/210
Lepidoptera gen. sp.	–	1/1
Pieridae, <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, 1758)	1/1	–
Crambidae gen. sp.	3/3	–
<i>Loxostege sticticalis</i> (Linnaeus, 1761)	–	6/9
Noctuidae gen. sp.	–	6/6
Reptilia, <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758	–	1/1 (0,1%)
Bcero	100/1543	200/2139

грызунов и т.д. Вспышки численности каракурта являются, по-видимому, следствием глобальных изменений солнечной и магнитной активности, опосредованно синхронизирующих их с годами подъема численности других видов, например саранчевых. Дальнейшее накопление детальной информации о динамике численности каракурта в регионе позволит вплотную подойти к решению проблемы прогноза вспышек.

Экология питания. Каракурт, как и большинство других пауков, является хищником-генералистом, потребляющим в пищу широкий спектр жертв – в основном членистоногих. Так, по данным П.И. Мариковского (1956: 172), «паук не оказывает предпочтения какому-либо определенному виду, и состав добычи носит прямую зависимость от фауны и численности находящихся в окружении насекомых». Аналогичной точки зрения придерживается и А.С. Садыков с соавт. (1985: 13), отмечая, что «паук довольствуется любым животным, запутавшимся в паутине, лишь бы оно не превосходило его значительно по размерам и силе». По данным А.В. Пономарева, в рационе самок преобладали прибрежная уховертка (*Labidura riparia* Pallas, 1773) и бокоплав (*Orchestia botta* Milne-Edwards, 1840), что отражало распространенность этих видов в месте обитания каракурта – среди камней прибрежной полосы (Пономарев, 2006). По нашим данным, спектр питания каракурта определялся как составом и численностью доступных жертв, так и возрастом самих пауков (размеры, строение тенет). Исследование сетей ювенильных и половозрелых пауков отчетливо демонстрирует расширение и значительное изменение спектра питания, увеличение размеров добычи по мере развития каракурта. Преимущественная активность каракурта (и его жертв) меняется с дневной (у ювенильных) на сумеречно-ночную (у взрослых). По мере роста паука пищевой спектр расширяется, прежде всего, за счет потребления все более крупной добычи. Максимальные размеры жертв каракуртов 5–6-го возрастов не превышают 10 мм, основу питания при этом составляют мелкие виды, длина которых не более 5 мм (Formicidae, Miridae). По данным П.И. Мариковского (1956: 176), основная часть добычи молодых каракуртов – муравьи. В условиях Северного Приазовья значительную роль в питании играют также представители полужесткокрылых, в основном личинки Miridae (табл. 2).

В тенетах каракуртов 5–6-го возрастов зарегистрированы представители не менее чем 61 вида (до рода и вида определено 39), у половозрелых – не менее 118 видов (до рода и вида определено 90)

(табл. 2). Отметим, что спектр жертв каракурта в Северном Приазовье почти в три раза шире, чем в Узбекистане (в последнем случае отмечено около 40 видов (Эргашев, 1990: 93)). Виды, составляющие доминирующее ядро населения герпетобия (*S. terricola*, *C. picea*, по данным одновременно выставленных ловушек Барбера), отсутствуют в тенетах молодых каракуртов (видимо, в силу крупных размеров и плотных покровов, делающих их недоступными для ювенильных пауков). В то же время, *S. terricola* отмечен в 88 пробах (197 экз.), отобранных в тенетах половозрелых самок. Хотя второй вид и у взрослых пауков представлен в незначительном количестве (3 экз. из трех проб).

Существенно различается у молодых и половозрелых пауков удельная доля отдельных отрядов (табл. 2). Изменение спектра жертв каракурта с возрастом наиболее ярко отражается в увеличении удельной доли и числа видов жесткокрылых – от 4% (19 видов) у пауков 5–6-го возрастов, до 36,5% (64 вида) у половозрелых. Обращает на себя внимание и тот факт, что доминирующую группу жесткокрылых, собранных в тенетах взрослых самок, составляют достаточно крупные виды с очень плотными покровами: *S. terricola*, *B. cephalotes*, *C. denticolle*, *C. clathratus*, *C. campestris*, *D. marginalis* и др. Овладеть столь мощными жуками, вполне сравнимыми по размерам с самим хищником, позволяет особая тактика охоты. Паук выбрызгивает жидкое паутинное вещество из паутинных бородавок, набрасывает его задними ногами на жертву, подвешивает ее в тенетах, лишая точки опоры, после чего кусает в сочленовные мембраны ног (Мариковский, 1956: 173–174).

Значительно увеличивается у половозрелых пауков и доля Orthoptera (с 2,5 до 18,6%). При этом изменяется не только удельная доля, но и видовой состав прямокрылых. Если у молодых они представлены личинками хортобионтных Acrididae, то у половозрелых абсолютного доминирования достигает *G. unispina* – обитатель верхних слоев почвы, выходящий на поверхность исключительно в сумеречно-ночное время. Это один из наиболее крупных представителей местной энтомофауны, достигающий 50–55 мм. По частоте встречаемости (зарегистрирован в 139 пробах) и количеству экземпляров (346 экз.) данный вид занимает лидирующую позицию в питании взрослых пауков. Отметим, что большинство видов, доминирующих в тенетах взрослых каракуртов, относятся к герпетобионтам с сумеречной и ночной активностью (кроме медведки, это *L. riparia*, *S. terricola*, *B. cephalotes*, *P. rufipes*, *C.*

aulica). В то же время у ювенильных особей основу рациона составляют виды-хортобионты и герпетобионты с дневной активностью (Miridae, Formicidae).

Увеличение доли Lepidoptera с 0,4 до 10,5% в тенетах половозрелых особей происходит исключительно за счет личиночных фаз, имаго отмечены в единичных экземплярах – сети каракурта не приспособлены для поимки летающей добычи. По мере роста каракурта доминирующую позицию теряют представители отрядов Hemiptera (с 28,7 до 5,1%) и Hymenoptera. Последние, в основном, за счет Formicidae, составляли основу рациона у молодых особей (50,6%), а у половозрелых – всего 12%. Практически неизменной остается доля *Aganeis* (4,5 и 6,9%), представленных в тенетах восемью семействами. Не составляет исключения и сам каракурт, остатки которого, как самцов, так и самок, отмечены у молодых и половозрелых особей.

Плодовитость каракурта. Кокон каракурта монотонно окрашены, желтоватые, сероватые, приблизительно правильной шарообразной формы, с небольшим коническим носиком, реже – слегка вытянутые, яйцевидные. Размер коконов и количество яиц в них подвержены значительным изменениям. Первые коконы в кладке обладают наибольшими размерами (до 17,2×15,9 мм) и содержат до 646 яиц. По мере откладки яиц размеры коконов заметно уменьшаются, что позволяет выстроить последовательный ряд, отражающий порядок их формирования. Средняя высота коконов составляет 12,9 мм ±0,081 (max – 17,2 мм, min – 9,5 мм), ширина коконов 12,9 мм ±0,108 (max – 15,9 мм, min – 9,3 мм). Количество яиц в коконе колеблется в зависимости от его размеров и составляет от 74 до 646 (в среднем 344±8,222). Анализ литературных сведений по плодовитости каракурта в разных частях ареала (табл. 3) затруднен, поскольку материал большинством авторов собирался, по-видимому, еще до окончания яйцекладки, что неизбежно приводит к искажению результатов. Кроме того, из-за отсутствия первичных данных невозможно вычисление статистической достоверности различий полученных показателей.

Количество коконов в кладках каракурта в Северном Приазовье в целом ниже, чем на азиатской части ареала и в Крыму, тогда как среднее число яиц в коконе незначительно отличается в большую или меньшую сторону. Последний показатель, полученный в Ростовской обл., более чем в два раза ниже наших данных. Средние значения общей плодовитости самки и ее максимальная плодовитость в разных частях

Т а б л и ц а 3

Плодовитость каракурта на разных участках ареала

Показатель плодовитости	Узбекистан (Эргашев, Хафизов, 1975)	Узбекистан (Эргашев, 1990)	Хребет Малай-Сары, Казахстан (Мариковский, 1956)	г. Таганрог (Пономарев, 2006)	Одесская обл. (Волянская, 1958) *	Крым, Евпатория (Ковблук, 2001 (2002))	Крым, Джанкойский р-н (Ковблук, 2001 (2002))	Донецкая обл. Белосарайская коса 2002 г.
Количество коконов у одной самки	2-7	2-7	1-13	3	4-5	1-9	1-9	1-6
Среднее число яиц (пауков) в коконе	304	400	393	150	350	299,7	388,1	344,9
Общая плодовитость самки	805,5	1510,5	2143,5	-	-	1543	761	1022,5
Максимальная плодовитость самки	1410	2000	2882	-	-	3085	1232	2734

* Работа цитирована по: Ковблук, 2001 (2002).

области распространения значительно варьируют, не позволяя проследить общую тенденцию.

Скорость развития яиц зависит от температуры, и в коконах, отложенных в июле и августе, пауки первого возраста появляются уже через 5–7 дней (Мариковский, 1956: 138). Характерно, что на азиатской части ареала процент развившихся яиц в коконах каракурта чрезвычайно высок, каждая кладка содержит не более 2–5 неразвившихся яиц, и только на крайне неблагоприятных для обитания вида участках этот показатель достигает 5,2% (Мариковский, 1956: 138). В то же время мы отметили крайне низкую долю развившихся яиц в коконах, собранных нами на Белосарайской косе: при их вскрытии в лаборатории (декабрь–январь) было обнаружено, что 40,4% (74 кокона) содержат исключительно неразвившиеся яйца, и только 53,6% коконов (98 экз.) содержали пауков 1-го или 2-го возрастов, потенциально способных к успешной зимовке. Остальные 6% коконов (11 экз.) содержали смесь из яиц и ювенильных пауков. Анализ 22 кладок (4–5 коконов), показал, что ни одна из них не содержала исключительно пауков 1-го и 2-го возрастов. Отметим, что зараженность коконов яйцевыми паразитами была крайне низкой. Из 517 коконов, взятых на инкубацию в лабораторных условиях, пораженными оказались только 4 (0,8%). Из них было выведено 5 экз. наездников – *Tromatobia ornata* Gravenhorst, 1829 и два вида рода *Gelis* sp. (сем. Ichneumonidae, det. В. Толканиц). Причем *T. ornata* поражает коконы каракурта и в Узбекистане (Эргашев, 1990: 95), а зараженность коконов достигает 6,9% (почти в 9 раз выше, чем на Белосарайской косе). Низкая зараженность коконов из белосарайской популяции является,

по-видимому, следствием ее немногочисленности и длительных периодов депрессии численности.

Одной из характернейших черт биологии каракурта в азиатской части ареала является наличие у самок двух-трех сезонных миграций, вызываемых выгоранием весенней эфемерной растительности и поиском локальных укрытий от солнца. Только в случае удачного расположения гнезда на затененном участке миграция не наблюдается или слабо выражена (Мариковский, 1956: 153–154, 188; Эргашев, 1990: 72). В условиях Северного Приазовья в связи с более низкими летними температурами и возможностью устройства тенет у основания куртин злаков и полыни, миграции не отмечались, и половозрелые самки занимали те же местообитания, что и ювенильные. Не наблюдалась и тенденция к «углублению» гнезд в трещины и западины почвы, под камни, в норы млекопитающих. Только на наиболее нестабильных береговых участках, рядом с зоной заплеска, гнезда каракурта углублялись под откос берега, укрепленного корнями растений.

Авторы выражают свою искреннюю признательность канд. биол. наук В.Н. Грамма, канд. биол. наук М.А. Филатову, канд. биол. наук И.П. Лежениной, оказавшим неоценимую помощь в определении таксономической принадлежности добычи каракурта, а также студентам и сотрудникам биологического факультета ДонНУ, принявшим участие в разборе проб – А.Г. Мальцевой, Т.В. Никулиной, Е.Ю. Савченко. Отдельно авторы благодарят канд. биол. наук А.В. Пономарева, высказавшего ряд существенных критических замечаний, которые были учтены в тексте статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Есюнин С.Л., Ефимик В.Е. Каталог пауков (Arachnida, Aranei) Урала. М., 1996. 229 с.
- Ковблюк Н.М. Распространение каракурта *Latrodectus tredecimguttatus* (Aranei, Theridiidae) в Крыму и его биотопическая приуроченность // Вестн. зоол. Supplement «Зоологические исследования в Украине». 2000. Вып. 14. С. 37–41.
- Ковблюк Н.М. Плодовитость каракурта *Latrodectus tredecimguttatus* (Rossi, 1790) (Aranei, Theridiidae) в Крыму // Изв. Харьковского энтомол. об-ва. 2001 (2002). Т. 9. Вып. 1–2. С. 248–249.
- Лукьянов Н. Список пауков (Araneina, Pseudoscorpionina, Phalangina), водящихся в Юго-Западном крае и смежных с ним губерниях России // Записки Киевского общества естествоиспытателей. 1897. Т. 14. Вып. 2. С. 1–19.
- Мариковский П.И. Массовое размножение ядовитого паука каракурта *Latrodectus tredecimguttatus* (Rossi) // Зоол. журн. 1953. Т. 32. Вып. 3. С. 444–448.
- Мариковский П. И. Тарангул и каракурт. Фрунзе, 1956. 281 с.
- Михайлов К.Г. Каталог пауков (Arachnida, Aranei) территорий бывшего Советского Союза. М., 1997. 416 с.
- Полчанинова Н.Ю. Дополнение к фауне пауков (Araneae) Ивано-Рыбальчанского участка Черноморского заповедника // Природные комплексы Черноморского государственного биосферного заповедника. Киев, 1992. С. 77.
- Полчанинова Н.Ю. Фауна и население пауков Потиевского участка Черноморского биосферного заповедника (Херсонская обл., Украина) // Чтения памяти А.П. Крапивного. Мат-лы междунар. науч. конф. (Харьков, 4–5 декабря 2009 г.). Харьков. 2009. С. 61–71.

- Пономарев А.В. Каракурт *Latrodectus tredecimguttatus* (Rossi, 1790) (Theridiidae, Aranei) в Приазовье // Вестн. Южного научного центра РАН. 2006. Т. 2, вып. 2. С. 92–95.
- Пономарев А.В. Пауки (Aranei) побережья Таганрогского залива // Экологическая безопасность приморских регионов (порты, берегозащита, рекреация, марикультура). Мат.-лы Междунар. науч. конф., посвященной 150-летию Н.М. Книповича (Ростов-на-Дону, 5–8 июня 2012 г.). Ростов-на-Дону, 2012. С. 200–203.
- Прокопенко Е.В. Пауки // Ландшафты, растительный покров и животный мир регионального ландшафтного парка Меотида. Монография / Г.Н. Молодан, С.А. Приходько, С.В. Третьяков и др. Донецк, 2010. С. 152–173.
- Садыков А.С., Ахунов А.А., Салихов Ш.И. Яд каракурта. Ташкент, 1985. 168 с.
- Тарабаев Ч.К. К вопросу о причинах депрессий и массовой численности каракурта *Latrodectus tredecimguttatus* в ареале // Мат.-лы V Всесоюз. совещ. «Вид и его продуктивность в ареале» (Тбилиси, 10–12 ноября, 1988). Вильнюс, 1988. С. 214–216.
- Харитонов Д.Е. Каталог русских пауков // Ежегодник Зоологического музея. Л., 1932. 205 с.
- Эргашев Н.Э. Экология ядовитых пауков Узбекистана. Ташкент, 1990. 191 с.
- Эргашев Н.Э., Хафизов И. О плодовитости каракурта // Узбекский биологический журнал 1975. Вып. 6. С. 46–47.
- Fomichev A.A. New data on the spider fauna (Aranei) of the southern part of the Kherson Oblast, Ukraine // Arthropoda Selecta. 2007. Vol. 16. N 3. P. 173–175.
- Platnick N.I. The world spider catalog, version 13.0. 2012. American Museum of Natural History, online at <http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog>. DOI: 10.5531/db.iz.0001.
- Pereleschina W. (Pereleschina V.I.) Beitrag zur Kenntnis der Spinnenfauna von Askania Nova // Trav. Mus. Zool. Acad. Sc. Ukraine. 1927. N 3. P. 53–56.

Поступила в редакцию 09.03.13

**THE FEATURES OF KARAKURT *LATRODECTUS TREDECIMGUTTATUS*
(P. ROSSI, 1790) (ARANEI, THERIDIIDAE) BIOLOGY IN NORTHERN
CIS-AZOV**

E.V. Prokopenko, V.V. Martynov

Material for the present article have served authors personal observations and collectings in Belosaraiskaja Kosa (Donetsk region, Pershotravneviy district) in the 2000 for 2011. The features of morphology, biotopical allocation, age changes of a feeding, fertility were researched.

Key words: karakurt, *Latrodectus tredecimguttatus*, Northern Cis-Azov

Сведения об авторах: Прокопенко Елена Васильевна – доцент кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета, канд. биол. наук (helen_grosor@mail.ru); Мартынов Владимир Викторович – доцент кафедры зоологии и экологии Донецкого национального университета, канд. биол. наук (martynov.scarab@yandex.com).

УДК 551.465

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ВИДОВОГО СОСТАВА И ОБИЛИЯ ФАУНЫ ПРИБРЕЖНЫХ ЛЬДОВ ПРОЛИВА ВЕЛИКАЯ САЛМА КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Е.Г. Колосова, Л.С. Житина, Л.В. Ильяш, И.А. Мельников

Видовой состав и обилие ледовой и планктонной фауны оценивали на четырех станциях в проливе Великая Салма Кандалакшского залива Белого моря с января до конца апреля 1997 г. Во льду найдено 22, а в планктоне – 19 видов фауны. Видовой состав фауны льда и планктона достоверно не отличался. Суммарная численность представителей фауны (N) во льду возрастала от $3,3 \pm 1,8$ тыс. экз./м² (январь) до $18,0 \pm 18,7$ тыс. экз./м² (конец апреля). Наибольший вклад в N криофауны в январе–марте давали науплии копепод и гарпактикоиды, а в апреле – нематоды. Суммарная биомасса криофауны (B) возрастала от $0,07 \pm 0,02$ мг C/м² (январь) до $3,62 \pm 2,50$ мг C/м² (середина апреля), а в конце апреля при таянии льда снизилась до $2,24 \pm 2,25$ мг C/м². В январе–марте наибольший вклад в B вносили копеподы и личинки полихет, а в апреле – нематоды. В верхнем слое льда число видов, а также величины N и B были меньше, чем в нижнем слое. В подледной воде на границе лед–вода N и B возрастали от 2,7 тыс. экз./м³ и 0,4 мг C/м³ (январь) до 21,5 тыс. экз./м³ и 8,1 мг C/м³ (середина апреля). В столбе воды N и B возрастали от 0,05 тыс. экз./м³ и 0,06 мг C/м³ в январе до 1,1 тыс. экз./м³ и 0,74 мг C/м³ в середине апреля. Наибольший вклад в N давали копеподиты, а в B – копеподы.

Ключевые слова: ледовая фауна, прибрежные льды, сезонная динамика, Белое море.

Наблюдаемое в последние десятилетия потепление Арктики ведет к уменьшению общей площади и толщины ледового покрова при увеличении доли однолетних льдов (Polyakov et al., 2010). По существующим прогнозам этот процесс продолжится и далее (Walsh, 2008), что может привести к изменению состава и обилия ледовой биоты. Фауна льдов представлена разнообразными простейшими и мелкими беспозвоночными (мейофауна, как правило, менее 1 мм) (Gradinger et al., 1991, 1999, 2005; Sime- Ngando et al., 1997; Nozais et al., 2001; Shünemann, Werner, 2005; Marquardt et al., 2011).

В Белом море ледовый покров существует в течение 4–5 месяцев, начиная с середины декабря до конца апреля или начала мая. Сведения о фауне льдов Белого моря до настоящего времени немногочисленны и ограничены исследованиями в устьевой зоне Северной Двины в марте (Сажин и др., 2011) и в губе Чупа Кандалакшского залива в апреле (Сажин и др., 2004). Ряд работ был посвящен изучению ледовых нематод, при этом остальная ледовая фауна не рассматривалась (Чесунов, Портнова, 2005; Чесунов, 2006). Для видового состава и обилия ледовой фауны характерна значительная пространственно-временная вариабельность (Сажин и др., 2011, 2012; Kern, Carey, 1983; Gradinger et al., 1991; 2005; Nozais et al., 2001),

что определяет необходимость изучения ледовых сообществ в течение длительного периода и в разных районах моря.

В настоящей работе представлены сведения о динамике видового состава и обилия фауны прибрежных льдов в проливе Великая Салма Белого моря с января по апрель.

Материалы и методы

Пробы отбирали с января по апрель 1997 г. в проливе Великая Салма у Беломорской биологической станции МГУ на трех станциях, расположенных на расстоянии 10, 30 и 50 м от берега. Глубина на станциях на приливе составляла 2, 5 и 10 м. Еще одна станция находилась у мыса Киндо примерно в 5 км от разреза (глубина 5 м).

Отбор проб льда проводили кольцевым буром с диаметром 18 см. Сразу после отбора в кернах измеряли температуру, помещая термометр в небольшие отверстия, просверленные с интервалом 10 см. Каждый керн делили на две равные части, которые помещали в отдельные пластиковые емкости и растапливали при комнатной температуре. В талой воде измеряли соленость солемером «Deckman SoluBridge» (RB-5-349A). Растопленные пробы фиксировали 2%-м формалином и концентрировали методом обратной

филтрации. Пробы подледной воды отбирали 10-литровым батометром, фиксировали 4%-м формалином и концентрировали методом обратной филтрации. Сетные пробы собирали от дна до поверхности на станции, находившейся в 30 м от берега, большой сетью Джели с площадью входного отверстия 0,1 м² и ячейей филтрующего конуса 180 мкм. Материал фиксировали 4%-м формалином.

Все пробы тотально просчитывали под бинокулярной лупой. Большинство организмов определяли до вида, у копепод учитывали стадии развития. У всех организмов измеряли длину тела. Расчет сырой биомассы проводили по формуле (Виноградов, Шушкина, 1987) или использовали литературные данные по индивидуальному весу организма (Перцова, 1970). Для пересчета сырой биомассы в органический углерод использовали коэффициент 0,064 (Виноградов, Шушкина, 1987). Биомассу нематод в единицах органического углерода принимали как 40% от сухого веса, который, в свою очередь, составляет 22,5% от сырого веса (Чесунов, 2006).

Сходство видового состава фаун разных биотопов (S) рассчитывали с помощью индекса Шимкевича–Симпсона (Песенко, 1982).

Численность водорослей в ледовых и планктонных пробах определяли методом прямого счета в камере Ножотта (объем 0,06 мл, число просчитанных камер не менее 5). Линейные размеры клеток водорослей измеряли окуляр-микрометром, объемы клеток рассчитывали методом геометрического подобия (Hillebrand

et al., 1999). Величину биомассы в единицах углерода рассчитывали по аллометрическим уравнениям в зависимости от объема клеток (Menden-Deuer, Lessard, 2000).

Результаты

Краткая характеристика ледового биотопа.

Ледовый покров начал формироваться в декабре, толщина льда увеличивалась с января по март (табл. 1). В апреле началось таяние льда, и его толщина уменьшилась. В январе–феврале нарастание льда шло снизу из морской воды, в марте–апреле формирование льда шло как снизу, из-за замерзания морской воды, так и сверху – в результате метаморфизма пропитанного морской водой снега. Снежный покров в среднем достигал в январе, феврале, марте и апреле соответственно 15, 20, 25 и 20 см. Температура льда изменялась в интервале от (–2,8)–(–3,5)°С в январе до (–2,7)–(+1)°С в марте.

Видовой состав фауны. С января по апрель непосредственно во льду были найдены 22 таксономические единицы фауны; в подледной воде обнаружены 12 таксонов, в столбе воды от дна до поверхности – 19 таксонов (табл. 2). Характерной особенностью ледовой фауны является присутствие нематод, которые в планктоне не встречаются. Только во льду были отмечены также коловратки, они встречались на всех станциях.

Только в планктоне найдены *Tintinnopsis parvula*, *Obelia longissima*, *Aglantha digitale*, *Calanus glacialis*,

Таблица 1

Средние значения (по четырем станциям) толщины льда (h), суммарных численности (N) и биомассы (B) фауны, биомассы криофлоры (B_{фито}) в толще льда и коэффициент вариации толщины льда (CV_h), численности (CV_N) и биомассы (CV_B) криофауны, биомассы криофлоры (CV_{фито})

Показатель	Дата				
	21.01	7.02	17.03	13.04	21.04
h, см	30	34	43	54	51
CV _h , %	28	25	38	36	44
N, тыс. экз/м ²	3,34	6,36	3,67	8,63	18,15
CV _N , %	83	71	91	57	102
B, мг С/м ²	0,07	0,21	0,81	3,62	2,24
CV _B , %	25	74	79	69	100
B _{фито} , мг С/м ²	0,07	0,78	1,79	1,68	4,10
CV _{фито} , %	88	84	69	50	61

Т а б л и ц а 2

Присутствие (+) или отсутствие (-) представителей фауны в верхнем (числитель) и нижнем (знаменатель) слоях льда в дни наблюдений, а также в подледном слое воды (ПС) и в столбе воды (СВ) за весь период наблюдений

Таксон	Лед					Вода	
	19.01	07.02	17.03	13.04	21.04	ПС	СВ
Tintinnida							
<i>Tintinnopsis beroidea</i> Stein, 1867	-/-	-/-	-/-	-/-	+/-	+	-
<i>T. fimbriata</i> Meunier, 1919	-/+	-/-	-/-	-/-	-/-	+	-
<i>T. parvula</i> Jörgensen, 1912	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	+	-
<i>Parafavella denticulata</i> (Ehrenberg, 1840)	-/-	+/+	-/-	-/+	+/-	+	+
Hydrozoa							
<i>Obelia longissima</i> (Pallas, 1766)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-	+
<i>Aglantha digitale</i> (Müller, 1766)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-	+
Eurotatoria							
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	-/+	-/-	-/-	-/-	-/+	-	-
<i>K. quadrata quadrata</i> (Müller, 1786)	-/+	-/-	-/-	-/-	-/-	-	-
<i>Synchaeta hyperborea</i> Smirnov, 1932	-/-	-/-	-/+	+/+	+/+	-	-
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	-/-	-/-	-/-	-/+	-/-	-	-
<i>Trichocerca marina</i> (Daday, 1891)	-/-	-/-	-/-	-/+	-/+	-	-
Nematoda	-/+	-/+	-/+	+/+	+/+	-	-
Polychaeta larvae	-/-	-/-	-/+	-/+	-/+	-	+
Copepoda							
<i>Calanus glacialis</i> Jaschnov, 1955	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-	+
<i>Pseudocalanus minutus</i> (Kröyer, 1848)	+/-	-/-	-/+	+/+	+/-	+	+
<i>Acartia longiremis</i> (Lilljeborg, 1853)	-/-	-/-	-/-	-/-	+/-	-	+
<i>Oithona similis</i> Claus, 1866	+/+	-/+	+/-	+/+	-/+	+	+
<i>Oncaea borealis</i> Sars, 1918	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	+	+
<i>Tisbe furcata</i> (Baird, 1837)	-/+	-/+	-/+	+/+	+/+	+	+
<i>T. minor</i> (T. et A. Scott, 1896)	-/-	-/-	+/+	-/-	-/-	-	+
<i>Microsetella norvegica</i> (Boeck, 1864)	-/+	-/+	+/+	+/+	+/+	+	+
Nauplii Copepoda	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+	+
Nauplii Cirripedia	-/-	-/-	-/-	-/+	-/-	-	+
Gastropoda							
<i>Limacina helicina</i> (Phipps, 1774)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-	+
<i>Clione limacina</i> (Phipps, 1774)	-/-	-/-	-/-	-/+	-/-	-	+
Gastropoda larvae	-/+	-/+	-/+	-/-	-/+	+	+
Chaetognatha							
<i>Parasagitta elegans</i> (Verrill, 1873)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-	+
Ova varia	-/-	-/-	-/-	+/-	+/-	+	+
Всего таксонов	3/11	2/8	5/11	9/15	11/12	12	19

Limacina helicina и *Parasagitta elegans*. Наименьшее видовое богатство ледовой фауны отмечено в феврале, наибольшее – в апреле. В течение всего периода наблюдений число таксонов в нижнем слое льда было больше, чем в верхнем.

Сходство видового состава ледовой фауны (S) между парами станций изменялось в пределах 0,5–1 (январь); 0,7–0,9 (март); 0,7–1 (апрель). Сходство состава ледовой фауны с фауной подледного слоя (S = 0,92) было выше, чем с фауной всего столба воды (S = 0,73). В целом, состав фауны разных биотопов достоверно не различался.

Численность фауны. Численность (N) организмов, обитавших во всей толще льда, варьировала как между станциями, так и по сезону (табл. 1). Наименьшее значение N отмечалось на ближайшей к берегу станции в течение всего периода наблюдений, в январе оно составило 0,17 тыс. экз./м². Наибольшее значение N зафиксировано в середине апреля в 30 м от берега (45,7 тыс. экз./м²). В течение всего периода наблюдений численность организмов в нижнем слое льда было больше таковой в верхнем слое. Исключение составила станция, находящаяся в 50 м от берега, где в апреле в верхнем слое присутствовало много нематод, и значение N оказалось выше такового в нижнем слое.

Наибольший вклад в численность криофауны в январе–марте давали гарпактикоиды и науплии копепоид, а в апреле – нематоды (до 92%).

В столбе воды N возрастала от 0,05 тыс. экз./м³ (январь) до 1,1 тыс. экз./м³ (апрель). По-видимому, основная масса фауны была сконцентрирована в подледном слое, где значение N было выше (2,7–21,5 тыс. экз./м³), чем во всем столбе воды. В планктоне преобладали копепоиды *Oithona similis*, *Pseudocalanus minutus* и *Oncaea borealis*.

Биомасса фауны. Биомасса (B) ледовой фауны возрастала до середины апреля (табл. 1). Наибольшая B зафиксирована в середине апреля в 30 м от берега (8,3 мг C/м²). В январе–марте наибольший вклад в B давали копепоиды и личинки полихет, а в апреле – нематоды. В верхнем слое льда B была меньше, чем в нижнем, аналогично распределению N.

В подледном слое воды B изменялась от 0,4 до 8,1 мг C/м³. В столбе воды средняя B изменялась от 0,06 до 0,74 мг C/м³, наибольший вклад в B вносили копепоиды.

Биомасса криофлоры. Средняя интегральная биомасса водорослей во льду с января по апрель возрастала (табл. 1), преобладали диатомовые водорос-

ли. Большая часть наблюдений (42%) показала, что во льду биомасса животных была меньше биомассы водорослей, в 21% наблюдений величины биомассы животных и водорослей были близки, и в 37% наблюдений обилие животных было выше, чем водорослей.

Обсуждение

В прибрежных льдах пролива Великая Салма отмечена довольно разнообразная фауна, в которую входят как простейшие (тинтинниды), так и представители мейофауны (нематоды, копепоиды и их науплии, личинки полихет и гастропод). В прибрежных льдах губы Чупа Кандалакшского залива в апреле видовое богатство простейших было выше – обнаружены зоофлагелляты *Telonema* sp., *T. subtilis* и 17 видов инфузорий (Сажин и др., 2004; Sazhin, 2004).

Состав ледовой мейофауны был сходен с таковым в других арктических и субарктических районах (Kern, Carey, 1983; Carey, 1985; Gradinger et al., 1991; Friedrich, 1997; Nozais et al., 2001). Нижний слой льда пронизан системой капилляров с диаметром от 5 мкм до 1 мм и высотой до нескольких сантиметров, а также каналами стока, диаметр и высота которых больше, чем у капилляров (Мельников, 1989; Weissenberger et al., 1992; Krembs et al., 2000). Нарастание льда на его нижней поверхности может вести к неселективному включению в лед организмов подледного планктона (Мельников, 1989). Активная колонизация льда возможна только теми животными, поперечное сечение тела которых не превышает размеров свободного пространства во льду. Поперечное сечение тела всех обнаруженных во льду животных не превышало возможный диаметр капилляров и каналов. Во льду не отмечены присутствовавшие в планктоне относительно крупные организмы – медузы *Obelia longissima*, *Aglantha digitale*, копепода *Calanus glacialis*, хетогната *Parasagitta elegans*, птеропода *Limacina helicina*. Регистрации *Calanus glacialis* и *Limacina helicina* во льдах других районов Арктики может быть результатом их включения при нарастании льда (Hsiao et al., 1984; Werner, Arbizu, 1999). Анализ опубликованных данных по составу арктической криофауны показал, что такие представители фауны, как *Tintinnopsis beroidea*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata quadrata*, *Euchlanis dilatata*, *Trichocerca marina* и *Tisbe minor* в ледовом биотопе идентифицированы впервые.

Одной из особенностей состава фауны прибрежных льдов является присутствие нематод, что отмечалось ранее как в Белом море (Сажин и др., 2004,

2011, 2012; Чесунов, 2006), так и в других районах Арктики (Carey, 1985; Grainger et al., 1985; Nozais et al., 2001; Shünemann, Werner, 2005). В настоящей работе видовую принадлежность нематод не определяли. Во льдах Белого моря обитают *Cryonema crassum*, *C. tenue*, *Theristus melnikovi* и *Hieminema obliquorum* (Tchesunov, Riemann, 1995; Чесунов, Портнова, 2005; Чесунов, 2006).

Следует подчеркнуть, что встреченные во льду коловратки *Keratella cochlearis*, *K. quadrata quadrata* и *Euchlanis dilatata* являются эвригаллиными видами, встречающимися не только в пресных, но и в солоноватоводных и в морских водах (O'Reilli, 2001). В Белом море эти коловратки неоднократно регистрируются в планктоне (Прыгункова, 1974). *Synchaeta hyperborea* является одним из самых распространенных видов коловраток во льдах морей Баренцева, Лаптевых и Гренландского (Friedrich, De Smet, 2000). Представители фауны встречены во всей толще льда при более высоком видовом богатстве в нижнем слое. Присутствие довольно разнообразной фауны в верхнем слое льда согласуется с результатами предыдущих исследований в Белом море (Сажин и др., 2004, 2011) и в других арктических районах (Friedrich, 1997; Gradinger et al., 1999; Shünemann, Werner, 2005). Однако отмечены случаи присутствия фауны только в нижних слоях льда (Nozais et al., 2001; Shünemann, Werner, 2005).

Обилие животных во льду пролива Великая Салма в течение ледового сезона возрастало, что показано и для других районов Арктики (Kern, Carey, 1983; Grainger et al., 1985; Nozais et al., 2001). Полагают, что это обусловлено продолжающейся колонизацией льда организмами из планктона и бентоса, а также размножением ряда форм во льду (Kern, Carey, 1983).

Полученные оценки обилия криофауны могут быть заниженными, поскольку отбор проб льда с помощью бура ведет к недоучету организмов, обитающих на нижней поверхности льда (Nozais et al., 2001), а таяние проб льда без добавления морской воды обуславливает потерю ряда организмов (например, турбеллярий) в результате осмотического стресса (Garrison, Buck, 1986). Тем не менее, численность фауны в прибрежных беломорских льдах в конце ледового сезона (апрель) соответствует численности фауны прибрежных льдов в других районах Арктики в весенний и летний периоды (Kern, Carey, 1983; Grainger et al., 1985; Nozais et al., 2001) и выше численности фауны в многолетних льдах (Nozais et al., 2001; Gradinger et

al., 2005). В ряде арктических районов отмечена более высокая численность криофауны (Grainger et al., 1985; Gradinger et al., 1992; Shünemann, Werner, 2005; Marquardt et al., 2011), чем в проливе Великая Салма.

Биомасса криофауны в проливе Великая Салма в апреле соответствовала таковой в губе Чупа в апреле 2002 г. ($2,28 \pm 1,02$ мг С/м², рассчитано по: Сажин и др., 2004) и в Двинском заливе в марте 2008 г. (Сажин и др., 2011, 2012). Биомасса фауны в прибрежных беломорских льдах в конце ледового сезона выше биомассы фауны в весенний и летний периоды в многолетних льдах северной части моря Баффина (Nozais et al., 2001), морей Баренцева и Лаптевых (Friedrich, 1997), но меньше биомассы криофауны дрейфующих паковых льдов Гренландского моря (Friedrich, 1997).

Для пространственного распределения обилия ледовой фауны характерна значительная неоднородность, что отмечалось и в других арктических районах (Carey, 1985; Nozais et al., 2001; Gradinger et al., 2005; Shünemann, Werner, 2005). Самое низкое обилие криофауны в течение всего сезона выявлено на ближайшей к берегу станции, на которой обилие планктона невысоко, а ледовый покров подвержен деформации в результате опускания и поднятия в ходе приливных течений. При этом не выявлено достоверных различий между видовым составом ледовой фауны на этой станции и на более удаленных от берега станциях с большей глубиной. На протяжении всего периода наблюдений обилие ледовой фауны было больше в нижнем слое льда, чем в верхнем, что характерно и для других арктических районов (Gradinger et al., 1999, 2005; Nozais et al., 2001; Marquardt et al., 2011).

Обилие нематод во льдах пролива Великая Салма в течение ледового сезона возрастало. В апреле нематоды преобладали в криофауне, что отмечалось ранее в других прибрежных районах Белого моря (Сажин и др., 2004, 2011, 2012) и ряде арктических морей (Carey, 1985; Kern, Carey, 1983; Grainger et al., 1985; Nozais et al., 2001). Механизмы попадания нематод в ледовый биотоп и увеличения их численности до сих пор остаются невыясненными (Чесунов, 2006). Предполагается, что заселение льда может осуществляться нематодами из бентоса в результате вертикального перемешивания (Carey, 1985). В глубоководных районах Арктики возможен перенос нематод другими животными, такими, например, как Amphipoda (Tchesunov, Riemann, 1995). Увеличение численности нематод может быть обусловлено постоянной колонизацией льда (Carey, 1985; Tchesunov, Riemann, 1995), не исключается возможность размно-

жения во льду нематод с коротким жизненным циклом (Kern, Carey, 1983).

Численность зоопланктона в подледном слое возрастала от января к апрелю, и в конце ледового сезона была выше, чем в губе Чупа Кандалакшского залива (Кособокова и др., 2003). В планктоне преобладали копеподиты *Oithona similis*, *Pseudocalanus minutus* и *Oncaea borealis*, что характерно для зимнего и ранневесеннего периодов в Белом море (Перцова, 1970; Кособокова и др., 2003).

Биомасса водорослей во льду пролива Великая Салма была низкой. В апреле она была значительно ниже биомассы криофлоры в губе Чупа в апреле 2002 г. (151–748 мг С/м², рассчитано по: Сажин и др., 2004) и в Двинском заливе в марте 2008 г. (Сажин и др., 2011, 2012), тогда как величины биомассы криофауны в этих трех районах были близки. Полагают, что растительноядные представители криофауны могут компенсировать недостаток растительной пищи

за счет других источников (Shünemann, Werner, 2005). Рацион ледовых нематод включает не только диатомовые водоросли (Grainger, Hsiao, 1990; Чесунов, 2006), но также бактерии и простейших (Gradinger, Zhang, 1997), собственные ювенильные стадии (Чесунов, Портнова, 2005) и, возможно, растворенное органическое вещество (Tchesunov, Riemann, 1995). Гарпактикоиды могут потреблять агрегации бактерий, грибы, инфузорий и даже трупы планктеров (Корнев, Чертопруд, 2008). Существующие к настоящему времени оценки выедания криофауной ледовых водорослей свидетельствуют о незначительном прессе выедания в ледовых биотопах (Nozais et al., 2001; Michel et al., 2002; Gradinger et al., 2005). Так, в северной части моря Баффина максимальная величина суточного выедания мейофауной составляла только 0,9% от биомассы водорослей и 5,7% от первичной продукции (Nozais et al., 2001), а пресс микрофауны был еще меньше (Michel et al., 2002).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. Функционирование планктонных сообществ эпипелагиали океана. М., 1987. 240 с.
- Корнев П.Н., Чертопруд Е.С. Веслоногие ракообразные отряда Naupacticoidea Белого моря. М., 2008. 379 с.
- Кособокова К.Н., Ратькова Т.Н., Сажин А.Ф. Ранневесенний зоопланктон подо льдом губы Чупа, Белое море. 2002г. // Океанология. 2003. Т. 43, № 5. С. 734–743.
- Мельников И.А. Экосистема арктического морского льда. М., 1989. 191 с.
- Перцова Н.М. Зоопланктон Кандалакшского залива Белого моря // Труды Беломорской биологической станции МГУ. М., 1970. Т. 3. С. 34–45.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982. 288 с.
- Прыгункова Р.В. Некоторые особенности сезонного развития зоопланктона губы Чупа Белого моря // Сезонные явления в жизни Белого и Баренцева морей. Л., 1974. С. 4–53. (Исследования фауны морей. Т. 13 (21)).
- Сажин А.Ф., Ратькова Т.Н., Кособокова К.Н. Население прибрежного льда Белого моря в ранневесенний период // Океанология. 2004. Т. 44, № 1. С. 92–100.
- Сажин А.Ф., Сапожников Ф.В., Ратькова Т.Н., Романова Н.Д., Шевченко В.П., Филиппов А.С. Население весеннего льда, воды и грунтов Белого моря в устьевой зоне Северной Двины // Океанология. 2011. Т. 51, № 2. С. 307–318.
- Сажин А.Ф., Ратькова Т.Н., Мошаров С.А., Романова Н.Д., Мошарова И.В., Портнова Д.А. Биологические компоненты сезонного льда // Биологические ресурсы Белого моря: изучение и использование. СПб., 2012. С. 97–115. (Исследования фауны морей. Т. 69 (77)).
- Чесунов А.В. Биология морских нематод. М., 2006. 367 с.
- Чесунов А.В., Портнова В.А. Свободноживущие нематоды в сезонном прибрежном льду Белого моря. Описание *Hiemineta obliquorum* gen. et sp. n. (Nematoda, Monhysterioidea) // Зоол. журн. 2005. Т. 84. № 8. С. 899–914.
- Carey A.G. Marine ice fauna: Arctic // Sea Ice Biota. Boca Raton, Florida, 1985. P. 173–190.
- Friedrich C. Ecological investigations on the fauna of the Arctic sea-ice // Reports on Polar Research. 1997. Vol. 246. P. 1–211.
- Friedrich C., De Smet W.H. The rotifer fauna of Arctic sea ice from the Barents Sea, Laptev Sea and Greenland Sea // Hydrobiologia. 2000. Vol. 432. P. 73–89.
- Garrison D.I., Buck K.R. Organism losses during ice melting: a serious bias in sea ice community studies // Polar Biology. 1986. Vol. 6. P. 237–239.
- Gradinger R., Zhang Q. Vertical distribution of bacteria in Arctic sea ice from the Barents and Laptev Seas // Polar Biology. 1997. Vol. 17. P. 448–454.

- Gradinger R., Spindler M., Henschel D.* Development of Arctic sea-ice organisms under graded snow cover // *Polar Research*. 1991. Vol. 10. P. 295–307.
- Gradinger R., Spindler M., Weissenberger J.* On the structure and development of Arctic pack ice communities in Fram Strait: a multivariate approach // *Polar Biology*. 1992. Vol. 12. P. 727–733.
- Gradinger R., Friedrich C., Spindler M.* Abundance, biomass and composition of the sea ice biota of the Greenland Sea pack ice // *Deep-Sea Research. Part II*. 1999. Vol. 46. P. 1457–1472.
- Gradinger R., Meiners K., Plumley G., Zhang Q., Bluhm B.* Abundance and composition of the sea-ice meiofauna in off-shore pack ice of the Beaufort Gyre in summer 2002 and 2003 // *Polar Biology*. 2005. Vol. 28. P. 171–181.
- Grainger E.H., Hsiao S.I.C.* Trophic relationships of the sea ice meiofauna in Frobisher Bay, Arctic Canada // *Polar Biology*. 1990. Vol. 10. P. 283–292.
- Grainger E.H., Mohammed A.A., Lovrity J.E.* The sea ice fauna of Frobisher Bay, Arctic Canada // *Arctic*. 1985. Vol. 38. P. 23–20.
- Hillebrand H., Durselen C. D., Kirschtel D., Pollinger U., Zohary T.* Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. // *Journal of Phycology*. 1999. Vol. 35. P. 403–424.
- Hsiao S.I.C., Pinkewycz N., Mohammed A.A., Grainger E.H.* Sea ice biota and under-ice plankton from southeastern Hudson Bay in 1983 // *Canadian Data Report of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1984. Vol. 494. P. 1–49.
- Kern J.C., Carey A.G.* The faunal assemblage inhabiting seasonal sea ice in the nearshore Arctic Ocean with emphasis on copepods // *Marine Ecology Progress Series*. 1983. Vol. 10. P. 159–167.
- Krembs C., Gradinger R., Spindler M.* Implications of brine channel geometry and surface area for the interaction of sympagic organisms in Arctic sea ice // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2000. Vol. 243. P. 55–80.
- Marquardt M., Kramer M., Carnat G., Werner I.* Vertical distribution of sympagic meiofauna in ice in the Canadian Beaufort Sea // *Polar Biology*. 2011. Vol. 34. P. 1887–1900.
- Menden-Deuer S., Lessard D.J.* Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton // *Limnology and Oceanography*. 2000. Vol. 45. P. 569–579.
- Michel C., Nielsen T.G., Nozais C., Gosselin M.* Significance of sedimentation and grazing by ice micro- and meiofauna for carbon cycling in annual sea ice (northern Baffin Bay) // *Aquatic Microbial Ecology*. 2002. Vol. 30. P. 57–68.
- Nozais C., Gosselin M., Michel C., Tita G.* Abundance, biomass, composition and grazing impact of the sea-ice meiofauna in the North Water, northern Baffin Bay // *Marine Ecology Progress Series*. 2001. Vol. 217. P. 235–250.
- O'Reilly M.* Rotifera // *European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification*. Eds. Costello M.J., Embrow C., White R. Collection Patrimoine Naturels. 2001. Vol. 50. P. 149–151.
- Polyakov I.V., Timokhov L.A., Alexeev V.A., Bacon S., Dmitrenko I.A., Fortier L., Frolov I.E., Gascard J.-C., Hansen E., Ivanov V.I., Laxon S., Mauritzen S., Perovich D., Shimada K., Simmons Y.L., Sokolov V.T., Steele M., Toole J.* Arctic ocean warming contributes to reduced polar ice cap // *Journal of Physical Oceanography*. 2010. Vol. 40. P. 2743–2756.
- Sazhin A.* Phototrophic and heterotrophic nano- and microorganisms of sea ice and sub-ice water in Guba Chupa (Chupa Inlet), White Sea, in April 2002 // *Polar Research*. 2004. Vol. 23. P. 11 – 18.
- Shünemann H., Werner I.* Seasonal variations in distribution patterns of sympagic meiofauna in Arctic pack ice // *Marine Biology*. 2005. Vol. 146. P. 1091–1102.
- Sime-Ngando T., Gosselin M., Juniper S.K., Levasseur M.* Changes in sea-ice phagotrophic microprotists (20–200 µm) during the spring algal bloom, Canadian Arctic Archipelago // *Journal of Marine Systems*. 1997. Vol. 11. P. 163–172.
- Tchesunov A.V., Riemann F.* Arctic sea ice nematodes (Monhyseroidea), with descriptions of *Cryonema crassum* gen. n., sp. n. and *C. tenue* sp. n. // *Nematologica*. 1995. Vol. 41. P. 35–50.
- Walsh, J.E.* Climate of the Arctic environment // *Ecological Applications*. 2008. Vol. 18. P. S3–S22.
- Weissenberger J., Dieckmann G., Gradinger R., Spindler M.* Sea ice: a cast technique to examine and analyze brine pockets and channel structure // *Limnology and Oceanography*. 1992. Vol. 37. P. 179–183.
- Werner I., Arbizu P.M.* The sub-ice fauna of the Laptev Sea and the adjacent Arctic Ocean in summer 1995 // *Polar Biology*. 1999. Vol. 21. P. 71–79.

**SEASONAL DYNAMIC OF SPECIES COMPOSITION AND ABUNDANCE
OF FAUNA OF COASTAL ICE IN THE VELIKAYA SALMA STRAIT OF
KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA**

E.G. Kolosova, L.S. Zhitina, L.V. Ilyash, I.A. Melnikov

Species composition and abundance of ice and plankton fauna were investigated in the Velikaya Salma Strait of Kandalaksha Bay of the White Sea at 4 stations from January to the end of April 1997. 22 taxa were found in ice and 19 taxa in plankton. Species composition in ice did not significantly differ from that in plankton. Integrated abundance (N) increased from $3,3 \pm 1,8 \cdot 10^3$ ind/m² (January) to $18,0 \pm 18,7 \cdot 10^3$ ind/m² (the end of April). In January – March, the dominant taxa were Harpacticoida and copepod nauplii, while in April dominant group was Nematoda. Integrated biomass (B) increased from $0,07 \pm 0,02$ mg C/m² (January) to $3,62 \pm 2,50$ mg C/m² (middle of April), and decreased slightly to $2,24 \pm 2,25$ mg C/m² because of ice melt to the end of April. Copepods and polychaete larvae dominated in terms of biomass in January – March, while Nematoda had the highest biomass in April. Species diversity, N and B were lower in the upper layer of ice than that in the bottom layer. At the ice–water interface N and B of under-ice fauna increased from $2,7 \cdot 10^3$ ind/m³ and 0,4 mg C/m³ (January) to $21,5 \cdot 10^3$ ind/m³ and 8,1 mg C/m³ (middle of April). In water column N increased from $0,05 \cdot 10^3$ ind/m³ and 0,06 mg C/m³ (January) to $1,1 \cdot 10^3$ ind/m³ and 0,74 mg C/m³ (middle of April). Copepod nauplii were the most numerous individuals, copepods dominated in terms of biomass.

Key words: sea-ice fauna, coastal ice, spatial variability, seasonal dynamic, White Sea.

Сведения об авторах: Колосова Елена Гавриловна – науч. сотр. кафедры гидробиологии биологического факультета МГУ, канд. биол. наук (kolosova.lena19@yandex.ru); Житина Людмила Сергеевна – ст. науч. сотр. кафедры гидробиологии биологического факультета МГУ, канд. биол. наук (lgitina@mail.ru); Ильяш Людмила Васильевна – профессор кафедры гидробиологии биологического факультета МГУ, докт. биол. наук (ilyashl@mail.ru); Мельников Игорь Алексеевич – гл. науч. сотр. лаб. океанической ихтиофауны Института океанологии РАН, докт. биол. наук (migor39@yandex.ru).

УДК 574.633

ОЦЕНКА САНИТАРНО-БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ БАССЕЙНА р. ГИЛЬЧИН В ИЮНЕ 2011 г.

*Е.Д. Краснова, Т.В. Никулина, С.Н. Власова, М.В. Мардашова,
С.М. Смиренский*

В результате гидробиологического обследования р. Гильчин (приток р. Амур, Амурская обл.) и нескольких водоемов в ее бассейне в июне 2011 г. впервые составлены списки водорослей планктона и перифитона, а также зоопланктона. Обнаружено 422 вида (учитывая разновидности и формы – 439 таксонов) водорослей из 8 отделов; наиболее многочисленными и разнообразными в видовом отношении были диатомовые и зеленые. В зоопланктоне обследованных водоемов обнаружено 37 видов коловраток, 30 видов Cladocera, 21 вид Cyclopoidea и Calanoidea, а также Harpacticoida. Состав фитопланктона, водорослей перифитона и зоопланктона позволяет отнести обследованные водные объекты к олигосапробной и бетамезосапробной зонам, что соответствует II и III классам (практически чистые, свободные от органического загрязнения и слабозагрязненные). Индекс Майера по зообентосу указывает на существенное загрязнение донных осадков почти на всем исследованном участке реки и характеризует его IV классом вод (грязные). По интегральной оценке качества вод с учетом всех показателей в водотоках, которые берут начало в Муравьевском парке устойчивого развития, качество воды существенно выше, чем в среднем по бассейну р. Гильчин.

Ключевые слова: качество вод, сапробность, р. Гильчин, альгофлора, фитопланктон, перифитон, зоопланктон, зообентос, Муравьевский парк устойчивого развития.

Введение

Муравьевский парк устойчивого развития – негосударственная особо охраняемая природная территория, организованная в 1996 г. в Тамбовском р-не Амурской обл. в целях охраны мест обитания редких видов птиц, в том числе гнездовой японского и даурского журавлей, занесенных в национальную и международную Красные книги. У Муравьевского парка есть сельскохозяйственная зона, которая служит полигоном для отработки методов неистощительного хозяйствования, в том числе – земледелия без использования ядохимикатов. Парк как водопользователь, с одной стороны, крайне зависим от гидрологического режима в регионе и от качества вод, поступающих на его территорию, которые необходимы для создания оптимальных условий обитания животных и растений, а с другой – стремится минимизировать собственное воздействие на водные ресурсы района. В бассейне р. Гильчин бытовые и промышленные стоки села сбрасываются в реку без очистки. Большие объемы опасных веществ поступают в реку с сельскохозяйственных полей. Водно-болотные угодья являются единственными фильтрами, снижающими загрязнение р. Амур. В последние годы заболоченные угодья активно осушаются, что крайне негативно сказывается

и на условиях обитания большой группы водных и околоводных птиц. Парк совместно с Международным фондом охраны журавлей в 2010 г. организовал Международную рабочую встречу «Журавли, сельское хозяйство и изменения климата» (Harris, 2012) и во исполнение резолюции встречи выступил инициатором и организатором комплексных исследований бассейна, в том числе гидробиологических. В июне 2011 г. в бассейне р. Гильчин мы выполнили комплекс исследований биоты водоемов и произвели оценку санитарно-биологического состояния их вод. Гидробиологические исследования в этом районе ранее не проводились, водная флора и фауна водоемов не изучены, и описания водной биоты, так же как оценка по гидробиологическим показателям качества вод, выполнены впервые.

Район работ

Река Гильчин – левый приток р. Амур, впадающий в него в 1873 км от устья на территории Тамбовского р-на Амурской обл. Общая длина этого водотока 90 км, площадь водосборного бассейна 1100 кв. км. Настоящее исследование проводилось почти по всей длине р. Гильчин – от Николо-Александровского во-

дохранилища до низовий в 1 км от места впадения в р. Амур (рисунок). Истоки р. Гильчин по причине бездорожья недоступны, поэтому в качестве фоновой точки выбран равновеликий безымянный правый приток в ее верховьях, вытекающий из кочкарного болота и впадающий в Николо-Александровское водохранилище. На обследованном участке р. Гильчин расположены каскадом три водохранилища: Ново-Александровское, Козьмодемьянское и Тамбовское, по одной станции отбора проб было заложено на верхнем и нижнем водохранилищах. У реки между водохранилищами есть участки, где она не образует выраженного русла, водный поток проходит широким фронтом и фильтруется сквозь грунт и болотный кочкарник. На одном из таких участков между двумя верхними водохранилищами обследован небольшой водоем – копань. На самой реке заложено девять станций: одна между водохранилищами и восемь ниже этого каскада.

Муравьевский парк расположен в стороне от р. Гильчин, из болотного массива с его территории вытекают три небольших ручья, впадающие в реку в ее нижнем течении. Был изучен один из этих

притоков. Кроме того, на территории парка обследовано оз. Капустиха (Лопухи) – проточный водоем с родниковым питанием в заболоченной пойме р. Амур, который быстро зарастает, поскольку после зарегулирования р. Зея прекратилась его паводковая промывка. И последний обследованный водоем – небольшая проточная бочажина в болоте, питающем р. Гильчин. В общей сложности были заложены 16 станций.

Методы

Гидробиологические пробы отбирали и обрабатывали по общепринятым методикам (Голлербах, Полянский, 1951; Водоросли, 1989; Чертопруд, Чертопруд, 2010). Перифитон соскабливали с твердых субстратов; для изучения фитопланктона у поверхности водоема отбирали 1 л воды и отфильтровывали на мембранном фильтре с порами 3 мкм; пробы зоопланктона (в объеме 100 л) отбирали с поверхности ведром и пропускали через сеть Апштейна с ячейей 100 мкм; качественные пробы зообентоса отбирали с берега скребком, стараясь охватить все субстраты и

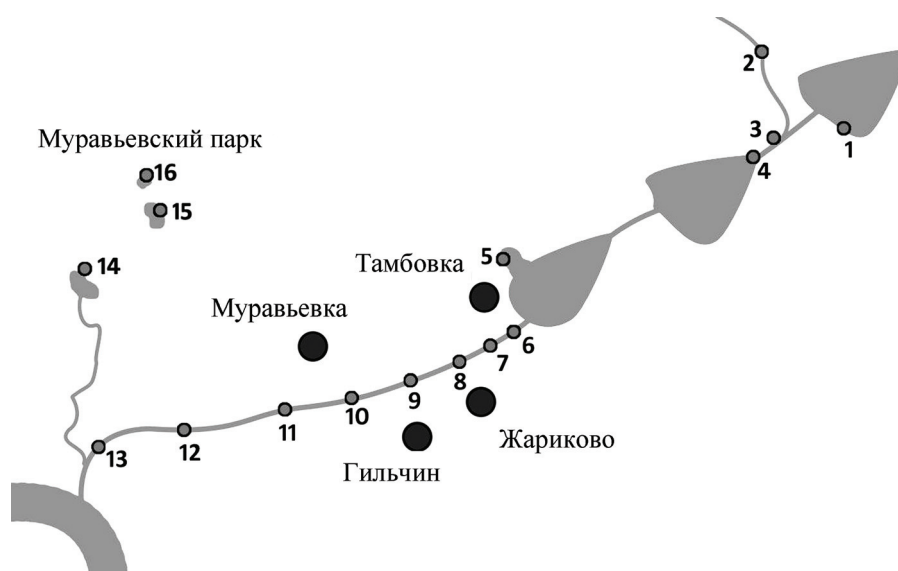


Схема расположения станций отбора гидробиологических проб в бассейне р. Гильчин: 1 – Николо-Александровское водохранилище, 2 – безымянный ручей, впадающий в р. Гильчин в верхнем течении; 3 – искусственный водоем (копань) у дер. Николо-Александровское; 4 – р. Гильчин возле дер. Успеновка; 5 – Тамбовское водохранилище; станции 6–13 расположены на р. Гильчин (6 – 3,5 км ниже Тамбовского водохранилища, 7 – ниже дер. Тамбовка в 1,5 км после стока коллектора; 8 – возле дер. Жариково; 9 – возле с. Гильчин; 10 – выше дер. Муравьевка, 11 – 1 км ниже дер. Муравьевка, 12 – в нижнем течении р. Гильчин; 13 – недалеко от устья р. Гильчин; 14 – безымянный ручей, впадающий в р. Гильчин в нижнем течении; 15 – оз. Капустиха (Лопухи) на территории Муравьевского парка, 16 – болото на территории Муравьевского парка

биотопы. Для биоиндикации по зоопланктону, фитопланктону и водорослям перифитона использовали метод Пантле–Бука (Pantle, Buck, 1955) в модификации Сладечека (1967), для зообентоса – биотический метод Майера, основанный на оценке видового разнообразия бентоса с учетом разной чувствительности к загрязнению некоторых групп водных беспозвоночных и не требующий видовой идентификации (Чертопруд, Чертопруд, 2010).

Результаты

Альгофлора (водоросли планктона и перифитона)

Флора водорослей бассейна р. Гильчин разнообразна и обильна. В результате обследования водотоков и водоемов обнаружено 422 вида (439 таксонов с учетом разновидности и формы) водорослей из 8 отделов: Cyanoprokaryota, Bacillariophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Xanthophyta, Chrysophyta и Cryptophyta. Наиболее многочисленными и разнообразными в видовом отношении были диатомовые (Bacillariophyta) и зеленые (Chlorophyta) водоросли, которые насчитывают соответственно 196 и 156 таксонов внутривидового ранга. Ведущие места по количеству внутривидовых таксонов занимали следующие роды диатомовых, зеленых и эвгленовых водорослей, представленные пятнадцатью и более внутривидовыми таксонами: *Navicula* (15), *Gomphonema* (16), *Pinnularia* (18), *Scenedesmus* (16), *Cosmarium* (25) и *Euglena* (16). В альгосообществах обследованных водоемов и водотоков к числу доминантов и субдоминантов (с оценкой обилия 5 баллов – очень часто и 6 – масса) относятся 28 видов и разновидностей синезеленых, эвгленовых, диатомовых, желтозеленых и зеленых водорослей: *Lyngbya aestuarii* (Mertens) Liebman ex Gomont, *Phormidium uncinatum* (C. Agardh) Gomont ex Gomont, *Ph. limosum* (Dillwyn) P.C. Silva, *Euglena proxima* Dangeard, *Stephanodiscus hantzchii* Grunow, *Aulacoseira crenulata* (Ehrenberg) Thwaites, *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Fragilaria capucina* Desmazières, *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Schaarschmidt, *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, *Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch) Ehrenberg, *Amphora ovalis* (Kützing) Kützing, *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, *N. linearis* (Agardh) W. Smith, *N. palea* (Kützing) W. Smith, *Tribonema affine* (Kützing) G.S. West, *Coelastrum microporum* Nägeli, *C.*

reticulatum (Dangeard) Senn, *Monoraphidium arcuatum* (Korschikov) Hindák, *Sphaerocystis planctonica* (Korschikov) Bourrelly, *Chaetophora elegans* (Roth) Agardh, *Ulothrix aequalis* Kützing и стерильная нитчатка *Oedogonium* sp. ster.

Показателями степени сапробности воды являются 328 таксонов (74,7% общего числа таксонов) в альгофлоре изученного района. Наиболее полно представлены бетамезо- и олигосапробионты – 37,8 и 25,0% соответственно. Общая доля остальных групп сапробности составляет 11,9%.

Значения индекса сапробности для альгофлоры изменялись от 1,35 до 2,07 (таблица). Таким образом, по составу водорослей все обследованные водотоки принадлежат к олигосапробной и бетамезосапробной зонам, что соответствует II и III классам чистоты, и классифицируются как практически чистые, свободные от органического загрязнения и слабозагрязненные.

Зоопланктон

В зоопланктоне обследованных водоемов обнаружено 37 видов коловраток (Rotatoria), 30 видов ветвистоусых ракообразных (Cladocera), веслоногие раки: 18 видов Cyclopoidea, 3 вида Calanoidea, а также Nauparticoidea, которых не определяли до вида. В большинстве проб численно доминировали Cladocera, в том числе *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1776), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785), *Bosmina coregoni* Baird, 1857, *Daphnia longispina* (O.F. Müller, 1776), *Ceriodaphnia laticaudata* P.E. Müller, 1867, *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller, 1776), *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller, 1776). На трех станциях доминировали Cyclopoidea. Из коловраток самыми массовыми были *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832, *Brachionus diversicornis* (Daday, 1883), *Brachionus quadridentatus* Hermann, 1783, *Testudinella patina* (Hermann, 1783), *Platylas quadricornis* (Ehrenberg, 1832), в одной пробе доминировали виды отряда Bdelloidea, и в одной на первое место по численности в зоопланктоне вышли два вида из семейства Conochilidae. Большинство доминирующих зоопланктеров относятся к β-олигосапробам и характеризуют водоем своего обитания как умеренно загрязненный на границе с чистым. Вода на станции с доминированием коловраток отряда Bdelloidea (р. Гильчин возле дер. Жариково) оказалась более загрязненной, чем на остальных. Станция с массовым развитием Conochilidae (приток р. Гильчин, вытекающий из Муравьевского парка) характеризуется как олигосапробная (чистые воды).

Сапробные показатели водоемов бассейна р. Гильчин в июне 2011 г.

Номер и название станции	Индекс сапробности по перифитону	Индекс сапробности по фитопланктону	Индекс сапробности по зоопланктону	Класс чистоты воды	Индекс Майера (в скобках класс вод)
1. Николо-Александровское водохранилище	1,40	1,87	1,58	II–III	6 (IV)*
2. Приток р. Гильчин возле Николо-Александровского водохранилища	1,51	1,64	1,61	III	7 (IV)
3. Копань у дер. Николо-Александровское	1,44	1,97	1,82	II–III	9 (IV)
4. Р. Гильчин выше Козьмодемьяновского водохранилища	1,57	1,63	1,71	III	7 (IV)
5. Тамбовское водохранилище	1,49	1,89	1,68	II–III	12 (III)
6. Р. Гильчин ниже Тамбовского водохранилища и выше дер. Тамбовка	1,53	1,91	1,66	III	10 (IV)
7. Р. Гильчин ниже дер. Тамбовка после стока коллектора	1,69	2,07	1,63	III	5 (IV)
8. Р. Гильчин возле дер. Жариково	1,59	1,95	1,75	III	5 (IV)
9. Р. Гильчин возле с. Гильчин	1,53	–	1,63–1,7	III	13 (III)
10. Р. Гильчин выше дер. Муравьевка	1,44	2,02	1,63–1,71	II–III	14 (III)
11. Р. Гильчин ниже дер. Муравьевка	1,63	1,93	1,67	III	12 (III)
12. Р. Гильчин в нижнем течении	–	1,89	1,48	III	7 (IV)
13. Р. Гильчин недалеко от устья	–	1,92	1,69	III	6 (IV)
14. Приток р. Гильчин, вытекающий из Муравьевского парка	1,35	1,93	1,32	II–III	2 (IV)*
15. Оз. Капустиха (Лопухи) на территории Муравьевского парка	–	1,86	1,54	III	20 (II)
16. Бочажина в болоте на территории Муравьевского парка	1,40	1,74	1,52	II–III	8 (IV)

*На этих станциях малое число индикаторных групп зообентоса связано не с загрязнением, а с характером грунта или с недостаточной представительностью проб.

Значения индекса сапробности для зоопланктона варьировали от 1,32 до 1,82, что соответствует II и III классам вод (таблица). Таким образом, зоопланктон характеризует качество вод в обследованных водоемах примерно так же, как и альгофлора.

Зообентос

На исследованных станциях отмечено 12 индикаторных групп: поденки (Ephemeroptera), ручейники (Trichoptera), двустворчатые моллюски (Bivalvia), личинки стрекоз (Odonata), тигулиды (Tipulidae), катушки (Planorbidae), живородки (*Viviparus ater* (de Cristofori et Jan, 1832)), хирономиды (Chironomidae), пиявки (Hirudinea), водяные ослики (*Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758)), прудовики (Lymnaeidae) и малощетинковые черви (Oligochaeta). Значения индекса Майе-

ра варьировали от 2 до 20 баллов. Наименьшее из значений (2 балла) объясняется недостатком материала.

По индексу Майера водоемы получили оценку по степени загрязненности от II класса (оз. Капустиха, где собрано больше всего проб и велико разнообразие доступных биотопов) до IV. Для трех станций (Тамбовское водохранилище, Безымянный ручей, впадающий в р. Гильчин в верхнем течении и р. Гильчин в среднем течении) степень чистоты вод характеризуется III классом. Остальные водоемы определены как грязные (IV класс вод).

Гидробиологическая характеристика станций

Исследованные участки могут быть разделены на следующие группы: 1) водохранилища, 2) р. Гильчин

и равновеликие ей водотоки; 3) ручьи и водоемы в заболоченных низинах, в том числе гидрологически связанные с территорией Муравьевского парка.

Для водохранилищ в целом характерны высокие количественные показатели фито- и зоопланктона. В Николо-Александровском (станция 1) численность фитопланктона составила 18,5 млн кл./л при биомассе 3,8 мг/л, а зоопланктона – 18,4 экз./л; в Тамбовском водохранилище (станция 5) численность фитопланктона составила 11,5 млн кл./л при биомассе 2,7 мг/л, а зоопланктона – 385,6 экз./л. В Николо-Александровском водохранилище в перифитоне преобладали диатомеи *G. parvulum* и *N. cryptotenella*, а в фитопланктоне – зеленые хлорококковые водоросли *C. reticulatum*, *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brebisson, в числе субдоминантов отмечен *Chroococcus minimus* (Keissler) Lemmermann из синезеленых. В Тамбовском водохранилище обнаружены колонии цианобактерий *Microcystis*, что говорит о возможном цветении водоема с перспективой накопления выделяемых ими токсинов. В зоопланктоне обоих водохранилищ наиболее многочисленными были рачки *B. longirostris*. В Новоалександровском водохранилище на втором месте после рачков были коловратки *Polyarthra major* Burckhardt, 1900, а в Тамбовском – кладоцера *Ch. sphaericus* и *B. diversicornis* (южный теплолюбивый вид коловраток, обычный для эвтрофных водоемов). Высокая численность Cladocera в нижнем водохранилище создает хорошие кормовые условия для рыб-планктонофагов.

Бентос в прибрежной зоне водохранилищ не отличается богатством. Если в Тамбовском водохранилище разнообразие и обилие его сравнительно высоки, то в точке отбора в Николо-Александровском водохранилище они оказались бедными, что можно объяснить эрозионным характером берега.

В р. Гильчин по мере продвижения от верховья к устью в фитопланктоне и зоопланктоне происходят постепенное нарастание количественных показателей и смена доминирующих форм, а в перифитоне (при сходном составе) изменяется частота встречаемости разных видов и групп. На состав зообентоса существенно влияет характер грунта, который, в свою очередь, находится в зависимости от антропогенных факторов, в том числе от органического загрязнения.

В безымянном притоке в верховьях (станция 2) в перифитоне найдено всего 58 таксонов видового и внутривидового ранга эвгленовых, диатомовых, желтозеленых и зеленых водорослей (почти все с низкой встречаемостью); в фитопланктоне отмечено 54 вида водорослей из 6 отделов с преобладанием колониаль-

ных диатомовых *A. granulata* и *F. capucina*. Численность зоопланктона была невелика (41 экз./л), доминировал ветвистоусый рачок *Ch. sphaericus*, а среди коловраток – *B. quadridentatus* и *Keratella quadrata* (Müller, 1786). В бентосе встречались такие индикаторы чистых вод как ручейники, поденки и двустворчатые моллюски.

Искусственный водоем (копань) у дер. Николо-Александровское (станция 3), хотя и не имеет прямой связи с р. Гильчин, по видовому составу зоопланктона мало отличается от других обследованных участков. Численность зоопланктона здесь очень высока (695 экз./л) и даже превышает таковую в водохранилищах. Это единственный водоем, где мы встретили хищных личинок комаров из рода *Chaoborus*. Фитопланктон здесь, напротив, беден (115 тыс. кл./мл и 0,4 мг/л), что можно объяснить выеданием со стороны зоопланктона. В фитопланктоне доминировал *Chlorocloster pyreniger* Pascher из желтозеленых водорослей, к субдоминантам отнесены *E. cf. proxima* (эвгленовые) и *S. planctonica* (зеленые). Обильное развитие эвгленовых связано, скорее всего, с поступлением биогенных элементов с пастбища на берегу водоема. Рекордно высокий для обследованных водоемов индекс сапробности по зоопланктону (1,82) имеет, вероятно, ту же причину. В зообентосе обнаружено 16 таксономических групп. Примечательно, что в пробе отсутствовали олигохеты, которых принято рассматривать как индикатор хронического органического загрязнения. Только здесь встречены клоп из рода *Micronecta* и клещ *Hydrodroma despiciens* (Müller, 1776). Разнообразие бентоса достаточно велико, но индекс Майера невысок – 9 баллов (IV класс чистоты вод).

Возле дер. Успенковка (станция 4) в перифитоне р. Гильчин на каменистом грунте доминировала *N. palea*. В фитопланктоне преобладали диатомовые водоросли *F. capucina* и *A. granulata*. Значения численности и биомассы были невысокими (490 тыс. кл./мл и 0,3 мг/л). В зоопланктоне, кроме обычных в это время *Ch. sphaericus*, оказалось много *P. quadricornis* и коловраток из отряда Bdelloidea, в том числе *Rotaria neptunia* (Ehrenberg, 1830), которые характерны для вод с высоким уровнем органического загрязнения, например в азротенках. Несмотря на высокий индивидуальный индекс сапробности этого вида, совокупность всех видов-индикаторов для всей пробы характеризуется индексом 1,71 – тот же уровень, что и на остальных участках реки. В бентосе 14% от общего числа найденных организмов составля-

ли олигохеты четырех видов, 30% – нематоды, что свидетельствует о долговременном органическом загрязнении грунта.

На следующем участке р. Гильчин, ниже Тамбовского водохранилища (станция 6), в перифитонных сообществах наиболее высокие индивидуальные оценки численности имели диатомовые, желтозеленые и зеленые водоросли *A. crenulata*, *N. dissipata* и *T. affine*, а виды *N. cryptotenella* и *U. aequalis* зарегистрированы как субдоминанты. В фитопланктоне отмечено увеличение числа видов и разновидностей водорослей (112 таксонов), особенно из отделов зеленых, синезеленых и эвгленовых, а также их количественных показателей ($N = 2,7$ млн кл./л и $B = 1,6$ мг/л). В зоопланктоне доминировали те же виды, что и в Тамбовском водохранилище, но численность каждого из них на порядок ниже. Грунт в точке сбора зообентоса представлял собой черный слизистый ил. В нем обнаружены 15 видов беспозвоночных, в основном олигохеты, пиявки, гастроподы и хирономиды, т.е. группы, самые устойчивые к органическому загрязнению.

Вода при прохождении мимо стока коллектора обогащается органикой, о чем мы можем судить по высокой численности фитопланктона (до 2,3 млн кл./л) и вспышке развития диатомовых и эвгленовых водорослей (*S. hantzchii* и *Euglena polymorpha* Dangeard) на станции 7 в дер. Тамбовка. Высокая численность альфамезосапробионта *E. polymorpha*, который на всех остальных станциях встречается лишь единично, указывает на присутствие сильного органического загрязнения. Индекс сапробности по фитопланктону на этом участке имеет самое высокое значение для всего бассейна этой реки – 2,07. Зоопланктон по составу похож на таковой вышележащего водохранилища, но *B. longirostris* и *B. diversicornis* отошли на второй план, а их место заняли *Ch. sphaericus* и *P. quadricornis* (этот вид коловраток – β -мезосапробионт, выдерживает умеренное загрязнение). В пробах мы обнаружили много панцирей мертвых босмин, их массовая гибель связана либо с попаданием из стоячей воды в неподходящую для них текучую, либо с загрязнением. Несмотря на загрязнение воды стоками из коллектора, индексы сапробности по зоопланктону выше и ниже сброса практически одинаковы (1,66 и 1,63 соответственно). Грунт на станции 7 имеет такой же характер, как на предыдущей станции, но на ощупь более слизистый. В бентосе представлены те же группы, но и их разнообразие уменьшается вдвое (до 7 видов).

Ниже по течению р. Гильчин (станции 8–11) в перифитонных сообществах преобладают диатомо-

вые водоросли, являющиеся показателями чистых и слабозагрязненных вод: *U. ulna*, *Rh. abbreviata*, *G. parvulum*, *C. placentula* var. *euglypta*, *N. dissipata* var. *media* (Hantzsch) Grunow, *N. linearis* и *N. palea*.

Состав фитопланктона возле дер. Жариково (станция 8) по качественным и количественным характеристикам сходен с таковым в верхнем течении реки. На первые места по численности возвращаются диатомеи *F. capucina* и *A. granulata*, но с добавлением зеленых водорослей родов *Coelastrum* и *Scenedesmus* и синезеленых из родов *Anabaena*, *Aphanizomenon* и *Phormidium*, а численность уменьшается до 400 тыс. кл./л при биомассе 0,2 мг/л. Индекс сапробности по фитопланктону снижается, но все еще остается одним из самых высоких для всего обследованного участка – 1,95. В зоопланктоне на первый план возвращаются *B. longirostris* и *B. quadridentatus*. Грунт, так же как на двух предыдущих станциях, илистый, разнообразие бентоса невысоко (9 видов). Эта станция характеризуется самым высоким олигохетным индексом (70%), что вместе с видовой скудостью характеризует этот участок как загрязненный.

На станции 9 (возле дер. Гильчин) и станции 10 (выше дер. Муравьевка) пробы зоопланктона были отобраны несколько раз с интервалом в несколько дней, поэтому на различия между участками наложились небольшие сезонные изменения, выразившиеся в синхронном изменении численности рачков и смене доминирующих видов. Во время первой съемки в обеих точках доминировали *Ch. sphaericus* и *E. dilatata*, через 4 дня к ним добавились веслоногие рачки из отрядов Harpacticoidea, Cyclopoidea и коловратки *T. patina*. Во время третьей съемки возле дер. Муравьевка планктона стало меньше, а единственным доминантом остался *Ch. sphaericus*. В зообентосе на станции 9, несмотря на илистый грунт, есть признаки улучшения экологической обстановки: участок характеризуется высоким разнообразием, обнаружено 19 таксономических единиц, в том числе два вида ручейников. По Майеру, этот участок набрал 13 баллов и оценивается III классом качества вод (умеренно загрязненные).

Фитопланктонные сообщества выше дер. Муравьевка (станция 10) и ниже ее (станция 11) характеризуются невысокими численностью (0,9 и 0,2 тыс. кл./л) и биомассой (0,6 и 0,1 мг/л), а также отсутствием явных доминантов. Состав и численность зоопланктона на станции 11 были обычными для этой реки, которая образует здесь почти кольцевую излучину, быстрый поток размывает

мягкий илисто-песчаный грунт, поэтому вода содержит большое количество взвешенного детрита и организмов мейобентоса, в том числе Harpacticoida и личинок Chironomidae вместе с их домиками. Видовое разнообразие бентоса на этой станции (15 видов) больше, чем на расположенных выше по течению. В частности, добавились личинки стрекоз, личинки двух видов поденок и двустворчатые моллюски. 50% всех бентосных организмов составляли Gastropoda, в подавляющем большинстве *Parajuga heukelomiana* (Reeve, 1859), не отмеченные нигде выше по течению реки. Одним из массовых видов здесь является двустворчатый моллюск *Euglesa fedderseni* Westerlund, 1890. Биоразнообразие бентоса по методу Майера оценивается в 12 баллов, что соответствует III классу качества вод.

В нижнем течении реки (станция 12), принимающем водный сток с заболоченных территорий Муравьевского парка, в фитопланктоне доминировали диатомовые водоросли при низких значениях численности и биомассы (300 тыс. кл./л и 0,5 мг/л). Это единственный участок р. Гильчин, на котором отсутствуют синезеленые водоросли. Численность зоопланктона здесь выше, чем по всей р. Гильчин (за исключением водохранилищ). Это единственная точка, где мы нашли коловратку *Dinocharis pocillum bergi* Meissner, 1908 – индикатор чистой воды с индексом сапробности 1,1. Благодаря ему, а также нескольким видам Cladocera, которые служат индикаторами чистой воды, суммарный индекс сапробности здесь самый низкий по реке – 1,48. Разнообразие бентоса не очень велико (12 видов), индекс Майера 7 баллов (IV класс вод).

Устьевой участок р. Гильчин (станция 13) отличался более высокими значениями численности и биомассы фитопланктона (2,3 млн кл./л и 2,8 мг/л), зоопланктона (263 экз./л) и видовым составом, отличным от остальных участков реки. В фитопланктоне доминировала золотистая водоросль *Dinobryon divergens* Imhof, субдоминанты – диатомовые водоросли из родов *Stephanodiscus*, *Ulnaria* и *Asterionella*, а также колониальные зеленые водоросли родов *Micractinium* и *Actinastrum*. В зоопланктоне присутствовали как виды, характерные для реки Гильчин (в том числе *Ch. sphaericus* и *E. dilatata*), так и не встреченные больше нигде в этой реке, в частности, коловратки *Conochilus*, *Gastropus hyptopus* (Ehrenberg, 1838), рачки *B. coregoni*, а также коловратки *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1776 – этот вид обычно встречается в больших реках и, возможно, попадает в устье р. Гиль-

чин из р. Амур. Индекс сапробности на этом участке 1,69, что близко к среднему по р. Гильчин. В момент отбора проб уровень воды на этом участке был необычно высоким из-за подъема уровня воды в р. Амур, из-за чего отбор бентоса с берега оказался затруднительным. Тем не менее было найдено 8 видов, в том числе водяные клещи, водяные клопы, жуки и поденки (включая *Baetis bioculatus* (L., 1758) – индикатор чистой воды).

Водоёмы Муравьевского парка по гидробиологическим показателям отличаются от вышеперечисленных. В ручье, вытекающем с территории Парка (станция 14), как перифитон, так и фитопланктон чрезвычайно бедны. В обрастаниях щебня зарегистрированы всего 22 внутривидовых таксона водорослей (эвгленовые, диатомовые и зеленые), а в фитопланктоне – 46 видов, половина из них – диатомовые, а по численности доминировал вид *M. arcuatum* из отдела Chlorophyta. Общая численность фитопланктона на этой станции и его биомасса невелики (163 тыс. кл./л и 0,063 мг/л). Индекс сапробности по фитопланктону достаточно высок – 1,93 (III класс). По составу водорослей перифитона и зоопланктона этот ручей, напротив, можно считать самым чистым из всех обследованных водоёмов: индексы сапробности 1,35 и 1,32 позволяют отнести его ко II классу (чистые воды). В роли индикатора чистой воды выступила колониальная коловратка *Conochilus hippocrepis* (Schrank, 1803) с индивидуальным индексом сапробности 1,15, на долю которой пришлось более половины общей численности видов-индикаторов. Кроме нее в этом водоёме был найден еще один вид из семейства Conochilidae – *Conochiloides dossuarius* (Hudson, 1885). Для этого вида индекс сапробности не определен, но другие виды отряда Conochilida относятся к олигосапробам, которые не выносят загрязнения. Как и в других мелких водоёмах с густыми зарослями водных растений, в этом ручье обнаружено большое разнообразие и высокая численность Cyclopoida и Cladocera. Доминировали *B. coregoni*, два вида *Ceriodaphnia* (*C. laticauda* и *C. setosa* Matile, 1890) и *Polyphemus pediculus* (L., 1761) – индикатор чистой воды. В этом ручье обнаружено много личинок комаров *Aedes*: в 100 л воды мы насчитали 253 экз. Отобрать полноценную бентосную пробу ввиду сложности передвижения по ручью не удалось, из-за чего разнообразие этой экологической группы и оценка качества оказались заниженными. На этой станции обнаружено всего 7 видов зообентоса, 24% составляли Gastropoda, причем только здесь обнаружены

Valvata sibirica Middendorff, 1851 и *Aenigmomphiscola uvalievae* Kruglov et Starobogatov, 1981.

В оз. Капустиха (станция 15) при невысокой численности фитопланктона (318 тыс. кл./л) его видовое разнообразие велико (99 видов из 8 отделов). По числу видов, численности и биомассе доминировали диатомовые водоросли. Наличие синезеленых водорослей из рода *Anabaena* с оценкой обилия «нередко» и «часто» свидетельствует о возможности цветения этого водоема с последующими заморами. Класс качества вод по фитопланктону определяется как III, зато по зоопланктону этот водоем попадает в число самых чистых в районе исследований, а по зообентосу – единственный чистый (II класс качества вод). Зоопланктон в этом озере оказался довольно обильным – 259 экз./л, наиболее многочисленными были Copepoda, на втором месте – Cladocera. Здесь встречены все основные группы бентосных организмов: Gastropoda, Oligochaeta, Hirudinea, Isopoda, Hydrachnidae, Odonata, Trichoptera, Ephemeroptera, Chironomidae, Coleoptera. Полно представлены личинки двукрылых: есть представители семейств Culicidae, Stratiomyidae, Ceratopogonidae и Tipulidae. Большая часть материала собрана с чрезвычайно богатой бентосом сплавины. Высокое биоразнообразие этой экологической группы оценено 20 баллами по Майеру.

Последний водоем – бочажина в болоте на территории Муравьевского парка (станция 16). Основную массу обрастаний в нем составляют диатомовые водоросли (81% от общего числа водорослей) с доминированием *S. phoenicenteron*. Фитопланктон здесь крайне беден, встречаются лишь единичные клетки. Общая численность – 4 тыс. кл./л, из которых 3 тыс. кл./л приходится на колониальные синезеленые водоросли родов *Phormidium* и *Anabaena*. По видовому составу зоопланктона болотный ручей оказался схожим с оз. Капустиха, но численность животных здесь заметно меньше (39 экз./л), главным образом за счет сокращения обилия ракообразных. Индекс сапробности по зоопланктону (1,52) находится на границе умеренно загрязненных и чистых вод. Грунт в точке отбора пробы представляет собой слизистый сапропель, малопригодный для обитания крупных беспозвоночных, поэтому бентос здесь очень беден. Тем не менее, в нем присутствовало достаточно индикаторных групп (Hydrachnidae, Heteroptera, Chironomidae, Millusca, Hirudinea, Oligochaeta и Trichoptera), поэтому количество баллов по Майеру (8) соответствует уровню многих других обследованных станций.

Обсуждение

Обследованные участки р. Гильчин и водоемы ее бассейна, суммируя гидробиологические показатели, можно ранжировать по качеству воды.

I. Самое высокое качество воды отмечено в водоемах, которые расположены на территории Муравьевского парка или сформированы вытекающими из него водами:

1) безымянный ручей, вытекающий с территории парка и впадающий в р. Гильчин (зоопланктон указывает на II класс качества вод);

2) оз. Капустиха на территории парка, где зообентос, зоопланктон и перифитон указывают на высокое качество воды (II–III класс);

3) болото на территории Муравьевского парка, где, несмотря на малые размеры обследованного водоема, найдено достаточно богатое планктонное сообщество, а на хорошее качество воды указывают показатели перифитона и зоопланктона (II–III класс качества вод), а также наличие ручейников – индикаторов чистой воды.

II. В р. Гильчин самое хорошее качество воды выявлено на устьевом участке, который находится под сильным влиянием р. Амур.

III. Выявлены участки, подверженные загрязнению:

1) самое низкое качество воды обнаружено в р. Гильчин ниже дер. Тамбовка после стока коллектора. Здесь зарегистрированы самые высокие показатели сапробности по трем показателям: зоопланктону, перифитону и фитопланктону, а зообентос указывает на IV класс вод (грязные);

2) соседняя станция (выше дер. Тамбовка), хотя и расположена по течению выше стока коллектора, находится все же под его влиянием и несет признаки загрязнения, на что указывают массовое развитие синезеленых водорослей, высокая численность олигохет и низкий биотический индекс по зообентосу, соответствующий IV классу вод (грязные);

3) ниже по течению тревожная ситуация в реке сохраняется до дер. Жариково, где на высокий уровень загрязнения фитопланктон отвечает развитием синезеленых водорослей. Здесь один из самых высоких по реке индексов сапробности по фито- и зоопланктону и самая высокая численность олигохет, что позволяет охарактеризовать донные осадки как грязные.

Таким образом, данное исследование показало, что на фоне умеренного и низкого качества вод в водных объектах бассейна р. Гильчин водотоки, качество которых определяется режимом земле- и

водопользования в Муравьевском парке устойчивого развития, находятся в оптимальном состоянии, и парк вносит существенный вклад в сохранение водных ресурсов амурского бассейна.

Исследования поддержаны грантами Bay and Paul Foundations, NY, USA, Woodland Park Zoo, WA, USA. «Development of Water Management in Giltchin River Watershed, Amur Region, Russia through Research, Training, Community Involvement, and Public Education.»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Киев, 1989. 608 с.
- Голлербах М.М., Полянский В.И. Пресноводные водоросли и их изучение // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 1. М., 1951. 199 с.
- Сладечек В. Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидробиология. М., 1967. С. 26–31.
- Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. М., 2010. 196 с.
- Harris J. (Ed.). Cranes, Agriculture and Climate Change. Proceedings of a workshop organized by the International Crane Foundation and Muraviotka Park for Sustainable Land Use. Printed in China by Beijing Foundart Colour Printing Co., Ltd. 2012. 154 p.
- Pantle F., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. 1955. Bd 96. 18. 604 S.

Поступила в редакцию 13.11.12

EVALUATION OF THE SANITARY AND BIOLOGICAL STATUS OF WATER BODIES IN GYLTCHEIN RIVER WATERSHED IN JUNE 2011

E.D. Krasnova, T.V. Nikulina, S.N. Vlasova, M.V. Mardashova, S.M. Smirensky

As a result of hydrobiological investigation of Giltchin River (Amur River tributary, Amur district, Russia) and some water bodies in its watershed in June 2011 first time for the area the lists of algae and zooplankton were made. 422 species (or 439 with the lower level taxa) from 8 phyla divisions were found. Diatoms and chlorophytes were most numerous and abundant. 37 species of rotifers, 30 species of Cladocera, 21 species and Cyclopoidea, Calanoidea, and Harparticoidea were discovered in zooplankton of surveyed water bodies. Composition of phytoplankton, periphyton and zooplankton characterize all water bodies as oligo- and beta-mesosaprobic matching II and III class of water quality (practically clean, with no or low amount of organic pollutants). The Mayer index for zoobenthos structure shows that waters in almost all inspected area are polluted – IV class of water quality (dirty). By integrated assessment summarizing all ecological groups the waters flowing out of Muraviotka Park for Sustainable Land Use are cleaner than in the rest area.

Key words: water quality, saprobity, Giltchin River, algae, phytoplankton, periphyton, zooplankton, zoobenthos, Muraviotka Park for Sustainable Land Use.

Сведения об авторах: *Краснова Елена Дмитриевна* – науч. сотр. биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, канд. биол. наук (e_d_krasnova@mail.ru); *Никulina Татьяна Владимировна* – ст. науч. сотр. Биолого-почвенного института ДВО РАН, канд. биол. наук; *Власова Светлана Николаевна* – начальник сектора паразитологии и гидробиологии отдела биологических методов анализа Аналитического центра контроля качества воды ЗАО «РОСА»; *Мардашова Мария Валерьевна* – аспирант биологического факультета МГУ; *Смиринский Сергей Михайлович* – науч. сотр. биологического факультета МГУ, канд. биол. наук.

595. 766. 44

О ВИДАХ РОДА *ANITYS* THOMSON, 1863 (COLEOPTERA: PTINIDAE: DORCATOMINAE)

И.Н. Тоскина

Доказана неоднородность вида *Anitys rubens* (Hoffmann, 1803) в коллекции Зоологического института Российской Академии Наук (С.-Петербург) и описан новый вид *Anitys lineata* sp.n. Восстановлена валидность вида *Anitys cognata* (Mulsant et Rey, 1864).

Ключевые слова: *Anitys*, Dorcatominae, Ptinidae, Coleoptera, новый вид, Палеарктика.

Род *Anitys* был выделен Томсоном в 1863 г. из рода *Dorcatoma* для почти шаровидного *Dorcatoma rubens* Hoffmann, 1803 по следующим признакам: сильно подогнутой голове, приближенной к заднегруди, которая имеет выступ с выемкой для мандибул, форме переднеспинки с сильно закругленными задними углами, надкрыльям с 3 полными боковыми бороздками, расширенным на конце голеням (Thomson, 1863).

Мюльсан и Рей в 1864 г. описали род *Amblitoma* для того же вида *D. rubens* (Mulsant, Rey, 1864), который, естественно, стал синонимом рода *Anitys*. В этой же работе был описан второй вид рода – *A. cognata* Mulsant et Rey, 1864 со следующими отличительными признаками: на надкрыльях отсутствует пришовная бороздка, имеющаяся у *A. rubens*, латеральные бороздки не полностью развиты, особенно средняя, ноги более стройные (задние голени равны длине бедра с вертлугом, а у *A. rubens* задние голени короче бедра с вертлугом). В Каталогах Пика (Pic, 1912) и Хансена (Hansen et al., 1939) род *Anitys* содержит два вида: *A. rubens* и *A. cognata*. Но Лозе (Lohse, 1969), опираясь, по-видимому, на почти идентичное описание обоих видов Мюльсаном и Реем, счел указанную ими разницу в длине голеней и развитии бороздок на надкрыльях несущественной (тем более что развитие бороздок у *A. rubens* варьирует) и свел *A. cognata* в синонимы к *A. rubens*. В дальнейшем Уайт (White, 1974) снова признал существование двух видов в роде *Anitys*. Эспаньол (Español, 1977) указал на трудности различения видов в роде *Anitys* и дал рисунки усика, заднегруди, эдегуса и других частей *A. rubens*. Как мы полагаем, Эспаньол был знаком с типовым материалом видов рода *Anitys*. В последнем Каталоге палеарктических жуков (Zahradník, 2007) *A. cognata* снова фигурирует в качестве синонима *A. rubens*.

Мы попытались разобраться в этом вопросе, имея несколько экземпляров жуков рода *Anitys* из коллек-

ции Зоологического института РАН в С.-Петербурге (ЗИН – Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences – ZIN) и два экземпляра этого рода с этикеткой «*A. cognata* Muls» из типовой коллекции Венгерского музея естественной истории (Hungarian Museum of Natural History – HMNH).

В коллекции ЗИНа все жуки рода *Anitys*, несмотря на имеющиеся различия в цвете (от буровато-желтого до буро-красного) и в форме тела (от почти шаровидной до сильно выпуклой, но не шаровидной, а немного вытянутой) имеют одинаковые определительные этикетки: «*A. rubens* Hoffm». Мы познакомились с несколькими разными *Anitys* из этой коллекции: четырьмя экземплярами темно-красного цвета и двумя – буровато-желтого.

После подробного изучения мы установили, что темно-красные *Anitys* относятся к двум разным видам: одни (два экземпляра с этикеткой «Paris»), почти шаровидные, имеют этикетку «*Amblitoma rubens* G. H.», подходят под видовую характеристику *Anitys rubens* и, видимо, таковыми и являются, и два других экземпляра (на одной булавке, с этикеткой «Seimaug» [?]), сильно выпуклые, но не шаровидные, являются другим видом, отличающимся морфологическими деталями от экземпляров с этикеткой «Paris» и от экземпляров, исследованных Эспаньолом.

Имеющиеся у нас буровато-желтые экземпляры *Anitys* также неоднородны: экземпляры из петербургской коллекции имеют бороздчатые надкрылья, а из коллекции HMNH – надкрылья без бороздок на диске, только с тремя латеральными бороздками, из которых две нижних неполные. По описанию Мюльсана и Рея (Mulsant, Rey, 1864), *A. cognata* имеют надкрылья без бороздок на диске, а латеральные бороздки, особенно средняя, развиты неполностью. Исследования деталей внешней морфологии и эдегусов у видов рода *Anitys* подтвердили, что мы име-

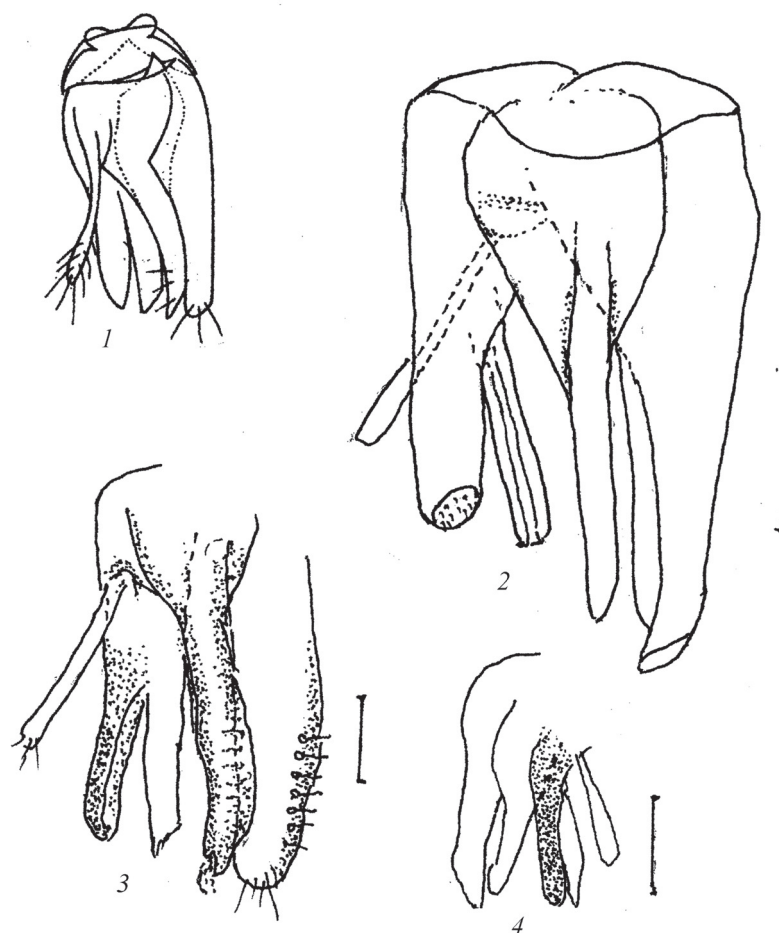


Рис. 1. Эдеагусы: 1 – *Anitys rubens* (Hoffmann, 1803) (из работы Эспаньола – Español, 1977, Fig. 101); 2 – *A. cognata* (Mulsant et Rey, 1864); 3 – *Anitys* sp.; 4 – *A. lineata* sp.n. Масштаб: 0,05 мм (2); 0,1 мм (3); 0,2 мм (4)

ем дело с группой видов: первый вид с этикеткой «Paris» – *A. rubens* (Hoffmann, 1803) (рис. 1, 1 – из работы Эспаньола (Español, 1977, рис.101)), второй вид (из HMNH) – *A. cognata* (Mulsant et Rey, 1864) (рис. 1, 2), третий вид (из коллекции ЗИНа) – удлиненные темно-красные экземпляры жуков с этикеткой «Seimaug» (в дальнейшем *Anitys* sp.) (рис. 1, 3) и четвертый вид (тоже из коллекции ЗИНа) – буровато-желтые экземпляры с бороздчатыми надкрыльями (рис. 1, 4). Кроме эдеагусов, жуки различались и другими морфологическими деталями, в частности, видом заднегруди, пунктировкой поверхности и т.д. Несмотря на проведенные сравнения, мы не можем дать описание нового вида *Anitys* sp. из-за странной, неполной этикетки, и даем описание только одного нового вида *Anitys* – буровато-желтых жуков с бороздчатыми надкрыльями.

Методика измерений

Длину переднеспинки измеряли в профиль, так как измерения сверху из-за кривизны переднеспинки дают искаженные результаты. Ширину надкрыльев измеряли непосредственно под плечами, т.е. наибольшая ширина надкрыльев (примерно на середине) не учитывалась. Длину надкрыльев измеряли от базального края щитка вдоль шва. Расстояние между глазами измеряли, как наиболее короткое, в середине почти плоского лба. Рисунок эдеагуса дан с дорсальной стороны. Звездочкой отмечены промеры голотипа.

Anitys lineata sp.nov. (рис. 2)

H o l o t y p e ♂, Austria, *Anitys rubens* Hoffm. [det. anon.]. Coll. Semenov-Tian-Shansky. [lower specimen of two ones on a pin]. Paratype: [upper specimen on the same pin]. (ZIN).

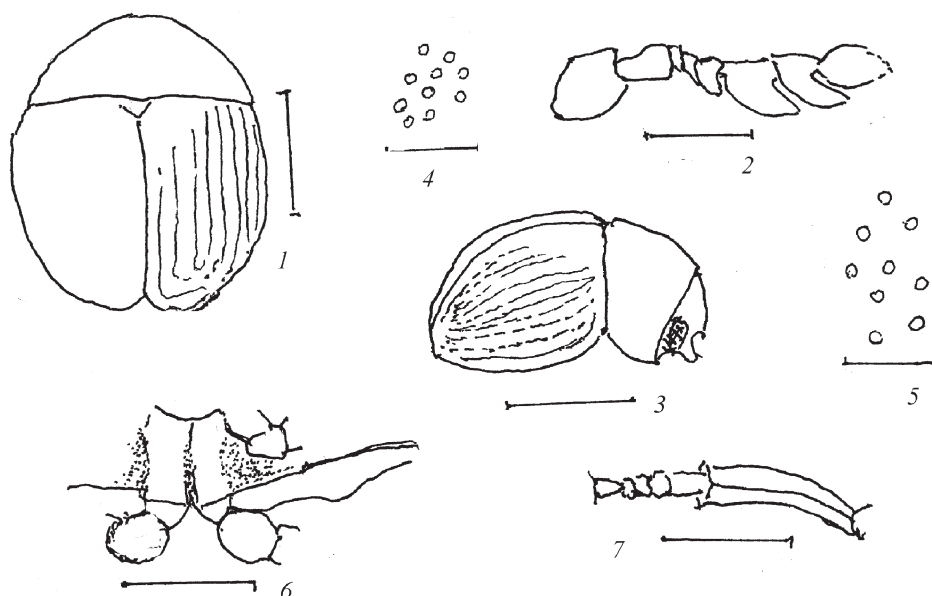


Рис. 2. *Anitys lineata* sp.n., male: 1 – вид жука сверху; 2 – усик; 3 – вид жука сбоку; 4 – пунктировка на диске переднеспинки; 5 – пунктировка на диске надкрыльев; 6 – середина заднегруди; 7 – голень и лапка задней ноги. Масштаб: 0,1 мм (4, 5); 0,2 мм (2); 0,5 мм (6, 7); 1,0 мм (1, 3)

О п и с а н и е

Внешний вид (рис. 2, 1). Жуки целиком буровато-желтые, сильно выпуклые, почти шаровидные. Усики бледно-желтые. Опушение очень мелкое, редкое, бледно-желтое, наклонное.

Голова. Лоб почти плоский. Глаза слабо выпуклые, неправильной формы, со слабой выемкой со стороны усика, разделены расстоянием $2,5^* - 3,0$ продольных диаметра глаза. Усики 8-члениковые, с булавой из трех крупных члеников; 1-й членик широкий, уплощенный, 2-й членик довольно длинный, 3-й и 4-й членики поперечные, очень маленькие, 5-й членик чуть крупнее; 6-й и 7-й членики (булава) имеют вид широких зубцов с выпуклым нижним краем; 8-й членик широкий, с заостренной вершиной (рис. 2, 2).

Переднеспинка в два раза шире своей длины, без каких-либо вздутий или боковых уплощений; передний угол слабо острый, чуть загнут под голову, задний угол тупой, закруглен (рис. 2, 3). Пунктировка поверхности мелкая, неравномерная, точки разделены расстояниями $0,5 - 1,5$ диаметра точки (рис. 2, 4).

Щиток треугольный, шире своей длины.

Надкрылья шире своей длины в $1,1 - 1,2^*$ раза. Диск надкрыльев в бороздках; первые 3–4 бороздки начинаются с отступом от базального края. Наиболее

четкие бороздки – латеральные. Поверхность в пунктировке, точки находятся на расстояниях 3–5 диаметров точки (рис. 2, 5), но имеют примерно тот же размер, что и точки на переднеспинке.

Заднегрудь короткая, с широкой продольной срединной канавкой; середина резко и сильно выпуклая, ее базальный край выдается вперед и имеет выемку для размещения мандибул (рис. 2, 6).

Ноги. Бедренные покрывшки крупные, их апикальный край с заметно выступающим углом в середине. Бедря не выступают за надкрылья. Задние голени искривленные, короче бедер; 1-й членик задней лапки вдвое длиннее 2-го; 2–4-й членики короткие; 5-й членик длиннее 2-го (рис. 2, 7).

Брюшко. 2-й, 3-й и 4-й стерниты посередине слиты (швы имеются, но ослаблены, одинарные). Эдегус изображен на рис. 1, 4.

Длина 2,10 мм, ширина $1,60 - 1,65^*$ мм.

С р а в н и т е л ь н ы е з а м е ч а н и я

Новый вид отличается от *A. rubens* и *A. cognata*, кроме вида деталей эдегуса, резко выступающей серединой заднегруди (у названных видов середина заднегруди не выступает резко, срединная бороздка сравнительно узкая, у *A. rubens* – с ямкой в середине (Español, 1977, рис. 99)); развитыми бороздками на

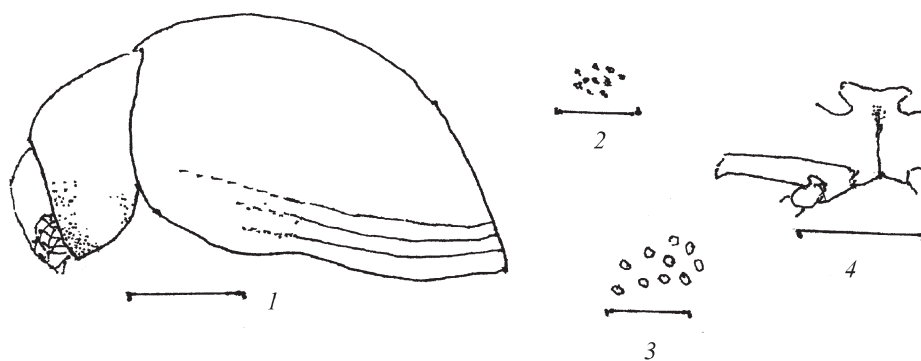


Рис. 3. *Anitys cognata* (Mulsant et Rey, 1864), male: 1 – вид тела сбоку (с латеральными бороздками); 2 – пунктировка на диске переднеспинки; 3 – пунктировка на диске надкрыльев; 4 – середина заднегруди. Масштаб: 0,1 мм (2, 3); 0,5 мм (1, 4)

диске надкрыльев (у названных видов имеются три латеральные бороздки, а у *A. rubens* – еще пришовная); другой формой бедреных покрышек – с выступающим углом в середине (у названных видов бедреные покрышки с ровным апикальным краем); другой формой члеников усиков (ср. рисунок усиков из работы Эспаньола (Español, 1977, рис. 96)). В работе Эспаньола все брюшные швы изображены двойными (Español, 1977, рис. 100). Но, по-видимому, это неверно. В описаниях обоих видов Мюльсан и Рей (Mulsant, Rey, 1864) указывают, что боковые части швов усилены (т.е. центральные части ослаблены). По-видимому, ослабление брюшных швов в центре – родовой признак *Anitys*.

Что касается *A. cognata*, то, кроме эдегуса и трех неполных бороздок (рис. 3, 1), он отличается от дру-

гих видов *Anitys* следующими особенностями. Точки пунктировки поверхности переднеспинки очень малы (рис. 3, 2), вдвое мельче точек на надкрыльях (рис. 3, 3) (точки пунктировки переднеспинки и надкрыльев *A. rubens* и *A. lineata* примерно сходного характера, но у первого расположены более плотно). Срединная бороздка заднегруди узкая, без ямки в центре (рис. 3, 4) (по описанию Мюльсана и Рея (Mulsant, Rey, 1864), срединная бороздка заднегруди у *A. rubens* в центре имеет вид ямки; расширение бороздки в центре есть и на рисунке Эспаньола (Español, 1977, рис. 99). Таким образом, совокупность отличительных признаков, и прежде всего эдегуса, подтверждает самостоятельность вида *A. cognata*.

ЭТИМОЛОГИЯ. Вид назван из-за полосатого вида надкрыльев (лат. «lineatus» – полосатый).

Автор сердечно благодарит докт. О. Мёркла (Будапешт) за предоставление типового материала, А.С. Украинского и программиста Н.Л. Клепикову (Москва) за большую помощь в работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Español F.* Notas sobre Anóbidos. LXXV. // *Miscellanea zoológica*. 1977. Т. 4. N 1. P 171–215.
- Hansen V., Hellén W.* (Ed.), *Jansson A., Munster Th., Strand A.* *Catalogus coleopterorum Daniae et Fennoscandiae*. Helsingforsiae. 1939. 128 S.
- Hoffmann J. G.* *Monographie der Stutzkäfer (Hister.)* // *Entomologische Hefte*, Frankfurt a/M. 1803. Bd 2. 128 S.
- Lohse G. A.* Die Familie Anobiidae. // *Freude H., Harde K. W., Lohse G.A.* *Die Käfer Mitteleuropas*. 1969. Bd 8. S. 27–59.
- Mulsant E., Rey C.* *Histoire naturelle des Coléoptères de France*. T.1. Térédiles. Paris, 1864. P. 338–391.
- Pic M.* *Coleopterorum Catalogus*. Pars 48. Anobiidae. Berlin, 1912. 92 p.
- Thomson C. G.* *Skandinaviens Coleoptera*, Synoptiskt Bearbetade. Lund, 1863. Vol. 5. P. 134–178.
- White R. E.* Type-species for world genera of Anobiidae (Coleoptera) // *Transactions of the American Entomological Society*. 1974. Vol. 99. P. 415–475.
- Zahradnik P.* Subfamily Dorcatominae // *Catalogue of Palaearctic Coleoptera*. Eds. I. Löbl et A. Smetana. Stenstrup. 2007. P. 343–347.

Поступила в редакцию 17.12.12

**ABOUT SPECIES OF THE GENUS *ANITYS* THOMSON, 1863 (COLEOPTERA:
PTINIDAE: DORCATOMINAE)**

I. N. Toskina

After studying the aedeagi and other morphological details in species of the genus *Anitys* Thomson, 1863 there was found the heterogeneity of species of *A. rubens* (Hoffmann, 1803) in the collection of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences and new species *A. lineata* sp. nov. was separated out. These beetles are grayish-brownish-yellow, hemispherical; 6th and 7th antennal segments (club) look as broad teeth with convex lower margins, 8th segment is broad; elytra are provided with striae on disc; the middle of metasternum is strongly convex and with rather broad longitudinal median groove; metafemoral plaques have a prominent angle in the middle, rather broad in the proximal half; abdominal sutures are strongly reduced between 2nd and 3rd sternites and between 3rd and 4th ones. Aedeagus differs in many details from the aedeagus of *A. rubens* given by Español, 1977, fig. 101 (or Fig. 1, 1 in this article). We proved that *A. cognata* (Mulsant and Rey, 1864) is a bona sp. because its aedeagus and other morphological details have characters different from *A. rubens*.

Key words: *Anitys*, Dorcatominae, Ptinidae, Coleoptera, new species, Palaearctica.

Сведения об авторе: Тоскина Ирина Николаевна – канд. биол. наук (nina_11235813@mail.ru).

УДК 574.42

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ (НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ И САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)

А.В. Раппопорт, Л.В. Лысак, О.Е. Марфенина, А.А. Рахлеева, М.Н. Строганова, В.А. Терехова, Н.В. Митрофанова

Проведен анализ свойств почв ряда ботанических садов Москвы и Санкт-Петербурга. Сочетание природоохранного режима, регулярного проведения агротехнических мероприятий, постоянного привноса почвенной фауны и микроорганизмов на корнях растений и с грунтами, длительное (на протяжении десятилетий и даже столетий) антропогенное (урбаногенное) воздействие, приводит к формированию почв, отличающихся как от природных, так и от почв городских озелененных территорий. Исследования морфологических, химических свойств, состава и численности почвенной мезофауны, микробиологической активности указывают на особые пути почвообразования в ботанических садах. Для почв ботанических садов характерно особое строение почвенного профиля, повышенное содержание основных элементов минерального питания, высокие значения численности и биомассы почвенной мезофауны, более глубокое распространение бактерий по почвенному профилю, присутствие мезофауны и микроорганизмов, типичных как для зональных ненарушенных почв, так и для привнесенных. Предложено рассматривать городские ботанические сады как уникальные искусственно созданные экосистемы, где отчасти компенсируется негативное воздействие городской среды и формируется высокий уровень биоразнообразия. Обсуждается возможность использования биоценозов почв и водоемов ботанических садов в качестве источников тест-культур для экотоксикологических исследований.

Ключевые слова: ботанический сад, городские почвы, рекреазем, культурозем, сохранение биоразнообразия, рекультивация почв, почвенные микромицеты, почвенная мезофауна.

*Мы посвящаем эту статью нашему
Учителю – академику Г.В. Добровольскому*

Введение

Ботанические сады впервые появились в Европе в XIV в. В России первые ботанические сады были заложены в XVII в., так что новыми объектами их трудно назвать. Но даже хорошо изученный объект бывает полезно рассмотреть под другим углом зрения. В настоящее время ботанические сады можно рассматривать как:

1) собрание ботанических редкостей для научной, образовательной и просветительской деятельности (с точки зрения биологов и многих обывателей);

2) особо охраняемые природные территории (с градостроительной точки зрения);

3) учреждения дополнительного экологического образования (одно из наиболее быстроразвивающихся направлений работы ботанических садов Западной Европы);

4) рекреационные территории (с точки зрения жителей прилегающих территорий).

Мы предлагаем, не отрицая вышеперечисленных подходов, рассмотреть городские ботанические сады как уникальные искусственные экосистемы, в которых благодаря постоянному вложению ресурсов удается компенсировать негативное воздействие городской среды на все (или почти все?) компоненты экосистемы и создать (часто произвольно) удивительно высокий уровень биоразнообразия. Это касается не только растений, которые завозятся со всего мира, но и почв, почвенной фауны, микроорганизмов, орнитофауны, энтомофауны. Очевидно, что в экосистеме ботанического сада возникают новые внутренние связи. Например, хороший уход и расширение коллекции флоксов (*Phlox* L.) в Ботаническом саду

МГУ привели к появлению подмаренных бражников (*Hyles galii*), а на растениях семейства зонтичные (сем. Umbelliferae) питаются гусеницы махаона (*Papilio machaon* L.) (оба вида насекомых занесены в Красную книгу Москвы). Это только отдельные примеры и, к сожалению, мы еще очень многого не знаем в этом направлении.

В начале 2000-х годов было проведено исследование почв и почвенной биоты на обеих территориях Ботанического сада МГУ. Было установлено, что почвы Ботанического сада отличаются от других почв в городе, в том числе и от почв в городских парках. Изученные почвы отличаются также от природных почв Подмосковья. Эти отличия проявляются в строении почвенного профиля, агрохимических свойствах и составе почвенной биоты (Горячкина и др., 2003; Строганова, Раппопорт, 2005). Стало очевидно, что высокую ценность в Ботаническом саду имеют не только коллекции растений, но и почвы, которые характеризуются высоким уровнем плодородия, относительно низким уровнем загрязнения и являются рефугиумом для целого ряда живых организмов. Позже, при исследованиях, проводимых в Ботаническом саду Ботанического института РАН имени В.Л. Комарова в Санкт-Петербурге, эти выводы также нашли подтверждение.

Проведенные работы позволяют считать, что почвы ботанических садов являются результатом совместного действия зонально-климатических факторов почвообразования, средообразующего антропогенного фактора, характерного для городских территорий, и специфических факторов, связанных с функционированием садов, которые можно отнести к рекультивационным. Степень воздействия этих трех групп факторов меняется в зависимости от расположения и возраста сада, назначения конкретного участка и продолжительности антропогенного воздействия. Различное сочетание факторов почвообразования с одной стороны обуславливает все многообразие почвенных свойств в городских ботанических садах, а с другой – позволяет оценить влияние тех или иных факторов на почвенные свойства.

Объекты и методы исследований

Исследования строения и свойств почв, а также состава и структуры почвенной биоты проводились на территории трех ботанических садов в Москве и одного сада в Санкт-Петербурге. В Москве в программу исследований были включены: основная

территория Ботанического сада МГУ на Воробьевых горах (далее – БС МГУ), созданного в 1950 г., где было заложено 18 разрезов; филиал на проспекте Мира (филиал БС МГУ), основанный в 1706 г. (9 разрезов); территория Главного Ботанического сада РАН имени Н.В. Цицина (ГБС РАН), основанного в 1945 г. (1 разрез). В Санкт-Петербурге исследования проводили на территории сада Ботанического Института РАН имени В.Л. Комарова (БИН РАН), основанного в 1714 г., на его территории заложены 4 разреза. История этих ботанических садов, основные климатические и геоморфологические характеристики их территорий, привязка почвенных разрезов и их описание приведены в работе А.В. Раппопорта (2004).

Мы изучали морфологические и агрохимические свойства почв. С этой целью определяли: $pH_{\text{водн}}$, содержание $C_{\text{орг}}$ (по методу Тюрина с фотометрическим определением концентрации углерода), содержание подвижных форм фосфора (по методу Кирсанова) и калия (ЕКО), валовое содержание Pb, Zn, Cu (в вытяжке «царской водки» $HNO_3:HCl = 3:1$ на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Hitachi 180-80»). Были изучены также и физические (гранулометрический состав) свойства почв (Аринюшкина, 1970, Вадюнина, Корчагина, 1986, (Практикум..., 2001).

Проводился послойно учет мезофауны методом ручной разборки проб $1/16 \text{ м}^2$ для слоев 0–10, 10–20, 20–30, 30–40 см в 4-кратной повторности. И.Н. Скворцовой проведен учет численности липомицетов (на среде Эшби).

В образцах почв, отобранных на территории БС МГУ и его филиала, определялись следующие показатели биологической активности почв: общая численность бактерий (окраска препаратов акридинном оранжевым), длина грибного мицелия (окраска калькофлуором белым), активность некоторых почвенных ферментов (каталазы, дегидрогеназы, инвертазы). В верхнем горизонте почв под березняком и ельником в дендрарии на основной территории БС МГУ было проведено определение состава культивируемых на питательных средах микроскопических грибов (Методы почвенной микробиологии и биохимии, 1991).

Представленные в статье результаты собирались в течение ряда лет. С 2000 по 2010 г. на факультете почвоведения МГУ на основе материала, собранного в ботанических садах Москвы и Санкт-Петербурга были защищены шесть дипломных ра-

бот, две кандидатские и одна докторская диссертации (список приведен в приложении).

Результаты почвенно-экологических исследований в ботанических садах

Строение профиля антропогенных почв ботанических садов

Проведенные исследования позволили выявить основные закономерности в строении почвенного профиля антропогенно измененных и искусственно созданных (антропогенных) почв ботанических садов. Профиль этих почв можно разделить на три части: поверхностный органо-минеральный слой, средняя наиболее трансформированная под урбано-генным воздействием и нижняя части профиля (табл. 1). Различное сочетание горизонтов этих частей и их мощности формирует все многообразие почв ботанических садов.

Поверхностный слой характеризует современное состояние территории и связан в большей степени с рекультивационными факторами (технологией создания, режимом ухода за зелеными насаждениями, происхождением и свойствами завозимых грунтов). В зависимости от состава органического вещества, наличия или отсутствия антропогенных включений поверхностный почвенный слой в ботанических садах может быть представлен гумусовым горизонтом (A), гумусовым горизонтом с признаками урбопедогенеза (Au), урбиковым горизонтом (U)¹. На территории ботанических садов также широко распространены насыпные перемешанные органо-минеральные (RAT) и торфосодержащие (RT) горизонты, впервые описан-

ные в работах А.В. Раппопорта (2004) и М.Н. Стrogановой, А.В. Раппопорта (2005). Однако в целом в ботанических садах можно отметить значительно меньший уровень захламления почвенной поверхности и верхних почвенных горизонтов по сравнению с селитебными районами, следствием чего является лишь эпизодическое распространение урбикового горизонта, как правило, вблизи хозяйственных построек и на хозяйственных дворах.

Характерная особенность изученных почв – значительное увеличение мощности гумусового профиля, что происходит главным образом за счет подсыпки почвенного материала и в значительно меньшей степени за счет углубления гумусового горизонта при перекопке. Мощность гумусового профиля в филиале Ботанического сада МГУ составляет до 120 см, а в Ботаническом саду БИН РАН – до 65 см. Учитывая площадь филиала БС МГУ (около 6 га) и среднюю мощность насыпанных гумусовых горизонтов (80 см), можно подсчитать, что объем завезенного за последние 300 лет на эту территорию грунта составляет около 50 000 м³.

Для поверхностных горизонтов характерна хорошая комковато-зернистая структура, что скорее всего связано со значительной численностью мезофауны (см. ниже). Наличие такой структуры является важной отличительной чертой почв ботанических садов от большинства городских почв, которые вследствие сильного переуплотнения поверхности имеют нарушенный растительный покров и характеризуются низкой численностью мезофауны и непрочной комковато-глыбистой структурой (Почва, город, экология, 1997).

Т а б л и ц а 1

Строение антропогенных почв ботанических садов

Часть профиля	Преобладающий фактор	Характерные горизонты			
		Верхняя	специфический фактор (рекультивация)	урбиковый горизонт (U)	гумусово-аккумулятивный горизонт (A, Au)
Средняя	антропогенный фактор	верхняя и/или средняя часть профиля		минеральный грунт:	
		урбанозем (U, Uh, [Au])		планировочный (техногенный слой)	скальпированная почва (BC), почвообразующая (C), подстилающая (D) порода
Нижняя	зонально-климатические факторы	природная почва (A, EL, ELB, B)	погребенная природная почва [A, EL, ELB, B, BC], техногенный слой, культурный слой		

¹Почвенный горизонт (насыпной и/или перемешанный), характерный для значительной части территории города и содержащий более 5% антропогенных включений (Герасимова и др., 2003).

Средняя часть профиля отражает основное направление антропогенного воздействия (формирование культурного слоя, техногенное изменение рельефа, химическое загрязнение и др.) на естественные почвы, распространенные на данной территории до формирования поселений и ботанического сада. Средняя часть профиля почвы может быть представлена частью профиля урбанозема или грунтом: насыщенным или денудированным.

Нижняя часть профиля, как правило, определяется зонально-климатическими факторами почвообразования. Она представлена горизонтами естественной почвы, почвообразующей породой и лишь в отдельных случаях насыщенными грунтами и культурным слоем.

Характерной особенностью почв ботанических садов является значительная мощность каждого из насыпных слоев (более 15 см), которые относятся к верхней и средней частям профиля, и наличие резких переходов между этими слоями. Это связано с тем, что каждый из слоев формировался одновременно, как правило, при смене экспозиции (вида выращиваемых растений), и последующие обработки почвы не приводили к перемешиванию материала между разными слоями. Число разновозрастных горизонтов и насыпных слоев напрямую зависит от числа смен экспозиций, а значит пропорционально возрасту сада. В филиале БС МГУ разрезами вскрыто 4–6 погребенных горизонтов, в БИН РАН – 2–4, в БС МГУ – 1–2, в ГБС РАН – 1. Мощность сформированного за время существования ботанического сада слоя варьирует в широких пределах: в филиале БС МГУ она составляет 80–120 см и более, в БИН РАН – 60–100 см, в БС МГУ – до 100 см, а местами и более, в ГБС РАН – 10–30 см. Во всех садах этот наносной слой имеет схожий состав и свойства, что и позволяет сравнивать изучаемые почвы по агрохимическим, фаунистическим и микробиологическим показателям. В ботанических садах в 2004 г. впервые выделена и охарактеризована новая таксономическая группа почв – рекреазем (от *recreatio* (lat.), что означает восстановление, выздоровление). К этой группе относятся антропогенные почвы городов с многозональными насыщенными органо-минеральными или торфосодержащими (торфо-компостными и торфопесчаными) плодородными субстратами, обладающими благоприятными для растений физико-механическими и химическими свойствами (Строганова, Раппопорт, 2005). Мощность гумусового горизонта или серии гумусовых горизонтов в описанных почвах колеблется от 10 до 122 см. В случае, если общая мощность одного или серии гумусовых горизонтов

достигает более 40 см, то почвы называются культуросемами. Такие почвы были встречены нами в филиале Ботанического сада МГУ и в Ботаническом саду БИН РАН.

В условиях ботанических садов некоторые участки (например, цветники) ежегодно перекапываются. Это приводит к формированию специфического поверхностного горизонта, где нет дернины и подстилки, низкая плотность сложения, высокая однородность внутри горизонта, а мощность, как правило, не менее 15–20 см. Для определения таких почв вводится приставка «агро» (например, агрокреаземы).

В малонарушенных ландшафтах (например, на части территории ГБС РАН) встречаются почвы, в которых антропогенное воздействие было незначительным – на глубину менее 50 см. Такие почвы сочетают горизонт «урбик» мощностью менее 50 см с ненарушенной срединной и нижней частями профиля. Эти почвы сохраняют типовое название с добавлением «урбо», например, урбодерново-подзолистые почвы.

Агрохимические свойства почв ботанических садов

Проведенные исследования определили несвойственный для других почв (естественных и антропогенных) характер распределения pH в почвах ботанических садов. В поверхностных слоях ранее исследованных урбаноземов газонов, скверов, бульваров и селитебных участков наиболее щелочными были поверхностные антропогенные горизонты ($pH_{\text{водн}}$ 7,3–8,9). Вниз по профилю в большинстве случаев значения pH снижались до 6,5 и ниже (Почва, город, экология, 1997). В ботанических садах верхние горизонты глубоко преобразованных гумусированных почв имеют нейтральную реакцию, в то время как средняя часть профиля – слабощелочную, к низу профиля значения pH понижаются до 6,0–6,4. Наблюдается также прямо пропорциональная зависимость глубины максимума значений pH от продолжительности окультуривания (рис. 1).

По содержанию основных элементов питания растений гумусовые горизонты всех исследованных почв близки между собой, для них характерна повышенная обеспеченность подвижными формами фосфора (10–28 мг/100 г). Это больше, чем в лесных дерново-подзолистых почвах (5–10 мг/100 г), но меньше, чем в некоторых урбаноземах Москвы – до 190 мг/100 г (Строганова и др., 2008) и до 250 мг/100 г (Агаркова, 1990), а также в сильно окультуренных дерново-подзолистых почвах (до 60 мг/100 г). Содержание доступного калия (10–40 мг/100 г) примерно в 2 раза выше, чем в

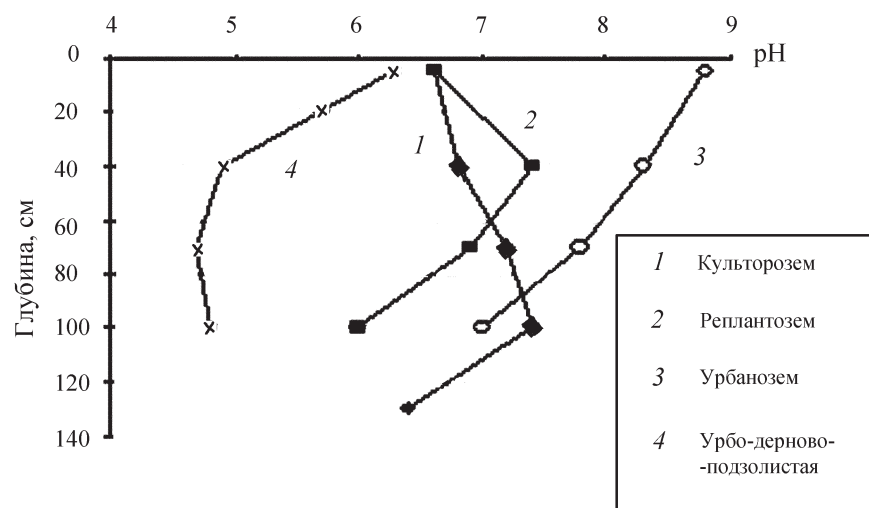


Рис. 1. Распределение pH по профилю почв ботанических садов

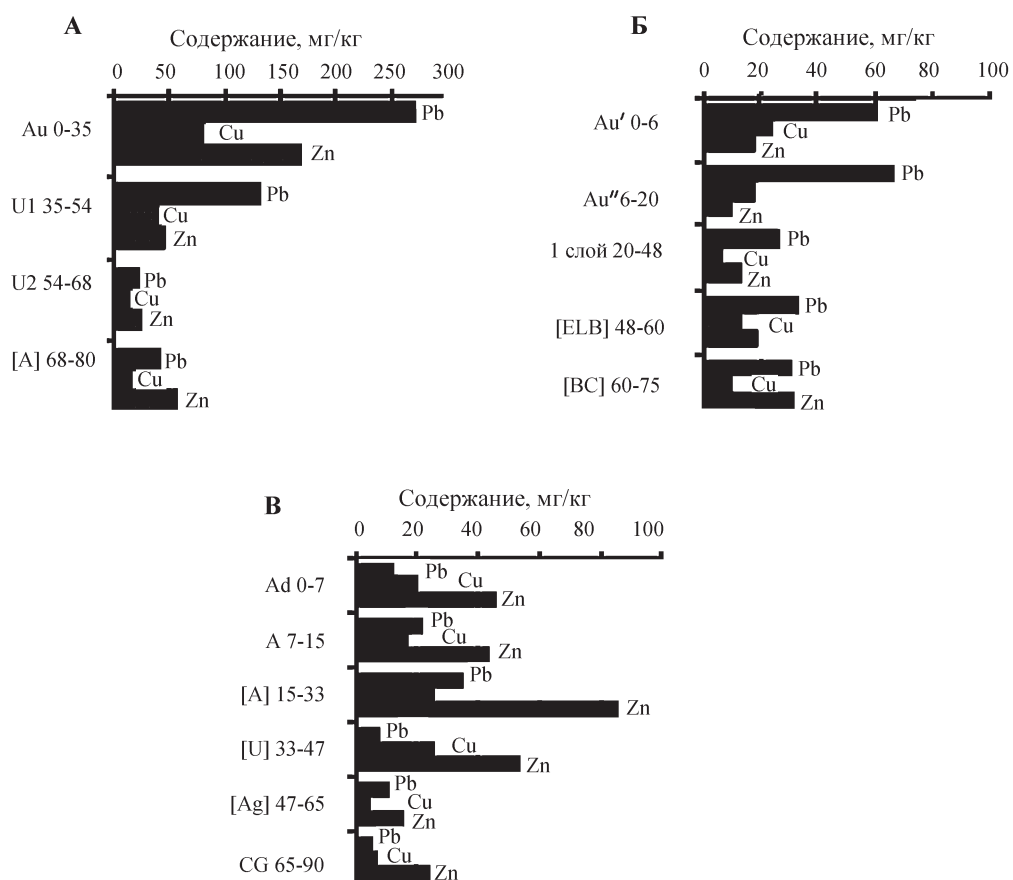


Рис. 2. Распределение валового содержания ТМ по почвенному профилю ботанических садов: А – филиал БС МГУ (агрорекреазем); Б – БС МГУ (реплантозем); В – БИН РАН (рекреазем)

дерново-подзолистых почвах (7–15 мг/100 г), что соответствует сильно окультуренным дерново-подзолистым почвам (Пестряков, 1977) и большинству урбано-земов.

Характерной чертой почв ботанических садов является высокая емкость катионного обмена (ЕКО), особенно в гумусовых горизонтах реплантоземов – до 42 мг-экв/100г, а также высокая степень насыщенности основаниями – от 60 до 99%. Такие значения близки к показателям сильноокультуренных дерново-подзолистых почв (агроземов).

Таким образом, антропогенные почвы городских ботанических садов по основным агрохимическим показателям близки между собой и характеризуются повышенным (и сбалансированным) содержанием основных элементов питания.

Тяжелые металлы (ТМ) в почвах ботанических садов

Можно отметить две общие закономерности распределения ТМ в почвах ботанических садов. Тенденция снижения содержания ТМ в почвах с удалением от центра города и источника загрязнения, а также уменьшение содержания ТМ с увеличением глубины отбора образца, что особенно отчетливо проявляется за пределами гумусового горизонта (рис. 2). Проведенные исследования обнаружили превышение ориентировочно допустимой концентрации (ОДК) в 2–3 раза по свинцу (до 353 мг/кг при ОДК 130 мг/кг) и в 1,5 раза по меди (до 185 мг/кг при ОДК 132 мг/кг)

только в почвах филиала БС МГУ и только в верхних горизонтах, что свидетельствует о современном аэральном загрязнении. В других обследованных ботанических садах Москвы и в Санкт-Петербурге уровень загрязнения поверхностных горизонтов ниже ОДК, что может быть связано с менее интенсивной транспортной нагрузкой вокруг территорий ботанических садов и с эффективной работой лесозащитных полос. Так, в Ботаническом саду МГУ регулярно проводится анализ содержания ТМ в почвах плодового сада и в собранных плодах. Превышений ОДК не выявлено, несмотря на близкое расположение магистрали с интенсивным движением – Мичуринского проспекта. Вероятно, это связано именно с плотной многорядной лесозащитной полосой, высаженной по периметру БС МГУ.

В БИН РАН максимальное содержание свинца во всех разрезах приходилось на погребенные гумусовые горизонты (до 90 мг/кг), в то время как в поверхностных гумусовых горизонтах содержание свинца составляло 13–20 мг/кг. Такое загрязнение средней части профиля, скорее всего, связано с деятельностью типографии, которая в XIX в. располагалась в непосредственной близости от сада.

Таким образом, максимальное загрязнение (до трех значений ПДК) характерно для гумусированных горизонтов почв садов, расположенных вблизи источников загрязнения. Благодаря высокому содержанию органического вещества и нейтральной реакции среды они иммобилизуют ТМ, защищая от загрязнений нижние,

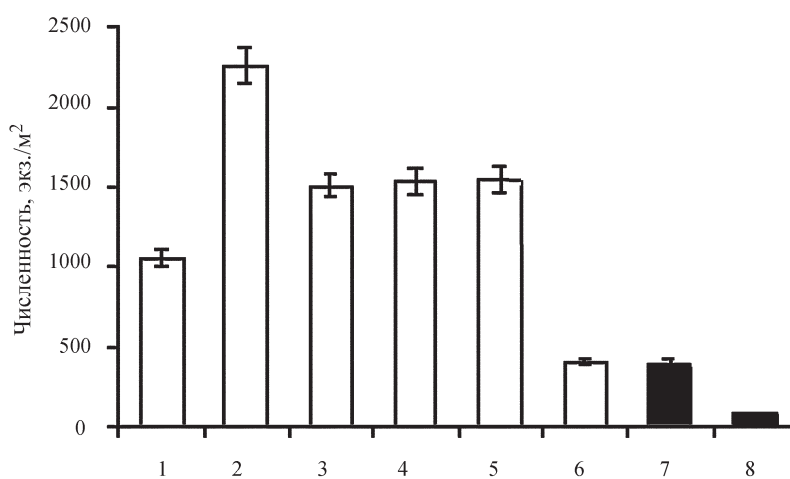


Рис. 3. Численность почвенной мезофауны в ботанических садах: 1 – агрорекреазем (филиал БС МГУ); 2 – агрорекреазем (БС МГУ); 3 – рекреазем (БИН РАН); 4 – культуурозем (филиал БС МГУ); 5 – реплантозем (БС МГУ); 6 – урбодерново-подзолистая; 7 – контроль; 8 – урбанозем

погребенные гумусовые горизонты, где могут сохраняться виды микроорганизмов, чувствительных к содержанию тяжелых металлов.

Мезофауна почв ботанических садов

Для исследованных почв ботанических садов характерна высокая численность почвенной мезофауны. Общее обилие беспозвоночных варьировало от 399 ± 59 до 2250 ± 145 экз./м², что в 4–6 раз превышает показатели для зональных дерново-подзолистых почв и в десять раз – для урбаноземов Москвы (Горячкина и др., 2003). Численность беспозвоночных пропорциональна окультуренности почв – максимальна в агрокреаземах и культуроземах всех садов, а минимальна в урбодерново-подзолистой почве ГБС РАН (рис. 3). На исследуемых территориях во всех почвах, так же как и в природных дерново-подзолистых, общая численность животных убывает с глубиной. Однако глубина массового проникновения беспозвоночных животных вниз по профилю глубоко преобразованных сильногумусированных почв составляла 35–40 см, а в отдельных случаях превышала 1 м, что значительно больше средних значений для дерново-подзолистых почв (10–20 см). Профильное распределение мезофауны в рекреаземах и агрокреаземах садов соответствует распределению в серых лесных и черноземных почвах (Горячкина и др., 2003).

В культуроземах и агрокреаземах ботанических садов общая биомасса почвенной мезофауны (от $142,9 \pm 1,2$ до $274,2 \pm 5,4$ г/м²) существенно превышает средние показатели как для городских почв

($10 \pm 8,4$ г/м²), так и для дерново-подзолистой ненарушенной почвы ($34,9 \pm 1,2$ г/м²) и соответствует биомассе почвенной мезофауны для черноземов лесостепи (Кривошукский, 1994; Стриганова, 2003). Для реплантоземов отмечается несколько меньшая биомасса почвенной мезофауны ($90–100$ г/м²) (рис. 4). Однако в исследованных почвах садов было обнаружено уменьшение как группового, так и видового разнообразия мезофауны по сравнению с ненарушенными дерново-подзолистыми почвами. Количество крупных таксономических групп варьировало от 11 до 15, в то время как в естественных дерново-подзолистых почвах встречается до 20 групп (Стриганова, 1994).

Повышенные значения численности и биомассы мезофауны исследованных участков объясняются высокой степенью окультуренности почв ботанических садов. Отмеченное вместе с тем снижение видового разнообразия является следствием общего негативного воздействия мегаполиса, существенно сокращающего видовой потенциал почвенных животных сообществ в городе.

В культуроземах помимо типичных представителей беспозвоночных были обнаружены виды, не свойственные зональным ландшафтам южной тайги. В филиале БС МГУ выявлены диплоподы вида *Blaniulus guttulatus*, которые на территории нашей страны были отмечены на выходах известняков в долине р. Ока, и щелкун степной *Agriotes gurgistanus* – обитатель почв степной и лесостепной зон. В Ботаническом саду БИН РАН обнаружен щелкун предгорный *Adrastus montanus* – обитатель

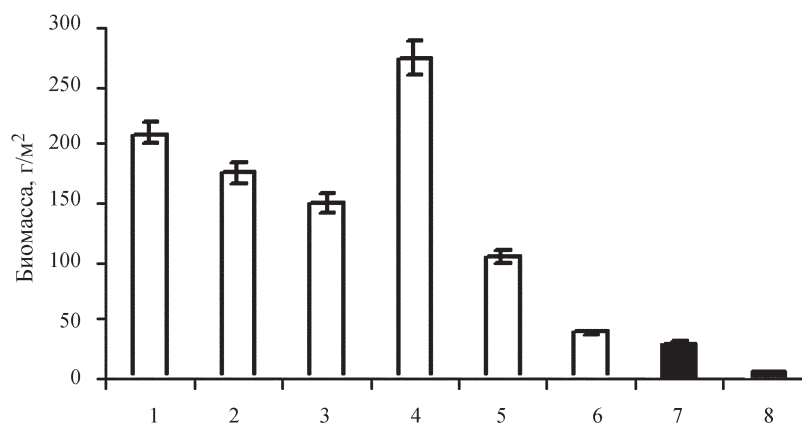


Рис. 4. Биомасса почвенной мезофауны в ботанических садах: 1 – агрокреазем (филиал БС МГУ); 2 – агрокреазем (БС МГУ); 3 – рекреазем (БИН РАН); 4 – культурозем (филиал БС МГУ); 5 – реплантозем (БС МГУ); 6 – урбодерново-подзолистая; 7 – контроль; 8 – урбанозем

Т а б л и ц а 2

Численность бактерий, длина грибного мицелия и ферментативная активность поверхностных горизонтов почв Ботанического сада МГУ

Расположение	Тип почвы, номер разреза	Численность бактерий, млрд/г	Длина грибного мицелия, м/г	Каталаза, мл O ₂ /г/мин	Дегидрогеназа, мг ТФФ/10г/сут	Инвертаза, мг глюкозы/г/сут
Филиал БС МГУ	Культурозем (дендропарк, 50 лет), разрез № 1*	3,8 ±0,2	475±35	2,8±0,1	2,3±0,2	3,1±0,2
	Агрорекреазем (залежь 3 года), разрез № 2	2,6±0,2	667±60	2,3±0,2	2,5±0,2	3,3±0,3
	Рекреазем (залежь 15 лет) разрез, № 3	1,4±0,1	335±35	4,2±0,4	1,7±0,2	3,2±0,3
	Культурозем (дендропарк 200 лет), разрез № 4	1,9±0,2	342±30	2,5±0,5	2,2±0,3	3,0±0,2
БС МГУ	Реплантозем, разрез № 1	1,5±0,1	693±51	2,0±0,2	3,4±0,3	7,6±0,6
	Агрорекреазем, разрез № 2	1,7±0,2	627±60	5,5±0,6	4,1±0,4	2,4±0,3
	Агрорекреазем, разрез № 5	1,4±0,2	840±89	2,6±0,1	5,7±0,4	3,2±0,3
Контроль, Природный заказник Воробьевы горы	урбодерново-подзолистая почва	3,2±0,3	2080±180	8,6±0,8	7,8±0,8	10,4±0,9

*Привязка разрезов на местности и их описание приведены в работе А.В. Раппопорта (2004).

лугов, садов и огородов лесостепей Украины и Молдовы. Вышеперечисленные виды характерны для более южных регионов. Возможность обнаружения южных элементов почвенной фауны в почвах Москвы уже отмечалась ранее (Стриганова, 2003; Рахлеева, Строганова, 2008). Приток мигрантов происходит в первую очередь за счет занесения с посадочным материалом или с насыпным грунтом. Благодаря специфическим почвенно-климатическим условиям на территории городских ботанических садов многие из южных видов успешно акклиматизировались.

Микробиологические свойства почв ботанических садов

Показатели общей численности бактерий составляют от 1,2 до 3,8 млрд клеток в 1 г почвы, при этом для глубоко преобразованных почв филиала БС МГУ была характерна более высокая численность бактерий по сравнению с почвами основной территории

БС МГУ на Ленинских горах (табл. 2). Следует отметить, что на обеих территориях БС МГУ полученные величины были ниже, чем обычно регистрируются в ненарушенных почвах подзоны южной тайги. Они сравнимы или несколько выше, чем в сильно загрязненных почвах на территории г. Москвы (Раппопорт и др., 2001). Интересно, что изучение распределения численности бактерий по профилю этих почв выявило ее незначительное снижение вниз по профилю и высокое содержание бактерий в погребенных гумусовых горизонтах. При этом показатели общей численности бактерий в погребенных гумусовых горизонтах близки к показателям, регистрируемым в верхних гумусовых горизонтах (Киселева, Лысак, Раппопорт, 2008). Одним из важнейших компонентов биоты в почвах по своим функциям и запасам биомассы являются грибы. Изучение распределения показателей длины грибного мицелия в верхнем горизонте почв на обеих территориях БС МГУ показало, что длина

грибного мицелия достаточно велика и составляет до 840 м в 1 г почвы (табл. 2), это ниже, чем в ненарушенных дерново-подзолистых почвах подзоны южной тайги (Раппопорт и др. 2001), но выше, чем в урбаноземах, загрязненных нефтью и тяжелыми металлами (Лысак, 2010).

Похожие закономерности были получены при изучении распределения по профилю почв БС МГУ дрожжей рода *Lurotyces*, которые по данным литературных источников (Бабьева, Горин, 1987) рассматриваются как типичные обитатели ненарушенных территорий. По профилю культуроземов и агропедоземов филиала БС МГУ обнаружено значительное количество липомицетов. В поверхностных горизонтах число комочков почвы, обросших единичными клетками, составляет 0–25%, а в погребенном гумусовом горизонте исходной почвы их содержание возрастает до 100% (Скворцова и др., 2006). Таким образом, в погребенных почвенных горизонтах обнаружены микроорганизмы, которые в них обитали 200–300 лет назад, когда эти горизонты были поверхностными гумусовыми. Это означает, что ботанические сады сохраняют не только ботаническое разнообразие, но и разнообразие почвенной биоты. Возможно, использование почвенного материала из этих горизонтов может обогатить современные поверхностные горизонты городских почв определенными группами микроорганизмов, которые встречаются в природных почвах, но отсутствуют в городских. Это также свидетельствует о том, что современное антропогенное загрязнение верхних горизонтов почвы не оказывает заметного влияния на микробное сообщество погребенных гумусовых горизонтов.

Активность исследованных почвенных ферментов также невысока и составляет:

для каталазы от 2 до 5 мл O_2 /г/мин,

для дегидрогеназы от 1,7 до 5,7 мг ТФФ / 10г/сут,

для инвертазы от 3,1 до 7,6 мг глюкозы/г/сут.

При этом активность ферментов в почвах как филиала, так и основной территории БС МГУ оказалась ниже, чем обычно регистрируется в ненарушенных дерново-подзолистых почвах под подзоны Южной тайги (Раппопорт и др., 2001). Полученные значения показателей ферментативной активности свидетельствуют о том, что интенсивность процессов трансформации органических веществ в почвах БС, подвергающихся антропогенному воздействию, ниже, чем в природных ненарушенных почвах.

К настоящему времени видовая структура комплексов микроскопических грибов в почвах разных биогеоценозов (БГЦ) на европейской части России

достаточно хорошо изучена. Поэтому при изучении почвенной микобиоты ботанических садов под разным растительным покровом имеется возможность их сопоставления с ненарушенными зональными БГЦ. Определение численности и состава культивируемых на питательных средах микроскопических грибов из верхнего горизонта почв под березняком и ельником на основной территории Ботанического сада МГУ показало, что численность микроскопических грибов составляет десятки тысяч КОЕ/г почвы что в целом соответствует или несколько ниже, чем в зональных биоценозах (Мирчинк, 1988). И летом, и осенью 2011 г. численность грибов была выше ($91,2 \times 10^3$ и $16,2 \times 10^3$ КОЕ/г почвы) в почве под березняком. В ельнике численность грибов в периоды анализа была ниже ($19,2 \times 10^3$ и $10,6 \times 10^3$ КОЕ/г почвы).

Видовой состав культивируемых микроскопических грибов в исследованных почвах также в основном типичен для зональных лесных почв под этими растительными ассоциациями (Мирчинк, 1988; Александрова и др., 2006; и др.). В почвах под ельником часто выделялись такие виды, как *Clonostachys rosea*, *Penicillium miczynskii*, *Penicillium fellutanum* и *Acremonium strictum*. В березняке отмечалось присутствие *Penicillium miczynskii*, *Trichoderma polysporum*, *Trichoderma longibranchiatum*, *Acremonium strictum* и *Gliocladium roseum*. Более разнообразный состав микромицетов выделялся осенью. Безусловно, для объективного сопоставления необходимы более развернутые анализы, однако даже по имеющимся данным, можно отметить, что в почвах БС МГУ одновременно присутствуют как минорные компоненты виды рода *Aspergillus* – *Aspergillus flavus*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus niger*. Выделение комплекса видов грибов этого рода обычно малотипично для зональных, особенно хвойных, биоценозов, но встречаемость видов *Aspergillus* резко увеличивается по сравнению с зональными в городских почвах, в том числе и в почвах Москвы (Марфенина, 2005). Таким образом, с одной стороны, в почвах БС МГУ под определенным растительным покровом прослеживается формирование комплексов почвенных микромицетов, несущих черты зональных сообществ, а с другой – выявляются некоторые показатели антропогенных нарушений, что свидетельствует об особом пути формирования и свойствах биоценоза ботанического сада, что требует дальнейшего изучения.

Выводы

1. Профиль антропогенных почв ботанических садов состоит из трех частей разного состава, про-

исхождения и мощности: верхней, сформированной в результате рекультивации почв и представленной современными гумусово-аккумулятивными горизонтами (Au), насыпными плодородными органо-минеральными RAT или торфосодержащими смесями RT; средней, отражающей урбаногенное воздействие и состоящей из погребенных горизонтов естественных (природных) почв или урбаноземов, антропогенно привнесенного (планировочного) или ненарушенного грунта; нижней, представленной погребенной естественной почвой, планировочным грунтом или грунтом ненарушенного залегания. Сочетание разных частей профиля или отсутствие некоторых из них обуславливает многообразие антропогенных почв ботанических садов.

2. По сравнению с зональными и городскими почвами для рекультивированных антропогенных почв всех изученных садов, особенно для рекреаземов, характерны более высокие значения численности (400–2250 экз./м²) и биомассы почвенной мезофауны (143–274 г/м²). Эти отличия, а также наличие видов из более южных районов объясняются нейтральной реакцией почвенной среды, высокой степенью окультуренности и невысокой рекреационной нагрузкой на территории ботанических садов по сравнению с жилыми районами. Обнаружено, что большое влияние на показатели численности, биомассы, доминирования и трофическую структуру оказывает характер землепользования внутри сада.

3. Для почв городских ботанических садов характерно более глубокое распространение микробоценозов по профилю (до 1,2 м) по сравнению с урбаноземами и дерново-подзолистыми почвами пригорода. Показатели общей численности бактерий в погребенных гумусовых горизонтах близки к показателям, регистрируемым в верхних гумусовых горизонтах. Меньшая доступность для антропогенного воздействия нижней части профиля этих почв способствует сохранению микробного генофонда, и это одна из не оцененных функций ботанических садов, осуществляющих свою защиту не только по отношению к растениям, но и по отношению к почвенным микроорганизмам.

4. В почвах БС МГУ под определенным растительным покровом прослеживается формирование комплексов почвенных микромицетов, несущих черты зональных сообществ, однако выявляются и некоторые показатели антропогенных нарушений, что указывает на особенности формирования и свойств почвенной микобиоты ботанических садов.

5. Впервые показано, что городские ботанические сады являются не только территорией, где содержатся коллекции растений, но и своеобразными рефугиумами в условиях города для ряда микроорганизмов и некоторых видов почвенной мезофауны. Для сбора более полных данных необходимо продолжить работу по изучению биоразнообразия на территориях городских ботанических садов и включать эти исследования в программу научной работы ботанических садов.

Таким образом, изучение и сохранение биоразнообразия особенно важно в городах. Здесь, с одной стороны, происходит уничтожение природных ландшафтов вместе с обитающими на них видами животных, растений, насекомых и микроорганизмов, а с другой – создаются новые экологические ниши, в которых поселяются виды, не свойственные этой природно-климатической зоне. В мегаполисах ботанические сады могут быть, если не единственно возможными, то по крайней мере самыми удобными площадками для долгосрочных экосистемных исследований. Наши комплексные исследования показали, что по всем изученным характеристикам ботанические сады отличаются от других городских территорий, а это значит, что ботанические сады надо рассматривать как уникальные объекты, где под влиянием разных факторов, как природных, так и антропогенных, сложилась весьма специфическая экосистема. В настоящее время по достоинству оценены и привлекают внимание исследователей только ботанические коллекции, однако уже полученные результаты по почвенным микроорганизмам и мезофауне говорят о том, что их разнообразие также значительно выше, чем на прилегающих городских территориях. Значит, объектами исследований должны стать и другие компоненты экосистемы ботанического сада: почвы, грибы, насекомые, птицы, млекопитающие.

Совершенно новая функция городских ботанических садов, в которых сохранились малонарушенные территории, заключается в том, чтобы служить источником чувствительных тест-культур разных видов животных, растений и микроорганизмов, необходимых для экотоксикологических исследований. В настоящее время нет централизованных коллекций стандартизованных организмов, необходимых для оценки токсичности образцов природных сред и техногенных объектов. Отобранные в биотопах ботанических садов виды педо- и гидробионтов после квалифицированной видовой идентификации и проверки их чувствительности по реакции на стандартные токсиканты могут быть вполне пригодны для

лабораторных исследований в качестве биосенсоров. Потребность в новых тест-культурах для испытаний токсичности проб по стандартным методикам обусловлена задачами производственного экологиче-

ского контроля в сертифицированных лабораториях. Постоянно востребованными являются также методы биотестирования в учебных практикумах и научных проектах.

Приложение

Список дипломов и диссертаций, защищенных по материалам, полученным в Ботаническом саду МГУ

1. *Раппопорт Александр*. Особенность почв городских ботанических садов (на примере филиала Ботанического сада МГУ) (диплом, 2000).
2. *Горячкина Ирина*. Особенности мезофауны насыпных почв Ботанических садов. (на примере городов Москвы и Санкт-Петербурга) (диплом, 2002).
3. *Раппопорт Александр*. Антропогенные почвы городских ботанических садов на примере Москвы и Санкт-Петербурга (дис. ... канд. биол. наук, 2004).
4. *Гладышева Мария*. Магнитная восприимчивость урбанизированных почв (дис. ... канд. биол. наук, 2007).
5. *Хусаинова Татьяна*. Особенности почвенно-экологического состояния садов крупных городов подзоны южной тайги (на примере Москвы и Твери) (диплом, 2007).
6. *Киселева Евгения*. Биологическая активность почв филиала Ботанического сада МГУ (диплом, 2007).
7. *Панкина Анна*. Особенности формирования неоднородности почвенного покрова Ботанического сада МГУ (диплом, 2010).
8. *Шанина Е.В.* Физические свойства гумусово-аккумулятивного горизонта почв ботанического сада МГУ на Воробьевых горах под различной древесной растительностью (диплом, 2010).
9. *Лысак Л.В.* Бактериальные сообщества городских почв (дис. ... докт. биол. наук, 2010).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агаркова М.Г.* Эколого-генетические особенности почв городских экосистем. Дис. ... канд. биол. наук М., 1990. 20 с.
- Александрова А.В., Заяц А.Л., Великанов Л.Л., Сидорова И.И.* Разнообразие почвенных микромицетов в лесных экосистемах Тверской области // Микология и фитопатология. 2006. Т. 40. Вып. 1. С. 3–12.
- Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М., 1970. 487 с.
- Бабьева И.П., Горин С.Е.* Почвенные дрожжи. М., 1987.
- Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. М., 1986. 416 с.
- Горячкина И.С., Рахлеева А.А., Строганова М.Н., Раппопорт А.В.* Мезофауна почв ботанических садов (на примере гг. Москвы и Санкт-Петербурга) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2003. № 4. С. 33–40.
- Киселева Е.М., Лысак Л.В., Раппопорт А.В.* Биологическая активность почв Филиала Ботанического сада МГУ // Мат-лы V Съезда Докучаевского общества почвоведов. Ростов-на-Дону, 2008. С. 438.
- Криволицкий Д.А.* Почвенная фауна в экологическом контроле. М., 1994. 269 с.
- Марфенина О.Е.* Антропогенная экология почвенных грибов. М., 2005. 196 с.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под ред. проф. Д.Г. Звягинцева. М., 1991. С. 229–235.
- Мирчинк Т.Г.* Почвенная микология. М., 1988. 220 с.
- Пестряков В.К.* Окультуривание почв Северо-запада. Л., 1977. 343 с.
- Почва, город, экология. Под общ. ред. акад. РАН Г.В. Добровольского. М., 1997. 320 с.
- Практикум по агрохимии. Под ред. В.Г. Минеева. М., 2001. 687 с.
- Раппопорт А.В.* Антропогенные почвы городских ботанических садов (на примере Москвы и Санкт-Петербурга) // Дис. ... канд. биол. наук, М., 2004. 152 с.
- Раппопорт А.В., Мясоедов А.С., Лысак Л.В.* Биологическая активность некоторых урбаноземов и культуроземов на территории Москвы // Сб. Перспективы развития почвенной биологии. М., 2001. С. 279–282.

Рахлеева А.А., Строганова М.Н. Состав и структура почвенной мезофауны парковых территорий г. Москвы // Лесные экосистемы и урбанизация. М., 2008. С. 152–172.

Скворцова И.Н., Раппопорт А.В., Прокофьева Т.В., Андреева А.Е. Биологические свойства почв филиала Ботанического сада МГУ // Почвоведение. 2006. № 7. С. 861–869.

Стриганова Б.Р. Зоологические исследования в лесных почвах Подмоскovie / Особенности животного населения почв Московской области. М., 1994. 127 с.

Стриганова Б.Р. Структура и функции сообществ почвообитающих животных / Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. М., 2003. С. 151–173.

Строганова М.Н., Мартыненко И.А., Прокофьева Т.В., Рахлеева А.А. Физико-химические и физико-механические свойства урбанизированных лесных почв / Лесные экосистемы и урбанизация. М., 2008. С. 90–124.

Строганова М.Н., Раппопорт А.В. Специфика антропогенных почв ботанических садов крупных городов южной тайги // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1094–1101.

Поступила в печать 05.04.12

ECOLOGICAL SOIL RESEARCH IN MOSCOW AND SAINT-PETERSBURG BOTANICAL GARDENS

*A.V. Rappoport, L.V. Lysak, O.Ye. Marfenina, A.A. Rakhleeva, M.N. Stroganova,
V.A. Terekhova, N.V. Mitrofanova*

Some soil characteristics of several botanical gardens in Moscow and Saint-Petersburg (Russia) were studied. Protected area regime, regular horticultural activities, constant invasion of soil fauna and bacteria with plant roots and soil, anthropogenic influence for decades and centuries altogether cause development specific soils. These soils are very different from both natural and urban green area (recreation parks) soils. Specific ways of botanical garden soil development are proved by its morphological and chemical characteristics as well as abundance and species composition of soil mesofauna. Botanical garden soils have the specific structure of the soil profile, high concentration and biomass of soil mesofauna, deep bacteria penetration through soil profile. Mesofauna and bacteria of botanical garden soils include common species of undisturbed podzolic soils as well as typical species of man-made soils. We suggest considering urban botanical gardens as the unique man-made ecosystems where negative impact of an urban environment is partly compensated and high level of biodiversity presents. We discuss the use of soil biota and botanical gardens' ponds as a source of test culture for ecotoxicological research.

Key words: botanical garden, urban soils, recreazem, hortisol, conservation of biodiversity, soil restoration, soil micromyces, soil mesofauna.

Сведения об авторах: *Раппопорт Александр Витальевич* – зам. директора Ботанического сада МГУ, канд. биол. наук (agarr@mail.ru); *Лысак Людмила Вячеславовна* – доцент факультета почвоведения МГУ, докт. биол. наук (lvlysak@mail.ru); *Марфенина Ольга Евгеньевна* – вед. науч. сотр. факультета почвоведения МГУ, профессор, докт. биол. наук (marfenina@mail.ru); *Рахлеева Анна Алексеевна* – науч. сотр. факультета почвоведения МГУ, канд. биол. наук (testacea@mail.ru); *Строганова Марина Николаевна* – профессор факультета почвоведения МГУ, докт. биол. наук (stroganovam@mail.ru); *Терехова Вера Александровна* – вед. науч. сотр. Института проблем экологии и эволюции имени А.Н.Северцова РАН, докт. биол. наук (vterekhova@gmail.com); *Митрофанова Наталья Вячеславовна* – мл. науч. сотр ИБФМ РАН).

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ
SCIENTIFIC COMMUNICATIONS

УДК 631.466.3:631.445.11(234.851)

ЦИАНОПРОКАРИОТЫ И ВОДОРΟΣЛИ ГОРНО-ТУНДРОВЫХ
ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ОКОНЕЧНОСТИ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

И. В. Новаковская, Е. Н. Патова

Дополнены сведения о видовом разнообразии почвенных цианопрокариот и водорослей горно-тундровых экосистем Полярного Урала. Выявлено 70 таксонов из пяти отделов. Ведущие позиции занимают представители отделов *Chlorophyta* и *Cyanoprokaryota/Cyanobacteria*. Обсуждаются таксономический состав цианопрокариот и водорослей этого района, зависимость их распространения от высотной поясности и характера растительных сообществ. Найдено восемь новых видов для северной части Уральской горной страны.

Ключевые слова: почвенные цианопрокариоты (цианобактерии) и водоросли, горно-тундровые сообщества, гольцовый и горно-тундровый пояс, Полярный Урал.

Водоросли и цианопрокариоты – важный автотрофный компонент почвенной биоты. Особенно велика их роль в тундровых и горных экосистемах с экстремальными условиями среды, где они являются основными ценозообразователями, участвуют в создании органического вещества почвы и в круговороте биогенных элементов (Штина, Голлербах, 1976; Гецен и др., 1994; Hoffmann, 1989).

В отличие от водных экосистем Полярного Урала, где альгофлора изучена относительно хорошо (Биоразнообразие ..., 2007), водоросли и цианопрокариоты наземных местообитаний практически не исследованы. Единичные сведения о неподвижных зеленых микроводорослях Полярного Урала опубликованы В.М. Андреевой и О.Я. Чаплыгиной (2007), авторами выявлено 46 видов. В базе данных *Cyanoprokaryota* европейской части Российской Арктики и прилегающих районов содержатся сведения о 77 видах, обнаруженных на территории Полярного Урала (Давыдов, Патова, 2009). Для севера Уральской горной страны имеются сведения о цианопрокариотах на западном и восточном склонах Северного Урала (Гецен и др., 1994), а также о почвенных водорослях Приполярного Урала на территории национального парка Югыд ва (Новаковская и др., 2012).

Цель работы – выявление видового разнообразия почвенных цианопрокариот и водорослей в разных типах растительных сообществ гольцового и горно-

тундрового поясов Полярного Урала в районе горных массивов Константинов Камень и Малый Манясей.

Материал и методика

Исследования проводили в начале августа 2011 г. в северной оконечности Полярного Урала (рис. 1) в районе горы Константинов Камень (483,2 м над ур. моря; 68°29'7,44" с.ш., 66°14'7,12" в.д.) и горы Малый Манясей (525,6 м над ур. моря; 68°27'87" с.ш., 66°19'84" в.д.).

Всего обработано 15 смешанных проб из разных горно-тундровых сообществ. Сборы были проведены на пятнах пучения и выветривания в местах массового развития споровых растений, где они формируют криптогамные корки, видимые невооруженным глазом.

Отбор образцов выполняли общепринятыми в почвенной альгологии методами (Штина, Голлербах, 1976) на глубине 0–2 см в основных типах горно-тундровых сообществ (табл. 1). В полевых условиях определяли активно вегетирующие и доминантные виды прямым микроскопированием криптогамных корочек. В лабораторных условиях видовое разнообразие выявляли, используя накопительные культуры с последующим выделением из них монокультур. Для выращивания водорослей применяли жидкие и агаризованные среды 1N-BBM и 3N-BBM, а также Bg 11 для цианопрокариот (Каталог ..., 1991). Условия культивирования были подробно описаны

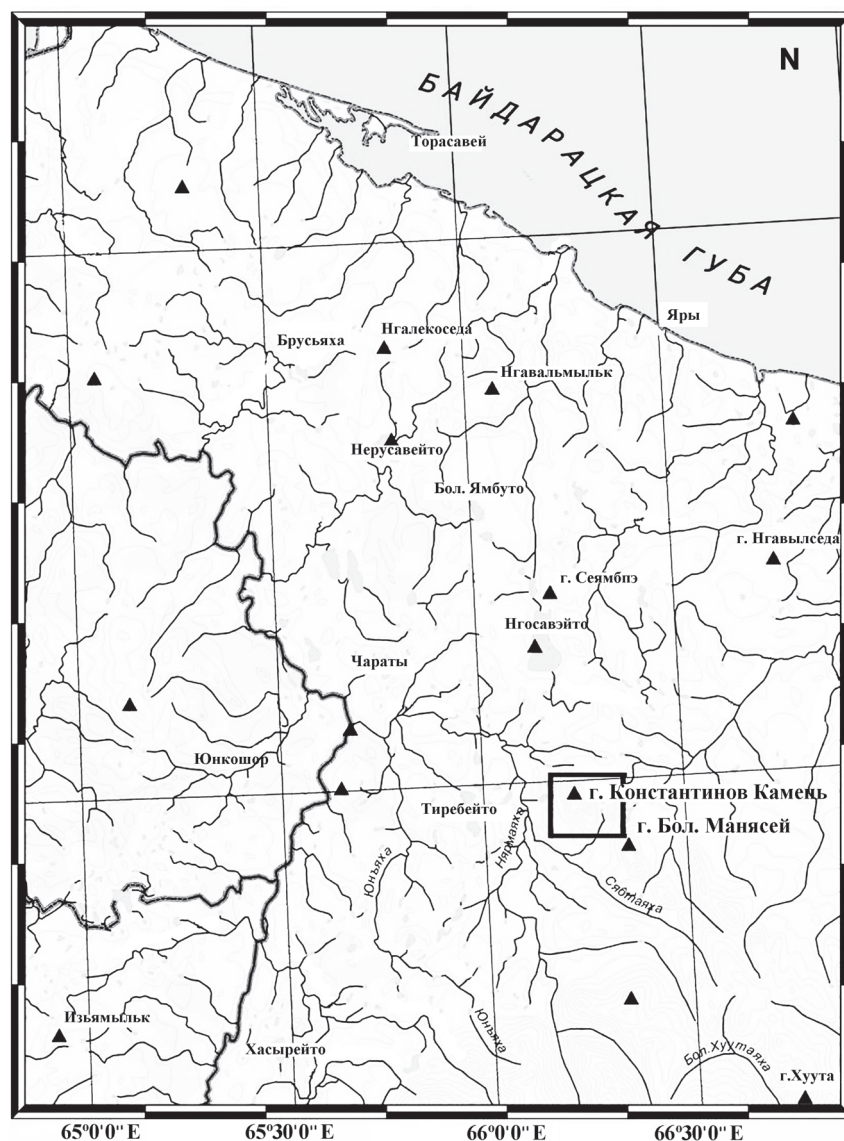


Рис. 1. Картограмма района исследования. Прямоугольником отмечены места сбора проб (Масштаб 1:500 000)

ранее (Новаковская, Патова, 2012). Для идентификации видов использовали отечественные и зарубежные определители (Андреева, 1975, 1998; Komárek, Anagnostidis 1986, 1989, 1998, 2005; Ettl, Gärtner, 1995). Виды в списке приведены в соответствии со сводкой по почвенным водорослям «Водорості ґрунтів України» (Водорості ..., 2001). Исследование водорослей проводили на микроскопах «Zeiss AxioLab и Nikon Eclipse 80 i» при увеличении $\times 640$, $\times 1600$ раз. Встречаемость (постоянство) видов вычисляли по формуле (Кондратьева, Коваленко, 1975):

$$B = (a/A) 100\%,$$

где B – встречаемость, a – число альгологических проб, в которых обнаружен данный таксон, A – общее число изученных проб.

В момент отбора почвенно-альгологических образцов на всех исследованных участках были проведены измерения влажности почвы по объемному содержанию воды (в %) с помощью почвенного влагомера «Field Scout TDR-100» («Spectrum Technologies», США). Корреляционный анализ выполнен с помощью компьютерной программы Statistica 6, коэффициент сходства флористического состава Сьеренсена–Чекановского рассчитан с использованием программного модуля «GRAPHS», разработанного в качестве специального программного обеспечения для Microsoft Excel (Новаковский, 2006).

Результаты и обсуждение

Всего в горно-тундровых почвах Полярного Урала выявлено 70 видов водорослей (табл. 2) из отделов:

Т а б л и ц а 1

Характеристика мест сбора почвенно-альгологических проб

Номер пробы	Местонахождение	Высота над уровнем моря, м	Сообщество
Горно-тундровый пояс			
1	окрестности оз. Манясейто	164	группировка с селеной и родиолой четырехчленной
2	окрестности оз. Манясейто	172	осоково-кустарничково-моховое
3	окрестности оз. Манясейто	172	пятнисто-дриадовое
4	останцы, гора М. Манясей	175	кустарничково-моховое
5	окрестности оз. Манясейто	182	кустарничково-мохово-лишайниковое
6	останцы, гора М. Манясей	185	травяно-мохово-каменистое
7	останцы, гора М. Манясей	185	мелкоерниковое травяно-моховое
8	окрестности оз. Манясейто	186	пятнисто-дриадово-кустарничковое
9	окрестности оз. Манясейто	186	травяно-моховое
10	останцы, гора М. Манясей	189	кустарничково-лишайниковое
11	окрестности оз. Манясейто	195	пятнисто-дриадово-кустарничково-мохово-лишайниковое
Гольцовый пояс			
12	гора М. Манясей	192	кустарничково-лишайниковое
13	гора М. Манясей	296	кустарничково-мохово-лишайниковое
14	гора Константинов Камень	400	лишайниковое
15	гора Константинов Камень	486	мохово-лишайниковое

Т а б л и ц а 2

Систематический список почвенных водорослей исследованных горно-тундровых сообществ Полярного Урала

Таксон	Номер пробы														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Высота над ур. моря, м														
	164	172	172	175	182	185	185	186	186	189	195	192	296	486	400
<i>Calothrix</i> sp.						1							1		
<i>Chroococcus</i> sp.	1	1													
<i>Gloeocapsopsis magma</i> (Brébisson) Komárek et Anagn.							1						1		
<i>Gloeocapsopsis</i> sp.			1				1	1							
<i>Leptolyngbya foveolarum</i> (Rabh. ex Gom.) Anagn. et Komárek			1		1					1	1	1	1		1
<i>Lyngbya</i> sp.					1										
<i>Microcoleus paludosus</i> Gom. ex Gom.															1
<i>Nostoc commune</i> f. <i>ulvaceum</i> Elenk.		1	1	1	1						1				
<i>Nostoc muscorum</i> Kütz. ex Born. et Flah.												1			

Окончание табл. 2

Таксон	Номер пробы														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Высота над ур. моря, м														
	164	172	172	175	182	185	185	186	186	189	195	192	296	486	400
<i>cf. Coenochloris bilobata</i> (Broady) Hind.									1						
<i>cf. Coenocystis oleifera</i> var. <i>antarctica</i> (Broady) V. Andr.															1
<i>Cosmarium undulatum</i> Corda ex Ralfs				1											
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> Menegh. var. <i>brebissonii</i>						1									
<i>Cylindrocystis crassa</i> De Bary								1							
<i>Cylindrocystis</i> sp.		1		1	1					1					
<i>Dictyococcus varians</i> Gerneck							1		1						
<i>Elliptochloris bilobata</i> Tsch.-Woess					1	1	1				1	1			
<i>Elliptochloris subsphaerica</i> (Reisigl) Ettl et Gärtner		1		1								1			1
<i>Elliptochloris</i> sp.	1														
<i>Fottea pyrenoidosa</i> Broady									1						
<i>Halochlorella rubescens</i> Dang.	1	1		1	1		1		1		1				
<i>Interfilum terricola</i> (B. Peters.) Mikhai-lyuk et al.											1				
<i>Klebsormidium cf. flaccidum</i> (Kütz.) Silva et al.		1		1											
<i>Klebsormidium dissectum</i> (Gay) Ettl et Gärtner															1
<i>Leptosira terrestris</i> (Fritsch et John) Printz	1		1				1		1	1				1	
<i>Leptosira terricola</i> (Bristol) Printz								1			1				1
<i>Mesotaenium cf. macrococcum</i> (Kütz.) Roy et Bissett												1			
<i>Mesotaenium</i> sp.							1								
<i>Mychonastes homosphaera</i> (Skuja) Kalina et Punč.										1					
<i>Myrmecia bisecta</i> Reisigl	1		1			1	1	1							
<i>Oedogonium</i> sp.					1										
<i>Pseudococcomyxa cf. pringsheimii</i> (Jaag) Kostikov et al.												1			
<i>Pseudococcomyxa simplex</i> (Mainx) Fott	1			1	1		1			1			1		1
<i>Pseudococcomyxa</i> sp.		1	1			1		1	1		1			1	
<i>Scotiellopsis terrestris</i> (Reisigl) Punč. et Kalina	1	1	1	1	1		1	1	1	1					
<i>Scotiellopsis levicostata</i> (Hollerb.) Punč. et Kalina					1										
<i>Sporotetras polydermatica</i> (Kütz.) Kostikov et al.	1			1		1			1	1	1		1	1	
<i>Stichococcus cf. bacillaris</i> Näg.		1		1					1						
<i>Ulothrix variabilis</i> Kütz.	1		1	1											
Число видов	15	13	11	20	14	9	17	7	15	11	10	6	11	3	9

Chlorophyta (39), Cyanoprokaryota (23), Bacillariophyta (5), Eustigmatophyta (2), Xanthophyta (1) (рис. 2). Наибольшим видовым разнообразием отличаются семейства: Phormidiaceae (7), Chlamydomonadaceae (4), Myrmeciacaeae (4), Bracteacoccaceae (3), Choricystidaceae (3), Chroococcaceae (3), Klebsormidiaceae (3), Nostocaceae (3), Radiococcaceae (3) и Zygnemataceae (3). К ведущим родам относятся: *Phormidium* (6), *Chlamydomonas* (3), *Cylindrocystis* (3), *Elliptochloris* (3), *Nostoc* (3) и *Pseudococcomyxa* (3). Таксономический анализ свидетельствует об упрощенной организации сообществ водорослей и цианопрокариот горных почв, так как в исследованных альгогруппировках высока доля малообразных (содержащих от 1 до 4 видов) семейств и родов, число многообразных таксонов незначительно. Эта закономерность характерна для флор споровых и сосудистых растений в северных широтах (Гецен и др., 1994; Биоразнообразие ..., 2007; Давыдов, 2010а).

При прямом микроскопировании обнаружены виды, которые формируют основу корочек обрастания с частотой встречаемости от 60 до 90%: *Gloeocapsopsis magma*, *Nostoc commune*, *Stigonema ocellatum*, *S. minutum*, виды рода *Cylindrocystis*, *Elliptochloris*, *Pseudococcomyxa* и др. В лабораторных условиях ряд вышеперечисленных видов не удалось выделить в культуру, что связано с необходимостью длительного подбора условий и селективных питательных сред. При культивировании в стандартных условиях активно развиваются эврибионтные космополитные виды, наибольшую частоту встречаемости (до 60–90%) имели *Halochlorella rubescens*, *Leptolyngbya*

foveolarum, *Pseudococcomyxa* cf. *simplex*, *Scotiellopsis terrestris* и *Sporotetras polydermatica*.

Общеизвестно, что видовое разнообразие цианопрокариот и водорослей определяется в первую очередь такими важными почвенными характеристиками, как влажность, температура, кислотность почв и содержание в них биогенных элементов, а также типом растительных сообществ, особенностями рельефа, включая высоту над уровнем моря (Штина, Голлербах, 1976).

Проведенные исследования показали, что видовое разнообразие водорослей цианопрокариот заметно уменьшается при переходе от одного горного пояса к другому с увеличением высоты (рис. 3), что связано с повышением экстремальности условий. Коэффициент корреляции количества видов на участках с высотой составил 0,56. В доминирующих комплексах горных поясов наблюдаются существенные различия. В гольцовом поясе доминируют мелкие одноклеточные неподвижные зеленые водоросли из рода *Pseudococcomyxa*, а также колониальные виды с мощной слизью из семейств Radiococcaceae (*Chlorophyta*) и Chroococcaceae (*Cyanoprokaryota*). Ведущая роль мелких одноклеточных и колониальных водорослей показана многими исследователями для альгогруппировок арктических и антарктических полярных регионов и высокогорий (Костиков, 1991; Hoffmann, 1989; Broady, 1996). С понижением высоты в горно-тундровых почвах отмечено доминирование *Chlamydomonas* cf. *reisigii*, *Halochlorella rubescens*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Leptosira terrestris*, *Myrmecia bisecta*, *Nostoc commune*, *Pseudococcomyxa* cf. *simplex*,

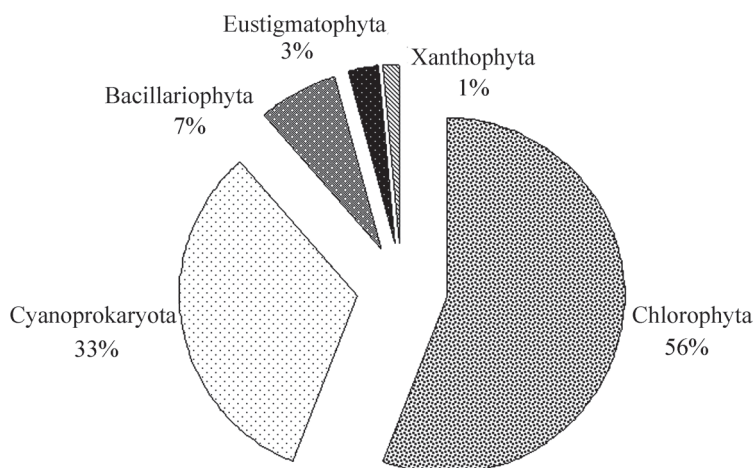


Рис. 2. Соотношение видового разнообразия водорослей и цианопрокариот горно-тундровых почв по отделам

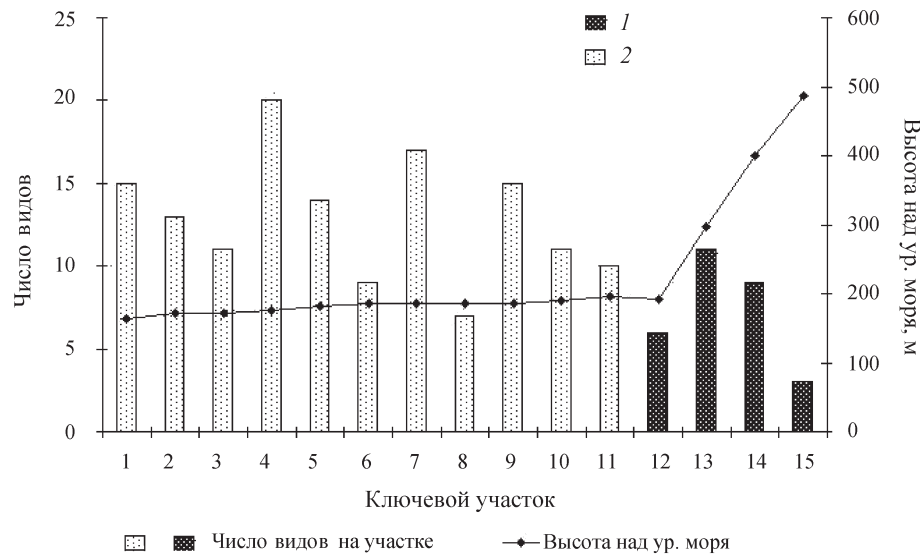


Рис. 3. Распределение разнообразия почвенных водорослей и цианопрокариот по высотному градиенту на участках поясов: 1 – гольцового, 2 – горно-тундрового

Scotiellopsis terrestris, *Sporotetras polydermatica*, *Stigonema minutum*, *S. ocellatum* и др. Этот комплекс видов характерен для альгогруппировок субарктических тундр (Штина, 1982; Костиков, 1991; Гецен и др., 1994; Патова, 2004). Изменение доминирующих комплексов отражает влияние высотной зональности на исследованные сообщества водорослей.

В гольцовом и горно-тундровом поясе обследованы четыре основных типа растительных сообществ (табл. 1): кустарничково-мохово-лишайниковые (гольцовый пояс, 190–500 м над ур. моря), кустарничково-травяно-моховые (нивальные, 170–190 м над ур. моря), ерниково-травяно-моховые (горно-тундровый пояс, 170–190 м над ур. моря) и пятнистые кустарничково-лишайниково-моховые (горно-тундровый пояс, 160–200 м над ур. моря). Наибольшее видовое разнообразие водорослей наблюдается в ерниково-травяно-моховых сообществах (14–20 видов), расположенных в понижениях микрорельефа. На этих участках отмечена самая высокая влажность почвы (рис. 4). Высокое разнообразие отмечено и в кустарничково-лишайниково-моховых сообществах (7–17 видов) с широким набором экотопов для развития споровых растений. В нивальных кустарничково-травяно-моховых сообществах (пограничных между снежниками и открытыми участками тундры), почвы которых сильно переувлажнены, отмечено низкое видовое разнообразие, что связано с бедностью почв биогенными элементами, неблагоприятным температурным режимом и вымыванием клеток водорослей

талыми водами. Минимальное число видов (3–11 таксонов) выявлено в кустарничково-мохово-лишайниковых сообществах гольцового пояса с влажностью почвы 17%. С увеличением высоты над уровнем моря возрастает экстремальность условий среды, вызванная резкими колебаниями температуры и влажности, сильной солнечной инсоляцией и уменьшением содержания в почвах основных биогенных элементов (Биоразнообразие..., 2007), что негативно влияет на развитие альгогруппировок.

Водоросли и цианопрокариоты горно-тундровых почв представлены преимущественно коккоидными и нитчатыми формами, встречаются виды с сарциноидными и монадными талломами (рис. 5). Преобладание водорослей с коккоидной организацией объясняется их высокой устойчивостью к экстремальным условиям среды благодаря мелким размерам, утолщению клеточных оболочек, быстрому размножению и способности многих представителей образовывать слизистые колонии (Штина, Голлербах, 1976). Активно заселяют свободные пространства нитчатые водоросли, формирующие на поверхности почвы тонкие кожистые пленки и дерновинки. Разнообразие таксонов с этой жизненной формой в условиях резких колебаний температуры и влажности определяется свойствами протопласта, а также способностью выделять слизь или формировать полисахаридные чехлы (Алексахина, Штина, 1984).

Почвы горно-тундровых регионов лимитированы по основным биогенным элементам, особенно

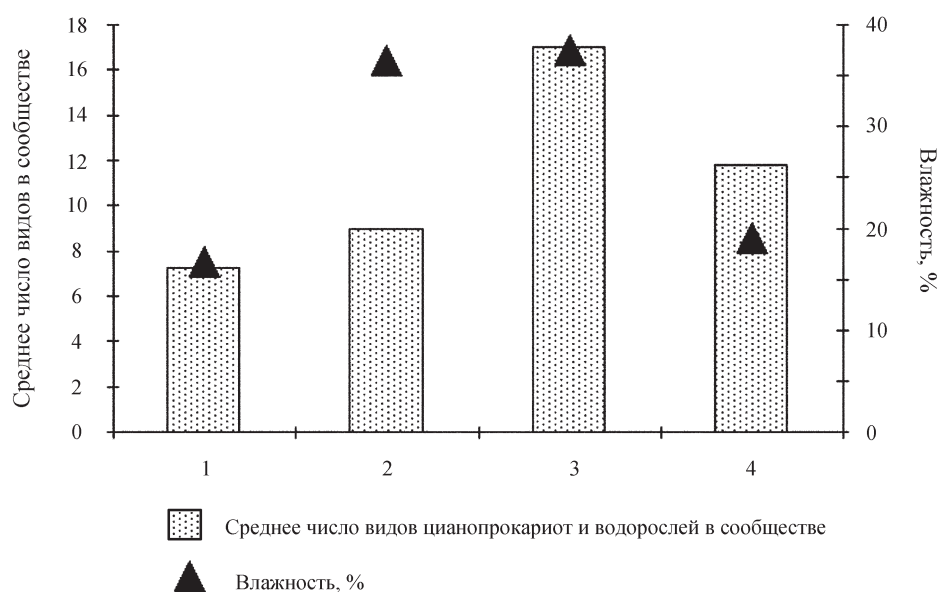


Рис. 4. Распределение видового разнообразия водорослей и цианобактерий по разным типам сообществ: 1 – кустарничково-мохово-лишайниковые; 2 – нивальные (кустарничково-травяно-моховые); 3 – ерниково-травяно-моховые; 4 – пятнистые (кустарничково-лишайниково-моховые)

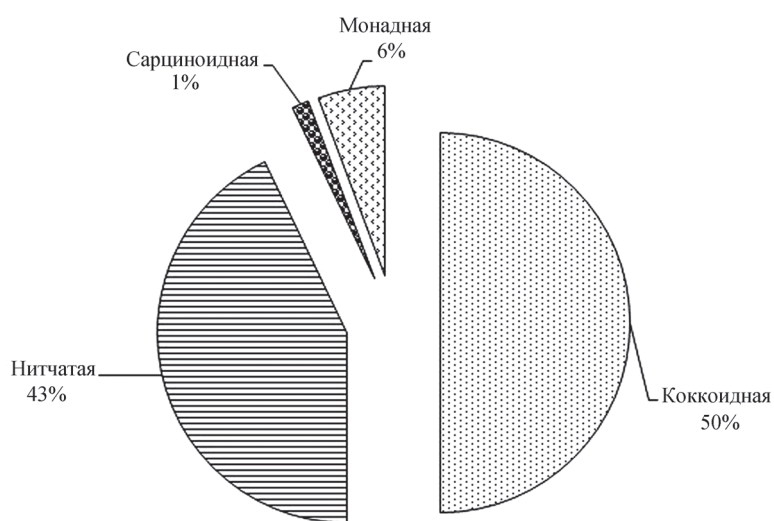


Рис. 5. Соотношение числа видов водорослей и цианобактерий по основным типам морфологической структуры таллома

по азоту (Атлас ..., 2010), что определяет возрастание роли азотфиксаторов. Из 23 выявленных видов цианобактерий девять являются гетероцитными видами, способными фиксировать молекулярный азот. Наиболее часто они отмечались в горно-тундровом поясе. Максимальное число азотфиксаторов (4) было обнаружено в кустарничково-моховом сообществе с влажностью почвы 35%, при низких значениях этого показателя диазотрофы отсутствовали. Известно, что для азотфиксирующих видов необходима относитель-

но высокая влажность, нейтральная реакция среды, а также обеспеченность почвы P и Ca (Давыдов, 2010a; The influence ..., 2002; Zielke et al., 2005).

Общее видовое разнообразие горно-тундровых почв Полярного Урала, с учетом наших результатов и данных литературы (Андреева, Чаплыгина, 2007; Давыдов, Патова, 2009), насчитывает 168 видов. В ходе исследования дополнен список цианобактерий и неподвижных зеленых водорослей Полярного Урала: *Bracteacoccus* cf. *giganteus*, *B.* cf. *pseudominor*,

Chlorella vulgaris f. *globosa*, *Ch. vulgaris* var. *vulgaris*, *Elliptochloris subsphaerica*, *Halochlorella rubescens*, *Microcoleus paludosus*, *Phormidium aerugineo-caeruleum*, *Ph. corium*, *Ph. puteale*, *Scotiellopsis terrestris*, *Sporotetras polydermatica*.

Видовой состав почвенных цианобактерий и водорослей Полярного Урала наиболее сходен с альгофлорами горных экосистем северных регионов (Давыдов, Патова, 2009; Давыдов, 2010а, 2010б; Новаковская и др., 2012; Oleksowicz, Luścińska 1992). Наибольшее сходство видовой состава отмечено с альгогруппировками горно-тундровых почв Приполярного Урала (Новаковская и др., 2012), коэффициент Сьеренсена–Чекановского составил 50%. Новыми для северных регионов Урала являются: *Bracteacoccus* cf. *giganteus*, *Leptosira terricola*, *Microcoleus paludosus*, *Oedogonium* sp., *Phormidium puteale*, *Tolypothrix tenuis*, *Tribonema minus*, cf. *Vischeria helvetica*.

Исследования выполнены при финансовой поддержке совместного проекта конкурсных программ научных исследований УрО РАН и СО РАН «Водоросли наземных экстремальных местообитаний арктических и бореальных горных регионов России» (№ 12-С-4-1002) и программы фундаментальных исследований «Арктика», № 12-4-7-006-АРКТИКА.

Таким образом, для обследованных горно-тундровых почв Полярного Урала отмечено относительно высокое видовое разнообразие цианобактерий и водорослей. Преобладают виды из отделов Chlorophyta и Cyanoprokaryota. В высотном градиенте прослеживается увеличение видовой разнообразия от гольцового пояса к горно-тундровому. Характерной особенностью альгофлоры этих районов является преобладание мелкоклеточных видов и колониальных форм с мощными слизистыми оболочками. Большая часть обнаруженных видов выделена в культуру и поддерживается в живой коллекции водорослей Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Новаковская, Патова, 2012).

Авторы выражают благодарность сотрудникам Института биологии Коми НЦ УрО РАН Е.Е. Кулюгиной за геоботанические описания растительных сообществ, М.Д. Сивкову за помощь в проведении полевых исследований и Л.Н. Рыбину за подготовку картосхемы района исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексахина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М., 1984. 149 с.
- Андреева В.М. Род *Chlorella*: морфология, систематика, принципы классификации. Л., 1975. 110 с.
- Андреева В.М. Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (Chlorophyta: *Tetrasporales*, *Chlorococcales*, *Chlorosarcinales*). СПб., 1998. 352 с.
- Андреева В.М., Чаплыгина О.Я. Почвенные неподвижные зеленые микроводоросли (Chlorophyta) Полярного Урала // Новости систематики низших растений. 2007. Т. 41. С. 15–19.
- Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г.В. Добровольского, А.И. Таскаева, И.В. Забоевой. Сыктывкар, 2010. 356 с.
- Биоразнообразие экосистем Полярного Урала / Отв. редактор М.В. Гецен. Сыктывкар, 2007. 252 с.
- Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / І.Ю. Костіков, П.О. Романенко, Е.М. Демченко и др. Київ, 2001. 300 с.
- Гецен М.В., Стенина А.С., Патова Е.Н. Альгофлора Большеземельской тундры в условиях антропогенного воздействия. Екатеринбург, 1994. 148 с.
- Давыдов Д.А. Цианобактерии и их роль в процессе азотфиксации в наземных экосистемах Мурманской области. М., 2010а. 184 с.
- Давыдов Д.А. Цианобактерии Шпицбергена, состояние изученности флоры // Бот. журн. 2010б. Т. 95. № 2. С. 169–176.
- Давыдов Д.А., Патова Е.Н. База данных Цианобактерий европейской части Российской Арктики и прилегающих районов. 2009. (http://ib.komisc.ru/add/j2/index.php?option=com_wrapper&Itemid=211)
- Каталог культур микроводорослей в коллекциях СССР / Отв. ред. В.Е. Семенов. М., 1991. 228 с.
- Кондратьева Н.В., Коваленко О.В. Краткий определитель видов токсичных синезеленых водорослей. Киев, 1975. 80 с.
- Костиков И.Ю. К вопросу о зональных особенностях состава почвенных водорослей // Альгология. 1991а. Т. 1, № 4. С. 15–22.
- Новаковская И.В., Патова Е.Н. Коллекция живых штаммов микроводорослей Института биологии Коми НЦ УрО РАН и перспективы ее использования // Изв. Коми научного центра УрО РАН. 2012. № 2 (10). С. 36–41.
- Новаковская И.В., Патова Е.Н., Шабалина Ю.Н. Почвенные водоросли горно-тундровых сообществ Приполярного Урала (национальный парк Югыд ва) // Бот. журн. 2012. Т. 97. № 3. С. 305–320.
- Новаковский А.Б. Обзор современных программных средств, используемых для анализа геоботанических данных // Растительность России. 2006. № 9. С. 86–96.
- Патова Е.Н. Цианобактерии в водоемах и почвах восточноевропейских тундр // Бот. журн. 2004. Т. 89. № 9. С. 1403–1419.
- Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М., 1976. 144 с.

- Штина Э.А. Почвенные водоросли Крайнего Севера и значение их для оценки антропогенных изменений тундровых биогеоценозов // Споровые растения тундровых биогеоценозов. Сыктывкар, 1982. С. 4–15.
- Broady P.A. Diversity, distribution and dispersal of Antarctic terrestrial algae // Biodiversity and Conservation. 1996. N 5. P. 1307–1335.
- Ettl H., Gärtner G. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. Stuttgart, 1995. 721 S.
- Hoffmann L. Algae of terrestrial habitats // Bot. Rev. 1989. Vol. 55. N 2. P. 77.
- Komárek J., Anagnostidis K. Modern approach to the classification system of *Cyanophytes*. 2 – *Chroococcales* // Arch. Hydrobiol. 1986. Suppl. Algological Studies. Bd. 73 (2). P. 157–226.
- Komárek J., Anagnostidis K. Modern approach to the classification system of *Cyanophytes*. 4 – *Nostocales* // Arch. Hydrobiol. 1989. Suppl. Algological Studies. Bd 82. (3). P. 247–345.
- Komárek J., Anagnostidis K. *Cyanoprokaryota* I. *Chroococcales* // Süßwasserflora von Mitteleuropa. München, 1998. Bd 19 (1). 643 S.
- Komárek J., Anagnostidis K. *Cyanoprokaryota* I. *Oscillatoriales* // Süßwasserflora von Mitteleuropa. München, 2005. Bd 19 (2). 643 S.
- Oleksowiczi A.S., Luścińska M. Occurrence of algae on tundra soils in Oscar II Land, Spitsbergen // Polish polar research. 1992. Vol. 13. N 2. P. 131–147.
- The influence of abiotic factors on biological nitrogen fixation in different types of vegetation in High Arctic, Svalbard / Zielke M., Ekker A., Olsen R., Spjelkkavik S. and Solheim B. // Arctic, Antarctic and Alpine Res. 2002. N 34. P. 293–299.
- Zielke M., Solheim B., Spjelkkavik S., Olsen R. Nitrogen Fixation in the High Arctic: Role of vegetation and environmental conditions // Arctic, Antarctic Alpine Res. 2005. N. 37. P. 372–378.

Поступила в редакцию 12.03.13

ALGAE OF MOUNTAIN TUNDRA SOILS IN THE NORTH AND POLAR URALS

I.V. Novakovskaya, E.N. Patova

Information on species diversity of soil cyanoprokaryota and algae of Polar Urals mountain-tundra ecosystems was updated. 70 species of algae from the five divisions were found. Most of the species refers to *Chlorophyta* and *Cyanoprokaryota/Cyanobacteria*. When passing from one mountain-altitude zone to another with increasing altitude, a decrease of species diversity of algae occurs. New species for the soils of the North Urals were also identified.

Key words: soil cyanoprokaryota and algae, mountain tundra communities, stony high-mountain and mountain tundra belt, Polar Urals.

Сведения об авторах: *Новиковская Ирина Владимировна* – науч. сотр. Института биологии Коми НЦ УрО РАН, канд. биол. наук (*novakovskaya@ib.komisc.ru*); *Патова Елена Николаевна* – зав. лаб. флоры и растительности Севера Института биологии Коми НЦ УрО РАН, канд. биол. наук (*patova@ib.komisc.ru*).

УДК 581.151

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТУНДРОВОЙ И ТАЕЖНОЙ БИОТЫ КЛАВАРИОИДНЫХ ГРИБОВ ЧУКОТКИ

А.Г. Ширяев

Впервые проведено исследование клавариоидных грибов в тундровой и таежной зонах Чукотки. *Typhula umbrina* Remsburg впервые отмечен для России и Евразии. По сравнению с другими частями евразийской Арктики биота чукотских тундр отличается наиболее высоким видовым разнообразием (37 видов из 10 родов) клавариоидных грибов, при этом таежная (лесотундровая) микобиота самая бедная (43 вида из 12 родов) и просто устроенная. По таксономической, трофической, экоморфологической структуре и набору активных видов микобиота Чукотки также существенно отличается от других высокоширотных аналогов. Четверть видов впервые встречены в тундрах Евразии. Это виды бореального и неморального распространения, что схоже с выявленными особенностями для флоры цветковых растений, сформировавшейся на территории Берингии. В масштабе евразийского тундрового биома отмечена максимальная роль видов, образующих плодовые тела на листьях и древесине, а также наивысшая доля видов с простой формой плодовых тел (жизненной формой) и тифуловых грибов. Это характеризует исследованный регион как сформировавшийся на стыке евразийской и американской мегамикобиот в переменных условиях морского и криоксерофильного климата открытых ландшафтов Берингии со значительным участием лугово-степных травянистых и таежных древесных растений. Выявленная специфика биоразнообразия и структуры биоты клавариоидных грибов Чукотки совместно с изучением распределения других групп грибных организмов является предпосылкой создания Микогеографической карты российской и мировой Арктики.

Ключевые слова: клавариоидные грибы, Чукотка, биота, тундра, Арктика, Берингия, биоразнообразие, макроэкология, микогеография.

Выявление закономерностей распределения живого вещества в относительно просто устроенных высокоширотных экосистемах позволяет установить основные принципы функционирования различных групп организмов и в дальнейшем рассматривать их на более сложных моделях. Это относится и к грибам, среди которых клавариоидные (Basidiomycota, Aphyllophorales) – наиболее исследованная группа в евразийской Арктике (Ширяев, 2010; Shiryayev, Mukhin, 2010). Клавариоидные (рогатиковые) представляют все три основные функциональные группы грибов: сапротрофы, паразиты, симбионты (образуют микоризу и базидиолишайники), что объясняет их участие в важнейших процессах жизни тундрового и таежного биомов.

К началу XXI в. клавариоидные грибы почти не были известны в Арктике (Казанцева, 1970; Lange, 1957). Ряд экспедиций, проведенных в европейской (Ширяев, 2006, 2009, 2012a; Shiryayev, 2006, 2011; Shiryayev, Mukhin, 2010) и азиатской (Ширяев, 2006, 2007, 2010, 2011, 2012б; Shiryayev, 2011) Арктике, позволили установить, что клавариоидные грибы в

тундровых комплексах численно преобладают над другими группами (пороидными-трутовыми, кортициоидными и т.п.) афиллофоровых грибов. При этом в Высокой Арктике (арктические пустыни и северные арктические тундры) исследуемая группа является единственным представителем афиллофоровых грибов, она представлена склероциальным родом *Typhula* и базидиолишайниками рода *Multiclavula* (Ширяев, 2010, 2012б, 2012в; Shiryayev, Mukhin, 2010; Ширяев и др., 2012). Показано, что экотон тундры и тайги в Европе характеризуется таежной структурой, однако восточнее Енисея это правило перестает работать и лесотундровые лишайнички по многим показателям ближе к тундровой микобиоте (Ширяев, 2011; 2012б).

Как нам кажется, изучение клавариоидных грибов способствует расширению знаний о структуре высокоширотной микобиоты, особенно на Чукотке, части Берингии, на просторах которой происходили важнейшие процессы межконтинентального обмена евразийской и американской биот и образование новых таксонов (Юрцев, 1986; Кожевников, 1989). К началу

нашего исследования для Чукотки был известен всего один вид клавариоидных грибов – *Clavulina rugosa* (Говорова, Сазанова, 2000).

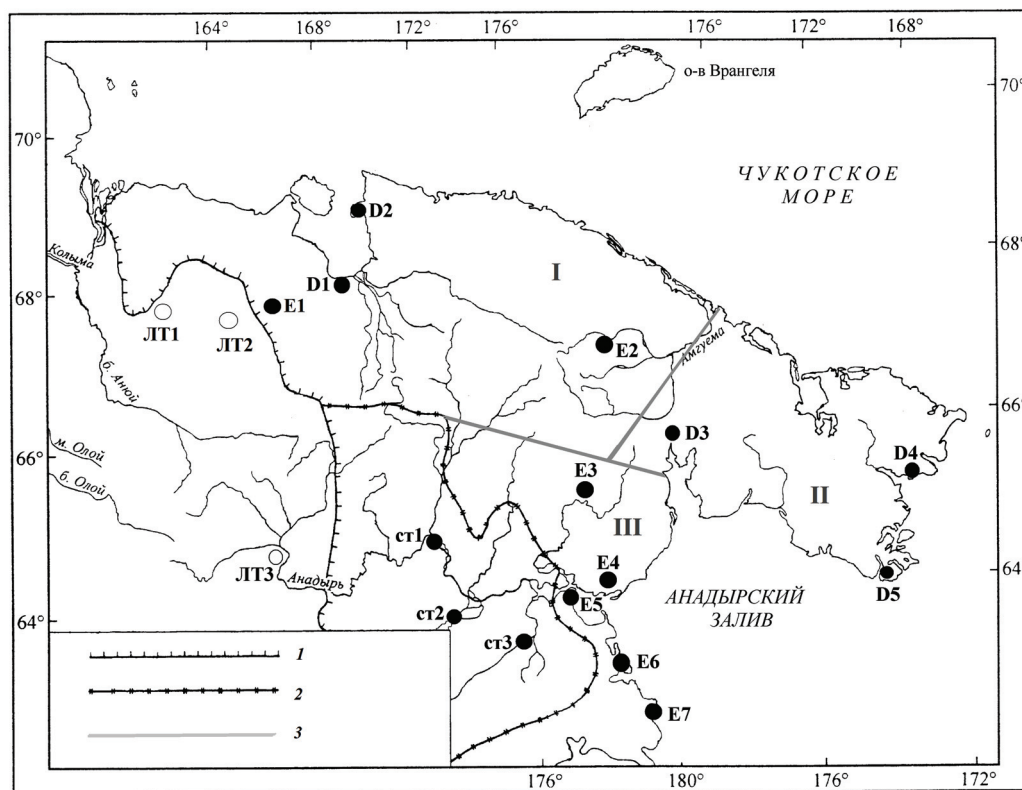
Таким образом, основные цели работы: 1) выявление видового состава тундровой и таежной биот клавариоидных грибов Чукотки; 2) установление таксономической, трофической, экоморфологической структуры тундровой и таежной микобиоты, а также сравнение выявленных параметров с другими высокоширотными микобиотами Евразии. Сделана также попытка решить сопутствующие проблемы: а) сопоставить полученные данные с аналогичными показателями для флоры и по возможности установить потенциально возможный рубеж между тундровой и таежной микобиотой Чукотки; б) выявить особенности микобиоты Берингии; в) установить различия между приморскими и континентальными микобиотами Чукотки.

Материалы и методы

Данные получены в 2008 г. в ходе работы XVIII Международной транссибирской микологической экспедиции, а также в результате работ, проведенных

в 2005, 2009, 2010 гг. В тундрах исследован Чукотский флористический район, включающий три подрайона/подпровинции (CAVM, 2003) – Берингийская, Континентальная и Южная Чукотка. В тайге работы проведены в трех районах (Talbot, Meades, 2011): Анюйском, Анадыро-Пенжинском и Корякском. Исследования проведены на 17 точках площадью 100 км² каждая (рисунок). В тундрах изучены две подзоны: северные (подзона D, 5 точек) и южные (подзона E, 7 точек) гипоарктические тундры (табл. 1). В тайге проведены работы в зоне стланика кедрового (*Pinus pumila* (Pall.) Regel.) в среднем течении р. Анадырь и р. Великая, а также в лиственничной лесотундре (с *Larix cajanderi* Mayr).

Материал, собранный в тундрах Чукотки, составляет 312 образцов (единиц учета), из которых 101 образец собран в северной гипоарктической тундре (подзона D, цит. по: CAVM, 2003) и 211 в южной гипоарктической (подзона E). В зоне стланика собрано 190 образцов, а в лиственничной лесотундре – 209. Коллекционный материал хранится в микологическом отделе гербария Института экологии растений



Расположение исследованных точек в тундре и тайге Чукотки: 1 – граница тундры и лиственничной лесотундры, 2 – граница тундры и зоны стланика, 3 – границы флористических подпровинций (I – Западная (Континентальная) Чукотка, II – Восточная (Берингийская) Чукотка, III – Южная Чукотка)

Т а б л и ц а 1

Исследованные точки в тундрах и тайге Чукотки

Зона	Подзона	Номер точки	Местоположение	Географические координаты
Тундра	северных гипоарктических тундр (подзона D)	D1	памятник природы Пинейвеемский	68°45' с.ш., 169°42' в.д.
		D2	заказник Чаунская Губа	69°13' с.ш., 171°14' в.д.
		D3	окрестности пос. Эгвикинот	66°24' с.ш., 179°16' в.д.
		D4	парк Берингия, окрестности пос. Провидения	64°28' с.ш., 173°04' з.д.
		D5	парк Берингия, окрестности пос. Лаврентия	65°34' с.ш., 171°13' з.д.
	южных гипоарктических тундр (подзона E)	E1	окрестности пос. Бараниха	68°29' с.ш., 168°19' в.д.
		E2	Телекайская роща	67°45' с.ш., 178°39' в.д.
		E3	Тнеквеемская роща	66°00' с.ш., 177°31' в.д.
		E4	юго-западный склон Золотых гор	64°52' с.ш., 178°12' в.д.
		E5	окрестности г. Анадырь, включая гору Дионисия	64°41' с.ш., 177°20' в.д.
		E6	заказник Автоткууль	63°30' с.ш., 178°41' в.д.
		E7	окрестности пос. Берин- говский	63°04' с.ш., 179°16' в.д.
	Тайга	зона стланика	ст1	окрестности пос. Усть-Белая
ст2			окрестности оз. Красное	64°26' с.ш., 173°47' в.д.
ст3			Тамватнейские горы	63°44' с.ш., 175°01' в.д.
лиственничной лесотундры		ЛТ1	окрестности пос. Погындино	68°24' с.ш., 163°47' в.д.
		ЛТ2	окрестности пос. Билибино	68°01' с.ш., 166°13' в.д.
		ЛТ3	окрестности пос. Марково	64°40' с.ш., 170°26' в.д.

и животных УрО РАН, Екатеринбург (SVER). Имена авторов видов соответствуют сводке IndexFungorum (2012), согласованной с 10-м изданием Словаря грибов (Kirk et al, 2008).

Б.А. Юрцев (1964) разработал для сосудистых растений понятие о ландшафтной или региональной (географической) активности видов сосудистых растений в растительном покрове, как способе выражения меры их преуспеяния в данных ландшафтно-климатических условиях. Региональная активность грибов как обобщенная характеристика степени освоения ими территории может оцениваться на основании встречаемости видов и их распространенности (Ширяев, 2011). Встречаемость вида определяется отношением числа образцов данного вида к общему числу исследованных образцов на той или иной территории. Все виды сгруппированы в 4 класса встречаемости по числу представляющих их образцов (в ло-

гарифмической шкале): R – редкий (1–3), O – случайный (4–11), C – обычный (12–21), A – частый (21–40). Распространенность отражает долю (в %) точек исследования, в которых встречен вид, по отношению к общему числу: + (0–10%); I (11–20%); II (21–40%); III (41–60%); IV (61–80%); V (81–100%). Сочетание оценок наибольшей встречаемости и распространенности вида позволяет выявить «активные» виды представляющие ядро микобиоты (табл. 2). β-разнообразие оценивалось с помощью индекса Чекановского–Сьеренсена (K_{cs}), отражающего наличие или отсутствие видов в сравниваемых локалитетах:

$$K_{cs} = 2c / (a + b),$$

где, a – общее число видов в первом локалитете, b – общее число видов во втором локалитете, и c – число видов, общих для обоих локалитетов. Для кластерного анализа использована программа Statistica

Т а б л и ц а 2

Относительная региональная активность видов клавариоидных грибов

Встречаемость вида	Распространенность		
	минимальное число точек («+»–II)	половина точек (III)	большинство точек (IV–V)
Редкий (R)	1	2	2
Случайный (O)	1	2	3
Обычный (C)	1	3	4
Частый (A)	2	4	5

П р и м е ч а н и е. Жирным шрифтом обозначены активные виды, «ядро микобиоты».

6.0, где применен метод кластеризации Варда, а в качестве меры различий выступает коэффициент Пирсона.

Использованы также и некоторые дополнительные показатели: индекс криофильности (CrI), отражающий долю криофильных видов (аркто-альпийских и аркто-бореальных) от общего числа видов (%); доля одновидовых родов (*IG*, %) от общего числа родов; и (*BG*, %) доля трех ведущих родов (*Clavaria* s.l. [*Clavaria*, *Clavulinopsis*, *Ramariopsis*], *Ramaria* и *Typhula* s.l. [*Typhula*, *Pistillina*, *Pistillaria*]) от общего числа родов. Для оценки преобладания бореальных или умеренных черт вычислено соотношение между родами *Typhula* (бореальный род) и *Ramaria* (умеренный, температурный род) на видовом уровне (*T/R*). Также рассчитан морфологический индекс (*Cl/Co*) как соотношение между формами роста: видами с простыми плодовыми телами (*Cl*) и разветвленными (*Co*), который меняется от полного преобладания видов с простыми плодовыми телами в Арктических районах; в хвойно-широколиственных лесах отмечено равновесие, а в экваториальных районах встречаются преимущественно разветвленные виды. Схожие тенденции отмечены и при уменьшении континентальности. Вычислено также среднее видовое богатство ($\Delta B P$), отражающее среднее число видов в точке исследования, а также установлена средняя доля видового разнообразия ($\Delta \Delta B P$, %) выражающая среднюю долю видового богатства от общего числа видов в регионе (Юрцев и др., 2004). Используются следующие эколого-субстратные характеристики: виды образующие плодовые тела на почве (*S*), мхах (*M*), древесине (*W*), подстилке (*P*), отделяя от последней виды с плодовыми телами на листьях (*L*) и траве (*G*). Объединение двух форм роста (*Cl* и *Co*) с шестью эколого-субстратными группами (*G*, *L*, *M*, *P*, *S*, *W*) образует экоморфологические группы (например, *ClG*, *CoS* и др.).

Вид *Lentaria byssiseda* в тундровой зоне выявлен исключительно на антропогенно-измененных терри-

ториях, на привозных дровах и пиломатериалах лиственницы в пос. Беринговский и г. Анадырь (адвентивный вид). В нативных условиях встречен только в лиственничной тайге. Этот вид не учитывается при анализе тундровой микобиоты.

Результаты

Работа является первым исследованием клавариоидных грибов Чукотки. Нами выявлено 37 видов из 10 родов данной группы грибов в тундровой зоне (в границах САУМ, 2003) и 43 вида из 12 родов в таежной (табл. 3). В южных гипоарктических тундрах (подзона Е) найдены все виды, встреченные севернее (в подзоне D). Поэтому дальнейший анализ тундровой биоты клавариоидных грибов проведен на примере подзоны Е.

Для тундровой зоны Чукотки характерен наивысший уровень богатства (37 видов из 10 родов) среди остальных аналогичных евразийских микобиот (Ширяев, 2010, 2013). Близкие показатели установлены и для фенноскандийской микобиоты (36 видов из 9 родов), находящейся в зоне смягчающего воздействия Атлантического океана (Ширяев, 2009, 2013; Knudsen, Shiryaev, 2012). В сибирских, континентальных районах видовое богатство биоты клавариоидных грибов снижается на треть, до 25 видов (Ширяев, 2010). Все виды, отмеченные в тундровых районах Чукотки, также собраны и в таежных (зоне стлаников и лесотундре). Специфичные виды для тундр Чукотки не выявлены, что также свойственно и другим тундровым биотам клавариоидных грибов Евразии. Это подтверждает, что тундровые микобиоты являются обедненным вариантом таежных (Ширяев, 2006) или, точнее, горных, горно-таежных.

Микобиота стлаников характеризуется таким же числом видов и родов, как и тундровая (табл. 3). Лесотундровая микобиота богаче тундровой на 6 видов. По сравнению с таежной микобиотой (Ширяев, 2006, Ширяев и др., 2012) тундровая может харак-

Т а б л и ц а 3

Видовой состав и активные виды биоты клавариоидных грибов тундр (подзона D, E) и тайги (зоны стланика, лиственничной лесотундры) Чукотки

Вид	ЭГ	Тундра		Тайга	
		подзона D	подзона E	зона стланика	лесотундра
<i>Clavaria falcata</i> Pers.	CIS	O II	O II	O II	C IV
<i>C. argillacea</i> Pers.	CIS	C III	C IV	C IV	C IV
<i>Clavulina cinerea</i> (Bull.) J. Schröt.	CoS	R +	R II	R II	O II
<i>C. coralloides</i> (L.) J. Schröt.	CoS		R +	R +	R I
<i>C. rugosa</i> (Bull.: Fr.) J. Schröt.	CoS				R +
<i>Clavulinopsis helvola</i> (Pers.) Corner	CIM	R +	O II	O III	C III
<i>C. luteo-ochracea</i> (Cavara) Corner	CIS		R +	R+	R I
<i>Lentaria byssiseda</i> Corner	CoW				R +
<i>Macrotyphula fistulosa</i> (Holmsk.) R.H. Petersen	CIW		R +	R I	R II
<i>M. juncea</i> (Alb. et Schwein.) Berthier	CIL		O I	O II	C II
<i>Mucronella bresadolae</i> (Quél.) Corner	CoW				R I
<i>M. calva</i> (Alb. et Schwein.) Fr.	CIW		R I	R I	R II
• <i>Multiclavula corynoides</i> (Peck) R.H. Petersen	CIS	A V	A V	A IV	C IV
• <i>M. vernalis</i> (Schwein.) R.H. Petersen	CIS	A IV	C IV	C IV	C IV
<i>Pistillaria petasitis</i> S. Imai	CIG	R +	R II	R I	R I
<i>Pterula gracilis</i> (Desm. et Berk.) Corner	CIP		O II	O II	O III
<i>Ramaria abietina</i> (Pers.) Quél.	CoP				R I
<i>R. suecica</i> (Fr.) Donk	CoP				R I
• <i>Ramariopsis subarctica</i> Pilát	CoM	R I	O I	O I	O II
<i>Typhula</i> aff. <i>anceps</i> P. Karst.	CIL				R I
<i>T. capitata</i> (Pat.) Berthier	CIG		R II	R II	R III
<i>T. caricina</i> P. Karst.	CIG	A IV	A V	A V	C V
• <i>T. chamaemori</i> L. Holm et K. Holm	CIL	O I	O II	O II	O II
<i>T. crassipes</i> Fuckel	CIL	A V	A V	A V	A V
<i>T. culmigena</i> (Mont. et Fr.) Berthier	CIG	A V	A V	A V	A V
<i>T. curvispora</i> (Corner) Berthier	CIG		R +	R I	R I
<i>T. erumpens</i> Corner	CIW	R +	R +	R I	R I
<i>T. erythropus</i> (Pers.) Fr.	CIL	C III	A IV	A IV	C IV
<i>T. graminum</i> P. Karst.	CIG	C III	C III	C III	O III
<i>T. hyalina</i> (Quél.) Berthier	CIG	A IV	A IV	A IV	C IV
<i>T. incarnata</i> Lasch	CIG	R +	O I	O I	O II
<i>T. ishikariensis</i> S. Imai	CIG		R I	R I	R+
• <i>T. lutescens</i> Boud.	CIG	A IV	A III	A III	C III

Окончание табл. 3

Вид	ЭГ	Тундра		Тайга	
		подзона D	подзона E	зона стланика	лесотундра
<i>T. micans</i> (Pers.) Berthier	CIG	A III	A IV	C IV	C IV
<i>T. pertenuis</i> Reimsberg	CIS		R +	R I	R I
<i>T. phacorrhiza</i> (Reichard) Fr.	CIP	R +	O II	O II	O III
<i>T. setipes</i> (Grev.) Berthier	CIL	A IV	A V	A V	A V
<i>T. sphaeroidea</i> Reimsberg	CIW		R I	R I	R +
<i>T. spathulata</i> (Corner) Berthier	CIW	O II	O II	O II	R II
<i>T. todei</i> Fr.	CIL	R +	R I	R I	R +
<i>T. umbrina</i> Reimsberg	CIG		R +	R II	R I
<i>T. uncialis</i> (Grev.) Berthier	CIG		R +	R +	O II
<i>T. variabilis</i> Riess	CIG	C III	C III	C III	C III

Обозначения. ЭГ – экоморфологическая группа; • – криофильные виды; жирным шрифтом выделены активные виды в той или иной зональной микобиоте.

теризоваться как бедная по видовому составу, однако чукотский (восточный) и фенноскандийский (западный) приокеанические регионы евразийской Арктики заметно различаются по качественному составу грибов ($K_{cs} = 0,76$), что несколько неожиданно при общеизвестной монотонности и однообразии арктической микобиоты. Стоит отметить, что близкие показатели установлены и для лишенобиоты (Г.П. Урбанавичюс, личное сообщение). Родовой спектр тундровой микобиоты исследуемого региона в меньшей мере отличается от аналогичного фенноскандийского ($K_{cs} = 0,84$). Лесотундровая микобиота Чукотки существенно (на треть) беднее фенноскандийской (Ширяев, 2013).

В тундрах Чукотки род *Typhula* абсолютно преобладает над другими родами, включая 23 вида (63,9% от общего списка), что свойственно всем тундровым биотам клавариоидных грибов (Ширяев, 2010, 2012а,б; Shiryayev, 2011). Однако на Чукотке этот показатель существенно выше в сравнении с регионами, расположенными западнее (в сибирских микобиотах ~56%, в Фенноскандинавии 52,2%). Другие роды состоят не более чем из двух видов (*Clavaria*, *Clavulina*, *Macrotyphula*, *Multiclavula*), а половина выявленных родов (*Clavulinopsis*, *Mucronella*, *Pistillaria*, *Pterula*, *Ramariopsis*) – одновидовые ($IG = 50\%$). В зоне стланика, лесотундре и Фенноскандинавии (Ширяев, 2013) уровень одновидовых родов одинаков, однако в сибирских микобиотах в

долготном градиенте доля одновидовых родов снижается до 33%.

Видовая насыщенность рода составляет 3,7 (табл. 4), находясь на одном уровне с западно-приокеанической фенноскандинавской микобиотой, при этом в сибирских микобиотах она снижается до 3,1 (Ширяев, 2010).

В таежной зоне Чукотки видовая насыщенность рода схожа с тундровым показателем, варьируя в пределах 3,4–3,6 и заметно уступая аналогичному показателю в Фенноскандии (Ширяев, 2013). Одним из существенных показателей перехода от тундровой микобиоты к таежной является резкое изменение соотношения числа видов родов *Typhula* и *Ramaria* (T/R). В данном исследовании не выявлены различия между микобиотами тундры и зоны стланика, более того, в обеих микобиотах представители рамариевых грибов вообще отсутствуют (табл. 4). Лишь в микобиоте лесотундры появляются виды рода *Ramaria*.

Средний уровень видового разнообразия в тундровой и таежной зонах Чукотки относительно схож, составляя 17,6–19,3 вида (табл. 4). Близкие показатели характерны и для выявленной средней доли видового разнообразия (49,6–51,1%). При этом оба показателя более схожи между южной гипоарктической тундрой (подзона E) и зоной стланика, т.е. между тундрой и тайгой, нежели внутри тундровой зоны (между подзонами D и E). Однако средняя доля видового разнообразия, выявленная на Чукотке, ока-

Т а б л и ц а 4

Статистические параметры встречаемости клавариоидных грибов в тундрах, зоне стланика и лиственничной лесотундре Чукотки

Статистические параметры	Подзона D	Подзона E	Стланик	Лесотундра
Число точек исследований (N)	5	7	3	3
Число образцов (n)	101	211	190	210
Число видов (S)	24	37	37	43
Число родов (G)	7	10	10	12
ΔBP	13,9	17,6	18,4	19,3
ΔDBP , %	57,9	50,2	51,1	49,6
S/G	3,3	3,7	3,7	3,6
IG , %	57	50	45,5	50
BG , %	87,5	77,1	75,4	75,5
CrI	21	15	14	14
T/R	только T	только T	только T	11,5
Акт, %	33,3	31,4	30,5	26,8
CI/Co	11,0	10,6	11,0	4,4

Обозначения. ΔBP – среднее видовое разнообразие; ΔDBP – средняя доля видового разнообразия (%); S/G – видовая насыщенность рода; IG – доля одновидовых родов (%); BG – доля ведущих родов (%); CrI – индекс криофильности (%); T/R – соотношение родов *Typhula* и *Ramaria*; Акт – доля активных видов (%); CI/Co – морфологический индекс.

зывается заметно ниже по сравнению с сибирскими микобиотами (~64%) и фенноскандийской (71%) (Ширяев, 2013). На Чукотке роль криофильных видов оказывается самой низкой среди всей евразийской тундровой микобиоты ($CrI = 15$) (табл. 4). Даже в Фенноскандии, признанном бореальном регионе, этот параметр выше на четверть (20), а в Сибири достигает максимального уровня (26) (Ширяев, 2012б). Количественный состав активных видов тундровой микобиоты для зоны стланика и лесотундры оказывается близок (табл. 3), но в качественном составе отмечаются заметные различия между зоной стланика и лесотундрой (табл. 4).

По соотношению форм роста (CI/Co), обнаруженных в исследуемом регионе, микобиота тундр схожа с зоной стланика (10,6 и 11,0 соответственно), что более чем в два раза превышает этот показатель для лесотундры (табл. 4). Аналогичная тенденция падения морфологического коэффициента характерна для всей зоны экотона тундра–тайга, однако в микобиотах, расположенных западнее, особенно в Европе, это наблюдается при переходе от южных ерниковых гипоарктических тундр к растительности с кривоствольными березами, ольховником и сосной, а на

Чукотке микобиота, ассоциированная с подобной растительностью, характеризуется типичной тундровой структурой.

Трофическая структура характеризуется тем же набором групп, что и в других частях евразийской тундры (Ширяев, 2010, 2013; Knudsen, Shiryaev, 2012), однако роль некоторых групп в исследуемом регионе заметно отличается. Так, доля группы видов, образующих плодовые тела на древесине, в чукотских тундрах составляет 7,6% (табл. 5), что существенно выше, чем в Фенноскандии (2,8%) (Ширяев, 2013), а в сибирских микобиотах она вообще отсутствует (Ширяев, 2010, 2012б). В тундре Чукотки и зоне стланика доля этой группы одинакова, а в лесотундре происходит резкий скачок этого показателя (до 14,6%). При переходе от зоны стланика к лесотундре существенно возрастает роль видов на подстилке, тогда как роль групп на листьях, мхах и почве заметно не изменяется. Стоит отметить, что доля напочвенных видов в микобиоте Чукотки, меньше чем в остальных евразийских микобиотах (Ширяев, 2010, 2012б, 2013).

Доминирующей экоморфологической группой клавариоидных грибов Чукотки (табл. 5), как и везде в тундрах, выступают виды с простыми плодами-

Т а б л и ц а 5

Сравнение доли (%) экоморфологических групп клавариоидных грибов в тундрах, зоне стланика и лиственничной лесотундре Чукотки

Субстрат	Подзона D (S = 24)		Подзона E (S = 37)		Стланик (S = 37)		Лесотундра (S = 43)	
	<i>Cl</i>	<i>Co</i>	<i>Cl</i>	<i>Co</i>	<i>Cl</i>	<i>Co</i>	<i>Cl</i>	<i>Co</i>
На листьях (<i>L</i>)	20,8		17,1		16,7		17,1	
На травах (<i>G</i>)	41,7		40,6		38,9		34,1	
На почве (<i>S</i>)	16,7	4,2	14,3	5,7	16,7	5,5	14,6	4,9
На подстилке (<i>P</i>)	4,2		5,7		5,5		4,9	4,9
На древесине (<i>W</i>)	4,2		7,6		7,8		9,7	4,9
На мхах (<i>M</i>)	4,2	4,2	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4
Сумма	91,6	8,4	91,5	8,5	91,7	8,3	82,9	17,1

Обозначения. Жизненная форма *Cl* (club) – неразветвленные плодовые тела; *Co* (coral) – разветвленные плодовые тела. Наиболее богатые группы выделены жирным шрифтом.

ми телами на травах (*ClG*). Роль этой самой распространенной в тундрах группы закономерно снижается при увеличении лесистости территории. При этом показатели для тундр и зоны стланика схожи (38,9–40,6%), а в лесотундре данный параметр снижается до 34%. В долготном градиенте тундр он характеризуется минимальным уровнем, достигая в сибирских микобиотах максимальных 54%, а в фенноскандийской – 45,7%. Наиболее существенное отличие чукотской микобиоты от других арктических – высокая роль группы с простой формой на древесине (*ClW*) – 7,6%, тогда как в Сибири такая группа отсутствует. В Фенноскандии эта группа также отсутствует, но все виды на древесине разветвленные (*CoW*) и составляют 2,8%. Причем, если в последней, данная группа образует плодовые тела на крупных ветках, стволах карликовой березки и ив, то на Чукотке – исключительно на валежных маленьких веточках среди лиственной подстилки.

Видовое богатство и таксономическая структура микобиоты тундр, зоны стланика и лесотундры схожи по многим параметрам. Особенно близки показатели микобиот тундр и зоны стланика, где выявлено одинаковое число видов и родов.

Трофическая и экоморфологическая структуры, состав доминирующих форм роста, набор активных видов и их экоморфологическая характеристика для тундр и зоны стланика также идентичны, что не свойственно лесотундровой микобиоте. Возможно, дальнейшие исследования разных групп грибных организмов в тундровой и таежной зонах Северо-Востока Азии позволят скорректировать выявлен-

ные результаты и уточнить принадлежность зоны стланика к тундровой или таежной микобиоте.

Обсуждение

Выявленное максимальное видовое богатство клавариоидных грибов в чукотских тундрах по сравнению с другими тундровыми микобиотами Евразии, а также существенная специфика видового состава объясняется высокой ролью таксонов, встреченных впервые, новых для зональных тундр. Это преимущественно таежные виды или виды, собранные только в приатлантических тундрах Фенноскандии, существующих в условиях смягчающего воздействия влажного и теплого Гольфстрима, не знающих вечной мерзлоты почв. Высокая роль типичных таежных видов и общий высокий уровень видового богатства установлен и для флоры Чукотки, что объясняется наличием рефугиумов таежной растительности во время существования Берингии (Юрцев, 1986; Brubaker et al., 2005).

Феномен Берингии пока слабо освещен в микологии и в криптогамных науках. Так, на примере трутовых грибов установлен высокий уровень общности микобиот евразийской и североамериканских таежных частей северной Пацифики (Пармасто, 1963; Mukhin, Kotiranta, 2007). Выявлено высокое сходство с северо-тихоокеанскими приморскими комплексами низкотемпературных склероциальных грибов рода *Typhula*, которые в континентальных районах отсутствуют (Ткаченко и др., 2005). Очень интересна информация о находке в тундре Чукотского полуострова *Cantharellus cibarius* (Говорова, Сазанова, 2000). Это типичный лесной вид, впервые отмеченный в насто-

ящей тундре. В чукотской тундре вероятный вариант его существования – образование микоризы с карликовой березкой или с дриадами (*Dryas* spp.).

Флора мхов Чукотки является самой богатой в евразийских тундрах, при этом Берингская и Южная Чукотка более богаты и специфичны, чем Западная (Континентальная) (Афони́на, 2000). Установлено, что сходство с бриофлорой Аляски заметно выше, чем с бриофлорой Канадского Арктического архипелага и европейской части. Выявлена высокая роль бореальных видов, что связывается с географическим положением региона, где пересекаются основные миграционные пути, по которым происходил флористический обмен между азиатским и североамериканским континентами (Афони́на, 2000). Лихенофлора Чукотки и лихенофлора Аляски также заметно схожи (Thomson, 1984). Ряд видов являются специфичными для этого региона или имеют здесь экологический оптимум, однако генетическая специфика этих популяций пока не установлена (Prinzen, 2008).

С помощью генетических исследований дереворазрушающего кортициоидного голарктического гриба *Vuilleminia commedens* установлена разница между евразийскими и американскими образцами, а момент и место разделения датирован берингским временем (Ghobad-Nejhad, Ginns, 2012). Показано что аляскинские образцы отличаются от американских, но относятся к одному виду с евразийскими (описанному как новый для науки *V. erastii* Ghobad-Nejhad et Ginns). На примере агарикового микоризного бореально-неморального гриба *Amanita muscaria* установлено существование генетической изоляции берингской популяции от общеамериканской, что поддерживает теорию о существовании таежных рефугиумов в Западной Аляске и на Чукотке (Geml et al., 2010). С другой стороны, исследователи миксомицетов Чукотки и Аляски пока не выявили сходства между регионами (Stephenson et al., 2000).

Отсутствие соответствующей информации из Америки не позволяет пока сделать какие-либо выводы о сходстве биот клавариоидных грибов Чукотки и Аляски (да и всей арктической Америки). Однако можно проследить специфику в евразийском масштабе. Характерной особенностью чукотской тундры является высокая роль специфичных видов, составляющих более четверти (27,8%) от числа видов, выявленных в тундрах. Большая часть таких дифференцирующих видов широко распространена в таежной зоне Евразии и даже в неморальных регионах, однако впервые выявлены в тундрах (*Macrotyphula fistulosa*, *Mucronella calva*, *Pistillaria*

petasitis, *Typhula curvispora*, *T. erumpens*, *T. pertenius*, *T. spaeroidea*), а *Typhula ishikariensis* и *T. todei* до этого в тундре встречены только в фенноскандийском секторе. К этой же группе относится новый для России и Евразии вид – *Typhula umbrina*, который до настоящего времени был известен только из бореально-неморальных районов Северной Америки. Стоит заметить, что ни один из 10 дифференцирующих видов не является активным на Чукотке. Большая их часть – условно-циркумполярные (встречены в Европе, Азии, Гренландии) и с большой долей вероятности можно предположить, что все они будут выявлены и на Аляске, если не в тундровых, то в лесотундровых районах.

Характерная особенность встречаемости дифференциальных видов чукотской тундровой биоты клавариоидных грибов состоит в том, что почти все они найдены исключительно в приморских районах и отсутствуют в континентальных. Да и в целом микобиота приморских районов богаче континентальных почти на четверть (Беринговская и Южная Чукотка – 37 видов, Западная Чукотка – 29 видов). Это подтверждает мысль Б.А. Юрцева (1986), что на Чукотке нарастание континентальности климата происходит с востока на запад и, в большей мере, с юго-востока на северо-запад, что играет значительную роль в распространении растений и грибов.

Как показано на примере микобиоты европейских тундр, видовое богатство клавариоидных грибов значимо коррелирует с видовым богатством цветковых растений, особенно травянистых (Ширяев, 2012в). Однако в азиатской части это утверждение требует корректировки. Так, Западная (Континентальная) Чукотка – самая богатая флористическая подпровинция в евразийской Арктике (Юрцев и др., 2004), однако здесь число видов клавариоидных грибов не является максимально возможным (Ширяев, 2012б), оно лишь незначительно выше, чем в прилегающей с запада Яно-Колымской подпровинции (Ширяев, 2012). Однако восточные (Южная и Берингская Чукотка) приморские районы Чукотки заметно богаче. Учитывая гигрофитную природу клавариоидных грибов (Coper, 1950), можно предположить, что аридный климат континентальных районов (Западная Чукотка) в сочетании с низкой температурой препятствует развитию плодовых тел и мицелия грибов. Преобладание растений (как потенциальных субстратов для грибов) с ксерофильной и ксерофильно-мезофильной структурой (Юрцев, 1986)

в криоксерофильных (тундростепных) районах не способствует распространению клавариоидных грибов.

Род *Typhula*, образующий плодовые тела преимущественно на отмерших и живых частях травянистых растений, а также на листьях деревьев и кустарников, весьма распространен в чукотской тундре, где его доля составляет 64% от всего числа видов клавариоидных грибов. Особенно это заметно в приморских районах, а в континентальных роль тифуловых снижается. При этом специфичные виды существуют преимущественно в приморских районах. *Typhula umbrina* – сапротроф на отмерших листьях *Iris setosa* отмечен вдоль побережья Анадырского залива. При изучении сообществ ирисов в отдалении от побережья этот вид не был выявлен. *Typhula todei* как сапротроф образует плодовые тела на отмерших вайях папоротников *Athyrium* spp., растущих недалеко от побережья и возле термальных источников.

С другой стороны, есть виды, роль которых возрастает при удалении от морских побережий. *Typhula micans* проявляет активность только в континентальных районах, имеющих свойства тундростепи (Юрцев, 1986), однако западнее, в сибирских и европейских тундрах, этот вид встречается реже (Ширяев, 2011, 2012б). В зональном плане *Typhula micans* наиболее активен в пустынно-степных регионах (Ширяев, 2006).

Специфической особенностью чукотской микобиоты по сравнению с другими тундровыми микобиотами Евразии является также максимально высокая роль деревообитающих грибов. Различия заключаются не только в максимально высоком числе видов, но и в их составе. Более того, группа образована принципиально иными формами роста чем, например, в Фенноскандии (см. выше). Как и другие трофические группы грибов, деревообитающие виды также реагируют на изменение континентальности. Большая их часть выявлена только в приморских районах, где они образуют плодовые тела даже на самом скромном доступном древесном субстрате. Так, *Mucronella calva* отмечен на основании стволиков кустарниковых ив, *Macrotyphula fistulosa* – на веточках ольховника (*Alnus fruticosa* Rupr.), причем растение имело распростертую форму и не превышало 5 см в высоту. *Typhula erumpens* собран в приморском кустарнике на веточках ив и ольховника, а *T. sphaeroidea* чаще всего находили на отмерших веточках смородины печальной (*Ribes triste*) в приморских районах. Эта смородина чаще встречается в дали от побережья, в

пойменных ивняках и в чозениевых лесах, однако в континентальных районах сделаны лишь единичные находки *T. sphaeroidea*. Все эти виды – типичные элементы бореальных и неморальных экосистем. Высокое разнообразие кустарников и деревьев благоприятствует также существованию большого числа видов, образующих плодовые тела на листьях. Их доля в два раза выше по сравнению с другими тундровыми региональными микобиотами (Ширяев, 2010, 2013).

В фенноскандийской тундре, находящейся в зоне смягчающего воздействия влажного и теплого Гольфстрима, даже небольшие лески из кривоствольной березки способствуют существованию типично-таежной микобиоты (Ширяев, 2013). Однако в ксерофильных условиях Чукотки это не отмечено. Уникальные островные реликтовые тополево-чозениевые роши (Телекайская и Тнеквеевская) посреди тундры, также как реликтовые местонахождения *Populus balsamiferum* и *Sambucus edulis* на крайнем востоке Чукотского полуострова, не сохранили и не поддерживают существования каких-либо специфичных реликтовых таежных видов грибов. Это же относится и к многочисленным тополево-чозениевым рошам, разбросанным вдоль рек Анадырь и Великая. На отмерших листьях всех вышеперечисленных деревьев встречен лишь типичный аркто-бореальный вид – *Typhula setipes*. Для арктической границы лиственницы также характерно почти полное отсутствие таежных видов, появляется лишь крайне ограниченное число видов – *Lentaria byssiseda*, *Mucronella bresadolae*, *Ramaria abietina*, *R. suecica*, *Typhula anceps*. Все перечисленные виды грибов являются лесными эврибионтами в масштабе России. Они характерны для европейского экотона тундры и тайги, однако в районах, расположенных восточнее Енисея, – отсутствуют, появляясь в некотором удалении, южнее, – в лесотундре и северной тайге. Так, например, они не встречены в таймырском Ары-Мас, якутском Тит-Ары, окрестностях Черского, а также в чозениево-тополевых «островах» в Западной (Континентальной) Чукотке. Таким образом, по основным параметрам (соотношение жизненных форм; таксономическая, субстратная, экоморфологическая структура, доля и набор активных видов) данные районы правомерно отнести к тундровой биоте клавариоидных грибов.

Интересна находка южных видов в районе распространения вечной мерзлоты, недалеко от арктической границы распространения лиственницы. Так, в окрестностях пос. Марково собран *Clavulina*

rugosa – вид, имеющий экологический оптимум от хвойно-широколиственных лесов до субтропиков. Можно отметить и другие таежно-неморальные виды, проникшие неожиданно глубоко в Гипоарктические районы северо-тихоокеанского региона (Юрцев, 1964). Так, исключительно в гумидных районах Охотского побережья и Камчатки отмечены *Clavariadelphus borealis* Wells et Kempton, *C. micronatus* Wells et Kempton, *Typhula megasperma* Berthier и др. которые могут считаться индикаторами Берингии. Эти виды не распространяются во внутриконтинентальные районы.

Выводы

Тундровая микобиота Чукотки включает 37 видов из 10 родов, являясь самой богатой среди евразийских. В отличие от общепринятого мнения о монотонности и простоте тундровых экосистем, нами установлено относительно невысокое сходство чукотской микобиоты с другими евразийскими ($K_{cs} = 0,88-0,67$) и существенные структурные отличия между ними. Микобиота листовенничной лесотундры Чукотки всего на 6 видов и 2 рода богаче тундровой (43 вида из 12 родов). По сравнению с тундровой микобиотой структура, качественный и количественный состав активных видов лесотундровой существенно не изменяются, что не свойственно лесотундровым микобиотам, расположенным западнее, особенно в европейской части. По уровню видового разнообразия, таксономической, трофической, экоморфологической структуре, составу и числу активных видов микобиота тундр схожа с зоной стланика. Рамариевые грибы – типичный лесной род – отсутствуют в тундрах и зоне стланика, появляясь лишь в лесотундре. Это очередной раз свидетельствует о близости микобиоты тундр и зоны стланика. Возможно, дальнейшие исследования Чукотки подтвердят возможность включения зоны стланика в состав тундровой микобиоты.

Выявленная специфика биоты клавариоидных грибов Чукотки согласуется с особенностями формирования и развития биоты Берингии. Как и для арктических флор и фаун, здесь выявлено максимальное видовое разнообразие микобиоты. Среди наиболее характерных особенностей берингийской микобиоты стоит указать высокую роль видов, образующих плодовые тела на листьях и древесине.

По данному показателю исследованная микобиота количественно существенно превосходит все остальные арктические микобиоты, а качественно наиболее близка к бореально-неморальным аналогам. Изучение факта наличия максимального разнообразия представителей рода *Typhula* в чукотских тундрах, по сравнению с другими регионами Арктики, в будущем возможно позволит уточнить генезис берингийской биоты. Несомненно одной из основных специфических черт Берингии является высокая роль дифференцирующих видов, составляющих более четверти всех видов Чукотки. Все эти виды типично бореальные и даже неморальные, сохранившиеся здесь, вероятно, со времен таежных рефугиумов, существующих в Берингии. При этом индекс криофильности чукотской тундровой микобиоты оказывается ниже, чем в приатлантической фенноскандийской микобиоте, которую многие исследователи причисляют к таежной зоне (Ширяев, 2013). В целом выявленная микобиота характеризуется возрастанием способности к сосуществованию в одном и том же сообществе видов разной экологии (ксеро-, мезо- и гигрофитов, термо- и криофитов) в результате переменного режима увлажнения-теплообеспеченности местообитаний в течение периода, потенциально подходящего для образования плодовых тел грибов и возникающего как следствие усиления континентальности климата. Однако стоит отметить, что большая часть дифференцирующих видов существует исключительно в приморском секторе (Берингийская и Южная Чукотка), а с увеличением континентальности (в Западной Чукотке) их роль снижается. Анализ подобных данных возможно позволит в будущем провести значимый рубеж, отделяющий океанический чукотский сектор (включающий Южную и Беринговскую Чукотку) тундровой микобиоты от континентального сибирского (включающего флористические подпровинции Западная Чукотка, Яно-Колымская и т.д. до Ямало-Гыданской), граничащего с Урало-Новоземельской подпровинцией, более схожей с европейской микобиотой. Выявленная специфика биоразнообразия и структуры биоты клавариоидных грибов Чукотки совместно с изучением распределения других групп грибов является предпосылкой создания Микогеографической карты российской и мировой Арктики.

Автор выражает искреннюю благодарность Г.П. Урбанавичюсу (Институт проблем промышленной экологии севера КНЦ РАН, Апатиты) и Н. Kotiranta (Finnish Environment Institute, Helsinki) за ценные советы и критические замечания при подготовке рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Афонина О.М. Бриофлора Чукотки: Дис. ... док. биол. наук. СПб., 2000. 385 с.
- Беликович А.В., Галанин А.В., Афонина О.М., Макарова И.И. Растительный мир особо охраняемых территорий Чукотки. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2006. 260 с.
- Говорова О.К., Сазанова Н.А. Рогатиковые грибы Магаданской области // Микология и фитопатология. 2000. Т. 34. вып. 5. С. 8–10.
- Казанцева Л.К. К флоре базидиальных грибов Полярного Урала // Зап. Свердл. отд. ВБО. 1970. Вып. 5. С. 216–221.
- Кожевников Ю.П. География растительности Чукотки. Л., 1989. 176 с.
- Пармасто Э.Х. К флоре грибов полуострова Камчатки // Исследование природы Дальнего Востока. Таллинн, 1963. С. 221–289.
- Ткаченко О.Б., Хосино Т., Сайто И. Низкотемпературные грибы – паразиты растений, их биология и географическое распространение // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: Тр. междунар. конф. посвящ. 100-летию начала работы проф. А.С. Бондарцева в Бот. ин-те им. В.Л. Комарова. Т. 2. СПб., 2005. С. 233–237.
- Ширяев А.Г. Клавариоидные грибы Урала. Дис. ... канд биол. наук. СПб., 2006. 194 с.
- Ширяев А.Г. Анализ распространения клавариоидных грибов в тундрах полуострова Ямал // Новости сист. низш. раст. 2008. Т. 42. С. 113–123.
- Ширяев А.Г. Клавариоидные грибы тундр и лесотундр Кольского полуострова (Мурманская область) // Новости сист. низш. раст. 2009. Вып. 43. С. 134–149.
- Ширяев А.Г. Пространственная структура комплекса клавариоидных грибов Арктики // Вестн. экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2010. Вып. 10. С. 33–46.
- Ширяев А.Г. Разнообразие клавариоидных грибов в тундрах Таймыра // Новости сист. низш. раст. 2011. Т. 45. С. 133–145.
- Ширяев А.Г. Клавариоидные грибы Канино-Печорской тундры // Микол. и фитопатол. 2012а. Т. 46, вып. 4. С. 29–35.
- Ширяев А.Г. Клавариоидные грибы тундр Якутии // Новости сист. низш. раст. 2012б. Вып. 46. С. 120–127.
- Ширяев А.Г. Микобиота Арктики: возможно ли предсказать структуру по биоклиматическим параметрам? // Человек и Север: антропология, археология, экология: Мат-лы всерос. конф. Вып. 2. Тюмень, 2012в. С. 419–421.
- Ширяев А.Г., Мухин В.А., Котиранта Х., Ставищенко И.В., Арефьев С.П., Сафонов М.А., Косолапов Д.А. Биоразнообразие афиллофоровых грибов Урала // Биологическое разнообразие растительного мира Урала и сопредельных территорий: Мат-лы. всерос. конф. Екатеринбург, 2012. С. 311–313.
- Ширяев А.Г. Биота клавариоидных грибов севера Фенноскандии: тундровая или таежная структура? // Тр. Карельского НЦ. Сер. Биогеогр. 2013. Вып. 14. № 2. С. 55–64
- Экосистемы термальных источников чукотского полуострова / Под ред. Б.А. Юрцева. Л., 1981. 144 с.
- Юрцев Б.А. Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры // Комаровские чтения. XIX. М., Л., 1966. С. 1–95.
- Юрцев Б.А. Мегаберингия и криоксерические этапы истории ее растительного покрова // Комаровские чтения. 1986. Вып. XXXIII. С. 3–53.
- Юрцев Б.А., Зверев А.А., Катенина А.Е. и др. Пространственная структура видовой разнообразия локальных и региональных флор азиатской Арктики // Бот. журн. 2004. Т. 89, № 11. С. 1689–1727.
- Brubaker L.B., Anderson P.M., Edwards M.E., Lozhkin A.V. Beringia as a glacial refugium for boreal trees and shrubs: new perspective from mapped pollen data // J. Biogeogr. 2005. Vol. 32. P. 833–848.
- CAVM Team. Circumpolar Arctic Vegetation Map. Scale 1:7.500.000. Conservation of Arctic flora and fauna (CAFF) Map N 1. U.S. Fish & Wildlife Service. Alaska, Anchorage, 2003.
- Corner E.J.H. A monograph of *Clavaria* and allied genera // An. Bot. Mem. 1950. N 1. P. 1–740.
- Geml J., Tulloss R.E., Laursen G.A., Sazanova N.A., Taylor D.L. Phylogeographic analysis of a boreal-temperate ectomycorrhizal Basidiomycete, *Amanita muscaria*, suggest forest refugia in Alaska during the last glacial period // Relict Species: Phylogeography and Conservation Biology / J.C. Habel and T. Assmann (Eds.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. P. 173–186.
- Ghobad-Nejhad M., Ginns J. *Vuilleminia erastii* sp. nov. (Corticiales), an amphi-Beringian species and revision of the occurrence of *Vuilleminia comedens* in North America // Mycoscience. 2012. Vol. 53(4). P. 290–299.
- Index Fungorum. CABI Database, 2012. URL: <http://www.indexfungorum.org> (дата обращения: 23 сентября 2012).
- Kirk P.M. et al. Dictionary of Fungi. 10th edition. CABI, UK, 2008.
- Knudsen H., Shiryayev A.G. Funga Nordica: 2nd edition. Agaricoid, boletoid, clavarioid, cypheloid and gastroid genera / *Alloclavaria, Clavaria, Clavulinopsis, Pterula, Macrotyphula, Mucronella, Ramariopsis, Typhula* / (Eds.) H. Knudsen, J. Vesterholt. Copenhagen: Nordsvamp, 2012. 1083 p.
- Lange M. Macromycetes. Part III. Greenland Agaricales 2. Ecological and plant geographical studies // Medd. Grønland. 1957. Vol. 148(2). P. 1–125.
- Mukhin V.A., Kotiranta H. Wood-decaying Basidiomycetes of Beringian sector of Holarctic // Abstracts of XV Congress of European mycologists. St. Petersburg, 2007. P. 137–138.
- Printzen Ch. Uncharted terrain: the phylogeography of arctic and boreal lichens // Plant ecology and diversity. 2008. Vol. 1, N 2. P. 265–271.
- Shiryayev A.G. Clavarioid fungi of the Urals. III. The tundra zone // Микология и фитопатология. 2006. Т. 39, вып. 4. С. 294–306.
- Shiryayev A.G. Distribution and diversity of the clavarioid fungi in the Eurasian Arctic // Abstracts of XVI Congress of European Mycologists. Greece, Halkidiki. 2011. P. 151–152.

Shiryayev A.G., Mukhin V.A. Clavarioid-type fungi of Svalbard: their spatial structure in the European High Arctic // North American Fungi. Vol. 5(5). 2010. P. 67–84 [Arctic & Alpine Mycology 8, Cripps C., Ammiranti J. (eds.)].

Stephenson S.L., Novozhilov Yu.K., Schnittler M. Distribution and ecology of myxomycetes in high-latitude regions of northern hemisphere // J. Biogeogr. 2000. Vol. 27. P. 741–754.

Talbot S.S., Meades W.J. The Circumboreal Vegetation Map (CBVM): Concept Paper. CAFF Strategy Series Report No. 3. CAFF International Secretariat. Iceland, Akureyri, 2011.

Thomson J.W. American arctic lichens. I. The Macrolichens. N.Y., 1984. 385 p.

Поступила в редакцию 03.10.12

GEOGRAPHICAL SPECIFICITY OF THE TUNDRA AND BOREAL BIOTA OF CLAVARIOID FUNGI IN CHUKOTKA

A.G. Shiryayev

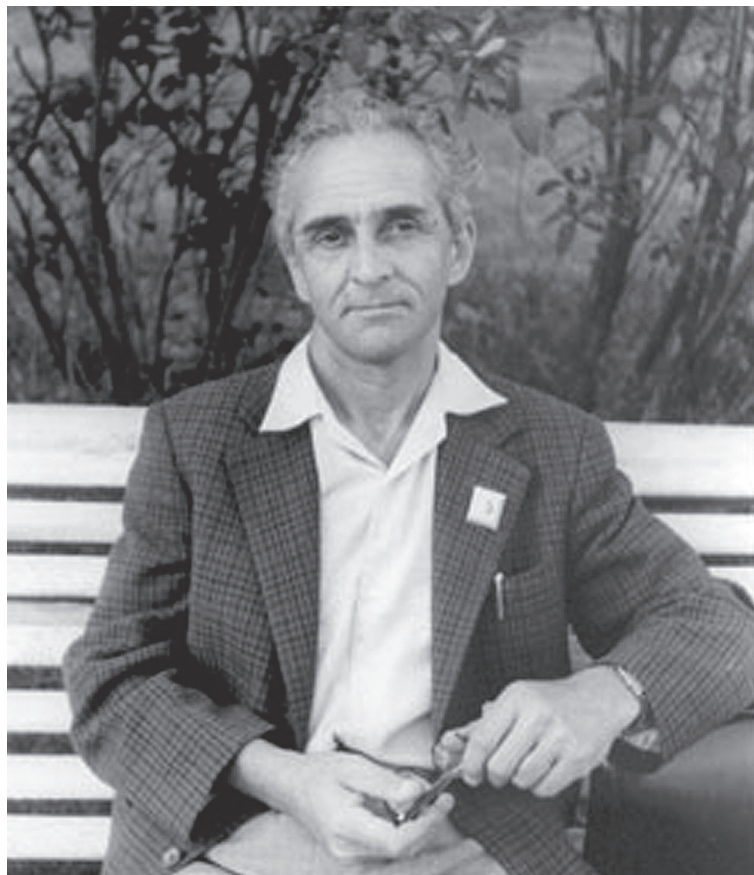
The clavarioid fungi (Basidiomycota, «Aphylophorales») in the tundra and taiga zones of Chukotka (Siberian north-east) have been studied for the first time. *Typhula umbrina* Remsberg is reported for the first time from Russia and Eurasia. Mycobiota of the Chukchian tundra is characterized by the highest diversity (37 species in 10 genera) of clavarioid fungi in Eurasian Arctic, on the other hand – the taiga (forest-tundra) mycobiota – the poor (43 species from 12 genera) if compared with the over forest-tundra's regions. The mycobiota differs also significantly by its taxonomic composition, way of nourishment (trophic) and ecomorphological structures from other parts of Eurasian Arctic. About 27 % of species are new to tundra in Eurasia and all of them have a boreal or nemoral distribution. Also, high role of boreo-nemoral vascular plants were found for the flora of Chukotka, as a part of Beringia. The specificity of studied mycobiota in the scale of Eurasian Arctic are the greatest role of species on the dead leaves and dead wood, as well as total domination of species with simple fruitbodies (Club-type life form) and predomination of the genus *Typhula*. This is typical for open, xero-cryophilic landscapes of Beringia where grasses of steppe-meadows and some taiga trees played an important role. Further investigation of mycobiota biodiversity and structure with regard to Arctic complexes of different fungal groups is a precondition for creating of Mycogeographical Maps of Russia and worlds Arctic regions.

Key words: Arctic, Beringia, biodiversity, biota, Chukotka, clavarioid fungi, distribution, macroecology, mycogeography, tundra.

Сведения об авторе: Ширяев Антон Григорьевич – ст. науч. сотр. Института экологии растений и животных УрО РАН, канд. биол. наук (anton.g.shiryayev@gmail.com).

ЮБИЛЕИ
JUBILEE

К ЮБИЛЕЮ ГОРНА БОНИФАТЬЕВИЧА КЕДРОВА
90th ANNIVERSARY OF GORN BONIFATIEVICH KEDROV



10 октября 2013 г. исполняется 90 лет со дня рождения Горна Бонифатьевича Кедрова – яркого представителя физиологического направления в эволюционной анатомии растений.

Горн Бонифатьевич родился в Москве. Его юные родители были студентами Московского университета. Мать – Татьяна Николаевна Ченцова стала физиологом растений, отец – Бонифатий Михайлович Кедров окончил химический факультет, впоследствии стал известным философом и историком науки, академиком АН СССР. Поскольку молодые родители Горика (так звали мальчика в семье) были поглощены учебной, научной и общественной работой, его детство прошло в основном в семье бабушки по отцу Ольги Августовны Кедровой, жены профессионального революционера и государственного деятеля Михаила Сергеевича Кедрова (расстрелянного в 1941 г.). Мальчик рос вместе

с сестрой отца – Сильвой, которая была всего на 3 года старше и была ему как сестра. С ними жила также сестра бабушки – тетя Мери, которая своей добротой смягчала строгое воспитание. Материально жили очень скромно, однако детей учили музыке и приобщали к чтению и театру (бабушка как старая большевичка получала иногда контрамарки в Большой театр).

Горн Бонифатьевич закончил 9-й класс, когда началась война. Родители сразу же ушли добровольцами в Московское ополчение, а семья бабушки была эвакуирована в Узбекистан в поселок Кибрай, где Горн Бонифатьевич закончил 10-й класс и откуда был призван в армию в июле 1942 г. Однако участвовать в боевых действиях ему не довелось, так как из подразделения, где он служил, наиболее подготовленных ребят, особенно хорошо рисующих, взяли для обучения



Г.Б. Кедров в рабочем кабинете, 1960-е годы

в Высшем военно-инженерном строительном училище Красной Армии, открытом в 1943 г. в пос. Нахабино Московской обл. (ВВИС КА). Прочувшись в ВВИС КА 2 года, он ушел с 3-го курса, но остался в армии до февраля 1947 г. Таким образом, Горн Бонифатьевич прослужил в армии почти 5 лет на разных должностях солдатского и сержантского состава. Он был награжден юбилейными медалями «30 лет победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «60 лет Вооруженных сил СССР», юбилейным знаком «Ветеран войны». Однако сам Горн Бонифатьевич не считал себя ветераном войны, поскольку не был в действующей армии, и впоследствии отказался от всех привилегий ветеранства.

В 1948 г. Горн Бонифатьевич поступил учиться на биолого-почвенный факультет МГУ, который закончил в 1952 г. по кафедре высших растений. Его дипломная работа, выполненная под руководством профессора Д.А. Транковского, была посвящена анатомии нескольких видов рода *Betula*. С этого времени и на всю жизнь древесина стала основным объектом его научной деятельности.

После окончания университета Горн Бонифатьевич поступил в аспирантуру Института леса АН СССР. Его руководителем стал доктор сельскохозяйственных наук профессор В.Е. Вихров, который предложил в качестве аспирантской темы изучить строение древесины ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.). Материал Горн Бонифатьевич собирал в Борисоглебском лесничестве, где проводил, в частности, опыты с дефолиацией. Аспирантская работа была тщательно подготовлена, но Горн Бонифатьевич

тянул с защитой, по-видимому, неудовлетворенный результатами, они казались ему тривиальными.

В 1959 г. Горн Бонифатьевич поступил на работу на кафедру высших растений, где прошла вся его последующая трудовая деятельность. На кафедре он сразу был привлечен к преподаванию разных ботанических курсов, что дало новый импульс к исследовательской работе. Он провел планомерное исследование анатомии древесины еще 150 видов двудольных растений, что, в частности, положило начало созданной им кафедральной коллекции древесин. Использование этого огромного фактического материала позволило ему сделать широкие обобщения. В результате Горн Бонифатьевич написал по существу совершенно новую работу, которая получила превосходные отзывы его оппонентов – ведущего советского ксилотомиста тех лет докт. биол. наук А.А. Яценко-Хмелевского и докт. биол. наук В.Е. Москалевой, которая предлагала присудить ему докторскую степень.

Основные идеи, изложенные в диссертации Горна Бонифатьевича, получили дальнейшее развитие в его последующих публикациях. Горн Бонифатьевич работал очень увлеченно, его голова постоянно была занята разработкой экспериментов или обдумыванием полученных результатов, публиковать которые он, однако, не спешил и в печать сдавал только абсолютно выверенные и тщательно сделанные работы.

Большое внимание он уделял совершенствованию методик и сам предлагал некоторые оригинальные методики, например, способ зондирования сосудов гибким зондом, в качестве которого использовал человеческий волос, и др.

Горн Бонифатьевич много размышлял над методологическими вопросами эволюционной морфологии. Его любимая идея – необходимость перехода от аналитического этапа исследований к синтетическому обобщению того колоссального материала по эволюции растений, который содержится в «кодексах» признаков примитивности и специализированности (древесины, луба, цветка и т.д.).

В своих исследованиях Горн Бонифатьевич придерживался системного подхода, благодаря чему обобщал значение многих признаков строения древесины голо- и покрытосеменных растений, а также значение паратрахеальной паренхимы как интегрального показателя эволюционной продвинутой сосудистой древесины Angiospermae. Он объяснил функциональное значение и целесообразность тех или иных типов структурных связей между водопроводящими элементами и другими системами древесины – механической и паренхимной. В рабочей тетради сохранился развернутый план задуманной им книги («брошюры», как он ее скромно называл) «Очерки по эволюции древесины как структурно-функциональной системы», в которой он предполагал соединить в непротиворечивую систему все сведения и мысли о древесине, ее функции и эволюции. Однако ему не хватило здоровья и времени, чтобы осуществить эти планы: судьба отвела ему лишь 25 лет для активной творческой работы.

Список опубликованных работ Горна Бонифатьевича Кедрова сравнительно невелик, он не печатался за рубежом. Но среди этих работ в сущности нет «проходных». Ряд рукописей впервые будут опубли-

кованы в материалах международной конференции по функциональной анатомии растений (Москва, сентябрь 2013 г.) и в австрийском журнале *Wulfenia* (2012 и 2013).

Горн Бонифатьевич очень ценил возможность общения и обсуждения своей работы с коллегами по кафедре – В.Р. Филиным, А.К. Тимониным, Л.И. Лотовой, Р.П. Барыкиной, О.Н. Чистяковой и др., а также с ленинградскими анатомами, особенно с А.А. Яценко-Хмелевским. Горн Бонифатьевич охотно выступал с докладами на конференциях и школах в Москве, Ленинграде, Минске, Риге, Таллинне, Ульяновске. При выступлениях в МОИП и на кафедре иногда для наглядности использовал изготовленные им действующие модели древесины.

Помимо научной работы Горн Бонифатьевич занимался педагогической и общественной деятельностью. Он вел занятия малого практикума, летнюю практику со студентами 1–2 курсов, руководил дипломными работами, вел занятия со стажерами, принимал участие в приемных экзаменах. Длительное время он был членом головной группы народного контроля факультета, членом факультетского комитета ДОСААФ, выполнял работы по художественному оформлению факультета и др.

В 60–70-е годы на кафедре была особенно оживленная общественная жизнь. Регулярно организовывались выезды на природу в разные уголки Подмосковья, а иногда – и в более отдаленные регионы.

Проходили совместные чаепития под Новый год и другие праздничные даты. Устраивались самодеятельные концерты, розыгрыши, викторины, выставки



Выезд в лес под дер. Опаринки в 1962 г. (слева направо: Н.И. Филина, В.Н. Тихомиров, Г.Б. Кедров, Т.Д. Веселова, Н.Е. Богданова)



Поездка в Курские степи, 1960-е годы (слева направо: В.Н. Вехов, Г.Б. Кедров, Н.Е. Богданова, Е.И. Дубровская, В.Н. Тихомиров, В.Р. Кондорская, Л. Бахеева)



Встреча Нового (1976) года (слева направо К.П. Глазунова, Н. Хрусталева, ?, М. Экзерцева, Н.Н. Терентьева, Т.А. Троицкая, И.В. Черевань, Г.Б. Кедров)

рисунков, рукоделий и т.п. Вдохновителями этих мероприятий были главным образом Вадим Николаевич Тихомиров и Тамара Александровна Троицкая, которые умели организовать молодежь и привлечь старшее поколение сотрудников. Было сделано несколько рисованных фильмов: на злободневную тогда тему «Дорога в космос», где действующими лицами были сотрудники кафедры, «Овощебаза», «Данилиада», посвященная юбилею профессора Д.А. Транковского, «Спортивный» и «Смех сквозь слезы» – по материалам ответов студентов на экзаменах (не утративший злободневность и сейчас). Все тексты писал В.Н. Тихомиров, а юмористические рисунки к ним вы-

полнял Г.Б. Кедров. Демонстрировали эти фильмы в сопровождении подходящей музыки (приносили проигрыватель). Так, «Дорога в космос» шла под «Полет Валькирий» Вагнера.

Способности Горна Бонифатьевича как художника-юмориста использовали и в юбилейные даты сотрудников. Были сделаны дружеские шаржи на Т.А. Троицкую, В.Р. Филина, В.Н. Тихомирова, Н.Н. Кадена, А.И. Пермякова, В.Н. Павлова.

В жизни Горна Бонифатьевича очень большую роль играла классическая музыка. Вряд ли она служила для него отдыхом – слишком сильное эмоциональное воздействие на него она оказывала. Особен-



Шаржи на Н.Н. Кадена (слева) и А.И. Пермякова.

но часто он слушал Баха, Чайковского и Рахманинова. В каком-то разговоре на кафедре собеседник Горна Бонифатьевича сказал, что, может быть, Чайковский устарел, на что Горн Бонифатьевич заметил: «не знаю, эта музыка берет меня за горло». И этим все сказано. Не будучи музыкантом, он хорошо разбирался в тонкостях исполнения тех или иных произведений.

Горн Бонифатьевич очень любил А.П. Чехова и перечитывал его постоянно; особенно ценил «Степь»

и «Скучную историю». Из других жизненных привязанностей нельзя умолчать о его любви к животным, особенно к собакам, которые окружали его с детства, а позднее – и к кошкам.

Последние годы жизни Горна Бонифатьевича были омрачены тяжелой болезнью, но в периоды временного улучшения он рвался на кафедру, душой он оставался там. Скончался Горн Бонифатьевич Кедров 31 декабря 1998 года.

Т.Д. Веселова, А.К. Тимонин

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ Г.Б. КЕДРОВА

1961

Ход прироста древесины у ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) в связи с условиями существования // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. № 4. С. 114–122.

1963

Кедров Г.Б. Особенности прироста древесины у ясеня обыкновенного при дефолиации // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 68. № 2. С. 91–98.

Кедров Г.Б. Прирост древесины у ясеня обыкновенного в связи с условиями произрастания // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 68. № 3. С. 152–153.

1965

Кедров Г.Б. О строении водопроводящей системы древесины ясеня (*Fraxinus excelsior* L.) // Вторая

годовая научная конференция, 13–15 апреля 1965: Рефераты научных сообщений. Биолого-почвенный факультет МГУ. М., С. 162–163.

Кедров Г.Б. О значении промежуточных контактов сосудов древесины ясеня // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. № 2. С. 140–146.

1967

Кедров Г.Б. Взаимосвязь некоторых признаков древесины двудольных и ее эволюционное значение // Морфология высших растений. М., С. 49–69.

Кедров Г.Б. О биологическом значении центробежного формирования древесины относительно сосудов // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. № 7. С. 64–69.

1969

Кедров Г.Б. К определению типа гинцея // Вестн. Моск. ун-та. Сер. биол., почвовед. № 6. С. 44–46.

1971

Кедров Г.Б. О радиальных путях передвижения воды в древесине некоторых хвойных растений // Всесоюзная конференция по современным проблемам древесиноведения: Тез. докл. Минск. С. 20–23.

Кедров Г.Б. О структуре и некоторых функциях живой системы древесины // Морфология цветковых растений. М. С. 135–156.

Кедров Г.Б. О связях между эволюцией камбия и древесины // 4-е Московское совещание по филогении растений. М. Ч. 1. С. 63–67.

1973

Кедров Г.Б. О строении радиальных водопроводящих путей в древесине некоторых хвойных растений // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. № 10. С. 67–73.

1975

Кедров Г.Б. Об уменьшении числа окаймленных пор в трахеидах хвойных в процессе эволюции // Вест. Моск. ун-та. Сер. биол. Почвоведение. № 5. С. 107–108.

Кедров Г.Б. О значении неярусного расположения камбиальных клеток у растений с трахеидальной вторичной древесиной // Тез. докл. на XII-ом Международном ботаническом конгрессе. Л. Ч. 1. С. 252.

1976

Кедров Г.Б. О биологическом значении антиклинальных делений после повреждения камбия // Доклады МОИП, 2-е полугодие 1972 г. М. С. 95–97.

Кедров Г.Б. О функциях торуса (на примере древесины хвойных) // Докл. МОИП (октябрь – декабрь 1973 г. Зоология и ботаника). М. С. 27–28.

1981

Кедров Г.Б. О функциях механической системы древесины *Betula pendula* Roth // Морфологическая эволюция высших растений. Мат-лы 6-го Московского совещания по филогении растений. М. С. 56–57.

1982

Кедров Г.Б. О значении лестничных трахеид вторичной древесины двудольных // Докл. МОИП. М. С. 88–90.

1983

Кедров Г.Б. К методике термической обработки срезов древесины // Вест. Моск. ун-та. Сер. биология. № 2. С. 72–73.

1984

Кедров Г.Б. О факторах, определяющих приуроченность окаймленных пор к радиальным стенкам трахеид вторичной трахеидальной древесины // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 89. № 2. С. 70–82.

Кедров Г.Б. Древесина как путь нисходящего тока веществ // I Всесоюзная конференция по анатомии растений: Тез. докл. Л. С. 69–70.

1985

Кедров Г.Б. О водопроводящей системе ксилемы дуба как пути нисходящего тока веществ // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. № 6. С. 78–82.

1986

Кедров Г.Б. О дифференциации древесины гинкго (*Ginkgo biloba* L.) // Источники информации в филогенетической систематике растений. М.С. 32–33.

Кедров Г.Б. О строении водопроводяще-механического комплекса древесины *Ginkgo biloba* L. // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 92. № 4. С. 81–90.

2012

Kedrov G.B. Functioning wood // *Wulfenia*. 2012. Vol. 19. P. 57–95.

Поступила 20.01.13

Сведения об авторах: *Веселова Татьяна Дмитриевна* - науч. сотр. кафедры высших растений биологического факультета МГУ, канд. биол. наук; *Тимонин Александр Константинович* – профессор кафедры высших растений биологического факультета МГУ, докт. биол. наук (timonin58@mail.ru).

Biological series
Volume 118. Part 5
2013

C O N T E N T S

<i>Zavyalov N.A.</i> Long-Term Variability of Territory Marking by Beavers (<i>Castor fiber</i> L.), and forming of Biological Signal Field	3
<i>Prokopenko E.V. Martynov V.V.</i> The Features of Karakurt <i>Latrodectus tredecimguttatus</i> (P. Rossi, 1790) (Aranei, Theridiidae) Biology in Northern Cis-Azov	12
<i>Kolosova E.G., Zhitina L.S., Ilyash L.V., Melnikov I.A.</i> Seasonal Dynamic of Species Composition and Abundance of Fauna of Coastal Ice in the Velikaya Salma Strait of Kandalaksha Bay of the White Sea	23
<i>Krasnova E.D., Nikulina T.V., Vlasova S.N., Mardashova M.V., Smirensky S.M.</i> Evaluation of the Sanitary and Biological Status of Water Bodies in Gyltchin River Watershed in June 2011	31
<i>Toskina I.N.</i> About Species of the Genus <i>Anitys</i> Thomson, 1863 (Coleoptera: Ptinidae: Dorcatominae)	40
<i>Rappoport A.V., Lysak L.V., Marfenina O.Ye., Rakhleeva A.A., Stroganova M.N., Terekhova V.A., Mitrofanova N.V.</i> Ecological Soil Research in Moscow and Saint-Petersburg Botanical Gardens	45
<i>Scientific communications</i>	
<i>Novakovskaya I.V., Patova E.N.</i> Algae of Mountain Tundra Soils in The North End Polar Urals	57
<i>Shiryayev A.G.</i> Geographical Specificity of the Tundra and Boreal Biota of Clavarioid Fungi in Chukotka	67
<i>Jubilee</i>	
<i>Veselova T.D., Timonin A.C.</i> 90th anniversary of Gorn Bonifatievich Kedrov	80

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА
«БЮЛЛЕТЕНЬ МОСКОВСКОГО ОБЩЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ.
ОТДЕЛ БИОЛОГИЧЕСКИЙ»**

1. Журнал «Бюллетень МОИП. Отдел биологический» публикует статьи по зоологии, ботанике, общим вопросам охраны природы и истории биологии, а также рецензии на новые биологические публикации, заметки о научных событиях в разделе «Хроника», биографические материалы в разделах «Юбилеи» и «Потери науки». К публикации принимаются преимущественно материалы членов Московского общества испытателей природы. Никаких специальных направлений, актов экспертизы, отзывов и рекомендаций к рукописям статей не требуется. Правильно оформленные и подобранные рукописи следует направлять ПРОСТЫМ (НЕ заказным и НЕ ценным) почтовым отправлением по адресу: 125009, Москва, ул. Б. Никитская, 6, комн. 9, редакция «Бюллетеня МОИП. Отдел биологический» или по электронной почте на адрес: **moip_secretary@mail.ru.** секретарю редколлегии Ниловой Майе Владимировне (ботаника); рукописи по зоологии — куратору зоологии Свиридову Андрею Валентиновичу на адрес редакции. Контактные телефоны: (495)-939-27-21 (Нилова, ботаника), (495)-629-48-73 (Свиридов, зоология), (495)-697-31-28 (ведущий редактор издательства). Звонить в середине дня.

2. **Рукописи**, включая список литературы, таблицы и резюме, **не должны превышать 15 страниц** для сообщений, 22 страницы для статей обобщающего характера и излагающих существенные научные данные, 5 страниц для рецензий и хроникальных заметок. В работе **обязательно должен быть указан индекс УДК**. Подписи к рисункам и резюме следует начинать с отдельных страниц. Страницы должны быть пронумерованы. В научной номенклатуре и при таксономических процедурах необходимо строго следовать последнему изданию Международного кодекса зоологической или ботанической номенклатуры. Это относится и к приведению авторов названий таксонов, употреблению при этом скобок, использованию сокращений типа «sp. n.» и т.д. В заголовке работы следует указать на таксономическую принадлежность объекта(ов) исследования. Например: (Aves, Sylviidae). Латинские названия родового и более низкого ранга следует давать курсивом, более высокого ранга — прямым шрифтом. Названия синтаксонов всех рангов следует выделять курсивом. Фамилии авторов названий таксонов и синтаксонов, а также слова, указывающие на ранг названий (“*subsp.*”, “*subgen.*” и т.п.) даются прямым шрифтом. Названия вновь описываемых таксонов, а также новые имена, возникающие при комбинациях и переименованиях, выделяются полужирным шрифтом.

3. **Текст работы должен быть набран на компьютере.** В редакцию представляется электронный вариант статьи и 2 экземпляра распечатки. Распечатка через 2 интервала шрифтом 12 кегля в WIN-WORD. Электронный вариант рукописи может быть представлен на CD-диске или по электронной почте. Текст можно сохранить с расширением .doc или .rtf.

Редакция оставляет за собой право не рассматривать рукописи, превышающие установленный объем или оформленные не по правилам.

4. **В ссылках на литературу** в тексте работы приводится фамилия автора с инициалами и год публикации в круглых скобках, например: «как сообщает А.А. Иванова (1981)». Если автор публикации в тексте не указывается, ссылка должна иметь следующий вид: «ранее сообщалось (Иванова, 1981), что...». Если авторов литературного источника три и более, ссылка дается на первую фамилию: «(Иванова и др., 1982)». Ссылки на публикации одного и того же автора, относящиеся к одному году, обозначаются буквенными индексами: «(Матвеев, 1990а, 1990б, 1991)». В списке литературы работы не нумеруются. Каждая работа должна занимать отдельный абзац. Кроме фамилии и инициалов автора(ов) (перечисляются все авторы), года издания и точного названия работы, в списке литературы обязательно нужно указать место издания (если это книга), название журнала или сборника, его том, номер, страницы (если это статья). Для книг указывается общее число страниц. Примеры оформления библиографической записи в списке литературы:

Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР. Л., 1978. 189 с.

Конспект флоры Рязанской Мещеры / Под ред. В.Н.Тихомирова. М., 1975. 328 с. [или С. 15–25, 10–123].

Нечаева Т.И. Конспект флоры заповедника Кедровая Падь // Флора и растительность заповедника Кедровая Падь. Владивосток, 1972. С. 43–88 (Тр. Биол.-почв. ин-та Дальневост. центра АН СССР. Нов. сер. Т. 8, вып. 3).

Юдин К.А. Птицы // Животный мир СССР. Т. 4. М.; Л., 1953. С. 127–203.

Толмачев А.И. Материалы для флоры европейских арктических островов // Журн. Русск. бот. об-ва. 1931. Т. 16, вып. 5–6. С. 459–472.

Randolph L.F., Mitra J. Karyotypes of *Iris pumila* and related species // Am. J. of Botany. 1959. Vol. 46, N 2. P. 93–103.

5. **Рисунки** предоставляются на отдельных листах в 2 экз. Рисунки не должны превышать формата страницы журнала (с учетом полей). **Фотографии** размером 6 x 9 или 9 x 12 см принимаются в 2 экземплярах на глянцевой бумаге с накатом. Изображение должно быть четким, без серых тонов. На обороте одного из экземпляров карандашом следует указать номер иллюстрации, фамилию первого автора статьи, название статьи, **верх** и **низ**. В статье не должно быть более трех иллюстраций (включая и рисунки, и фотографии). Цветные иллюстрации не принимаются. Электронный вариант иллюстрации принимается в формате TIFF, JPG или CDR. Подписи к иллюстрациям даются только на отдельной странице.

6. **Резюме и название работы** даются на английском и русском языках. Приводится английское написание фамилий авторов. Редакция не будет возражать против пространныго резюме (до 1,5 страниц), если оно будет написано на хорошем научном английском языке; в противном случае резюме будет сокращено и отредактировано. Для рецензий и заметок следует привести только перевод заглавия и английское написание фамилий авторов.

7. **Материалы по флористике**, содержащие только сообщения о находках растений в тех или иных регионах, публикуются в виде заметок в разделе «Флористические находки». Для растений, собранных в Европе, следует указывать точные географические координаты. В качестве образца для оформления подобных заметок следует использовать публикации в вып. 3 или 6 за 2006 г. «Флористические заметки» выходят в свет два раза в год в третьем и шестом выпусках каждого тома. Комплектование третьего выпуска куратором заканчивается 1 декабря, шестого – 15 апреля. Во «Флористических заметках» публикуются оригинальные данные, основанные на достоверных гербарных материалах. Представленные данные о находках в виде цитирования гербарных этикеток не должны дублироваться авторами в других периодических изданиях, сборниках статей, тезисах и материалах конференций. Ответственность за отбор материала для публикации полностью лежит на авторе. Изложение находок в заметке должно быть по возможности кратким. Не допускаются обширная вводная часть, излишне длинное обсуждение находок и перегруженный список литературы. Роды располагаются по системе Энглера, виды внутри родов — по алфавиту. Предоставляемая рукопись должна быть тщательно проверена и не содержать сомнительных данных. Оформление рукописей должно максимально соответствовать опубликованным «Флористическим заметкам» в последнем выпуске журнала. Размер одной заметки не должен превышать 27 500 знаков (включая пробелы). Таблицы, карты, рисунки не допускаются. Большие по объему рукописи или рукописи, содержащие нетекстовые материалы, могут быть приняты в журнал «Бюллетень МОИП. Отдел биологический» в качестве статьи на общих основаниях. Редакция оставляет за собой право сокращения текста заметки или отклонения рукописи целиком. В редакторе MS WORD любой версии рукопись должна быть набрана шрифтом Times New Roman (12 пунктов) через два интервала и оформлена таким же образом, как в последних опубликованных выпусках «Флористических заметок». Это касается объема вступительной части, порядка следования данных при цитировании этикеток, обсуждения важности находок, благодарностей, правила оформления литературы (только важные источники!). Дополнительные данные (фитоценологические, диагностические, номенклатурные, систематические) публикуются в исключительных случаях, когда найденный вид является новым для какого-либо обширного региона (России в целом, европейской части, Кавказа и т.п.) или данные о нем в доступных русскоязычных источниках представляются неполными или ошибочными. Заметки должны быть представлены куратору в электронном и распечатанном виде. Электронная версия в форматах *.doc или *.rtf, полностью идентичная распечаткам, отправляется по электронной почте прикрепленным файлом на адрес allium@hotmail.ru или предоставляется на дискете или CD-диске. Два экземпляра распечаток отправляются почтой по адресу: 119992, Москва, Ленинские горы, МГУ, биологический факультет, Гербарий, Серегину Алексею Петровичу или предоставляются в Гербарий МГУ лично (ком. 401 биолого-почвенного корпуса).

8. **Рецензии** на книги, вышедшие тиражом менее 100 экз., препринты, рефераты, работы, опубликованные более двух лет назад, не принимаются. Рецензии, как правило, не следует давать названия: ее заголовком служит название рецензируемой книги. Обязательно нужно приводить полные выходные данные рецензируемой работы: фамилии и инициалы всех авторов, точное название (без сокращений, каким бы длинным оно ни было), подзаголовки, место издания, название издательства, год публикации, число страниц (обязательно), тираж (желательно).

9. **В рукописи должны быть указаны для всех авторов:** фамилия, имя, отчество, место работы, должность, звание, ученая степень, служебный адрес (с почтовым индексом), номер служебного телефона, **адрес электронной почты** и номер факса (если Вы располагаете этими средствами связи).

10. **Оттиски** статей авторы могут получить после выхода выпуска в Редакции журнала. Оттиски не высылаются, редакционная переписка ограничена.