

ВЕСТНИК

Института биологии Коми НЦ УрО РАН

КРАСНАЯ КНИГА
РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Стрекоза плоская
Libellula depressa (Linnaeus, 1758)

2004
№ 8(82)



КРАСНАЯ КНИГА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Стрекоза плоская *Libellula depressa* (Linnaeus, 1758)

Стрекозы составляют особый отряд насекомых — *Odonata*. Стрекоза плоская относится к семейству настоящих стрекоз (*Libellulidae*) подотряда неравнокрылых (*Anisoptera*). Свое название получила благодаря форме брюшка, которое заметно уплощено и расширено по сравнению с другими стрекозами. Самка желто-бурого цвета, бока тела с желтыми пятнами. Самец отличается красивым брюшком небесно-голубого цвета. Длина брюшка — 26 мм, длина крыла — 33-37 мм. Прозрачные крылья, пронизанные густой

сетью мелких жилок, имеют при основании большое темно-коричневое пятно. Когда стрекоза сидит, крылья не складывает, а держит их горизонтально.

Стрекоза плоская распространена в Европейской части России, на Алтае. В Республике Коми отмечалась в средней подзоне тайги: в окрестностях гг. Сыктывкар и Ухта.

Местами обитания стрекозы плоской являются водоемы со стоячей и слабопроточной водой, богатой околородной растительностью, илистым или глинистым грунтом. Личинки развиваются в воде, взрослые насекомые летают вблизи водоемов с июня по август. Стрекозы активны днем; они стремительно летают над водой, по берегам водоемов; схватывают комаров, мух, слепней, бабочек. Мелких насекомых они поедают на лету, с более крупными садятся на ветку или травинку, измельчают их с помощью мощных зазубренных челюстей и вновь начинают охотиться. Вечером, когда становится прохладно, садятся на околородные растения и проводят ночь в оцепенении. Ночью и рано утром «спящую» стрекозу легко можно взять в руки, в то время как днем к этим глазастым хищникам очень трудно подойти.

Оплодотворенная самка откладывает яйца в воду. Кладка имеет вид студенистого прозрачного комочка, в котором отдельные яйца просвечивают в виде коричневых зернышек. Комки эти прикрепляются к подводным частям растений. Из яиц выходят личинки, которые мало похожи на взрослых насекомых. Держатся они преимущественно на дне, часто в слое ила. Как и взрослые насекомые, ведут хищный образ жизни: питаются дафниями, личинками поденок, комаров, водных жуков; нападают на мальков рыб. Они очень прожорливы: вес съеденной за сутки пищи может превышать вес их собственного тела. Личинки охотятся с помощью маски — видоизмененной нижней губы. У представителей рода *Libellula*, ведущих придонный образ жизни, маска шлемовидная; она имеет вид глубокого ковшка, с помощью которого личинка отыскивает в отложениях ила мелких животных. Хватательные лопасти маски, усаженные щетинками, образуют щедильный аппарат.

Дышат личинки с помощью трахейных жабр, которые расположены в полости задней кишки. Сжимая и разжимая мышцы брюшка, личинка нагнетает воду в заднюю кишку и выталкивает ее. Такой способ дыхания позволяет ей особым образом двигаться: при сильном «выдохе» тело быстрым толчком устремляется вперед.

Личинка развивается два года; она дважды зимует, причем и подо льдом ведет активный образ жизни. В процессе роста она 10-11 раз линяет и на третий год превращается во взрослую стрекозу. Выросшая личинка по стеблям осоки и других растений выползает из воды и становится неподвижной. Ее покровы высыхают, она переходит к воздушному дыханию через дыхальца. Через некоторое время на спинной стороне появляется трещина, и из покровов постепенно выбирается взрослая стрекоза с мягкими сморщенными крыльями. Постепенно под давлением полостной жидкости крылья расправляются, затвердевают и становятся прозрачными. Весь процесс вылупления протекает очень быстро; вскоре стрекоза, согретая лучами солнца, улетает. На растении остается лишь пустая шкурка — экзувий.

Стрекозы очень хорошо летают, их можно встретить далеко от водоемов: в лесу и даже в городе. Для представителей семейства *Libellulidae* характерны дальние многокилометровые перемещения стаями. Они происходят в конце лета, способствуют расселению насекомых.

В Республике Коми стрекоза плоская встречается единично. На численности вида отрицательно сказывается антропогенное загрязнение водоемов. Необходимо следить за чистотой водоемов в местах обитания стрекозы плоской, не допускать их загрязнения хозяйственными отходами.

Вид включен в Красную книгу Республики Коми.

к.б.н. **Е. Мелехина**

Фото на обложке: взрослая стрекоза — Н. Вихрева: <http://www.rosfoto.ru>,
личинка стрекозы и местообитание — Е. Мелехиной.



Мелехина Елена Николаевна (16.08.1959)

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

Должность: научный сотрудник.

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

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

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



ЭФФЕКТЫ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКИ

д.б.н. В. Зайнуллин
 зав. лабораторией радиационной генетики
 E-mail: zainullin@ib.komisc.ru, тел.: (8212) 43 05 60

Научные интересы: *экологическая генетика*

Существующее в экологии правило Либиха дополнено многими положениями. К этой группе уточнений закона Либиха примыкает несколько отличное от других правило фазовых реакций «польза-вред»: малые концентрации токсиканта действуют на организм в направлении усиления его функций (их стимулирования), тогда как более высокие концентрации угнетают или даже приводят к его смерти. Без сомнения, это правило можно отнести и к действию ионизирующей радиации – облучение в малых и больших дозах приводит к различным биологическим последствиям [13, 15].

В определении понятия «эффектов малых доз радиации» существует два аспекта: физический и биологический [14, 21, 38]. В соответствии с физическими представлениями, механизмы взаимодействия излучения с веществом остаются неизменными во всем диапазоне доз. Вероятность повреждения находится в линейной зависимости от дозы облучения, а малые дозы соответствуют такому уровню воздействия излучения на биологическую систему, когда наблюдается только одно событие пролета ионизирующей частицы через заданный биологический объем [21].

Уже и раньше были известны понятия чувствительного объема и чувствительной мишени, повреждение которых имеет для клетки решающее значение [31]. В настоящее время общепризнанно, что мишенью действия ионизирующего излучения служит ДНК ядра. Микродозиметрические расчеты показывают, что суммарная поглощенная доза 0.01 Гр (1 рад) гамма-излучения ^{60}Co вызывает в среднем три повреждения ядра. При снижении суммарной поглощенной дозы уменьшается количество попаданий в мишень, соответственно падает и доля пораженных ядер [23].

Учитывая вышесказанное, можно более точно определить понятие «малой дозы» облучения: это такая доза облучения, при которой фракция поврежденных чувствительных объектов меньше 0.2 ($F < 0.2$). Такой уровень достигается при поглощенной дозе около 0.06 с Гр (60 мрад) [10].

В ядре-мишени, получившем попадание, поглощается энергия, величина которой варьирует в широких пределах: так, для гамма-излучения ^{60}Co ее максимальное и минимальное значения отличаются более чем в 100 раз [24]. Средняя энергия, поглощенная в мишени при одном акте попадания, для данного типа излучения является характерной величиной и она различна для разных типов излучений с разной величиной ЛПЭ.

Поглощение энергии при прохождении ионизирующей частицы через мишень вызывает специфическое и неспецифическое изменения. Первую группу образуют разрывы ДНК, из которых самым существен-

ным является двойной разрыв макромолекулы. Для его возникновения необходимо абсорбировать энергию около 100 эВ в мишени размером примерно 3 нм. В этой точке в определенной степени соприкасаются области действия малых и больших доз облучения. Для возникновения двойного разрыва ДНК необходима вышеприведенная локальная энергия, хотя общая поглощенная доза может быть любой. Остальным изменениям в ДНК (однонитевые разрывы, повреждения оснований, поперечные сшивки) не уделяется большого значения из-за их быстрого восстановления. Двойные разрывы ДНК тоже восстанавливаются, но гораздо медленнее [30]. Здесь мы подходим к другому существенному аспекту действия малых доз – действию излучения с низкой мощностью поглощенной дозы. При этом существенным становится не только количество попаданий в мишень, но и то, как часто они происходят. Если интервал между двумя попаданиями достаточно велик (около нескольких часов), естественно ожидать, что изменения, вызванные первым попаданием, успеют восстановиться, и действие второго попадания не будет зависеть от предшествующей дозы.

Второй аспект «малых доз» – биологический. В диапазоне малых доз наблюдается индукция широкого спектра биологических эффектов, которые включают адаптивный ответ [17, 48], гормезис [11, 49] и генетическую нестабильность [26]. Это связано с тем, что облучение в малых дозах вызывает активацию ряда клеточных механизмов, которые модифицируют клеточный ответ на повреждающее действие радиации и определяют нелинейный характер зависимости эффекта от дозы [3, 5, 12, 14, 21]. Поэтому с биологической точки зрения наиболее уместно определить диапазон малых доз облучения по принципу формирования специфических радиобиологических эффектов, которые отличаются от эффектов облучения в больших дозах [12, 38]. Также необходимо учитывать, что в условиях хронического облучения популяций неизбежно адаптивное изменение спектра радиобиологических реакций, и, при более универсальном рассмотрении проблемы, малыми дозами облучения (воздействия) можно считать те дозы, которые не вызывают соматической гибели организма [5].

Следует отметить, что ионизирующая радиация влияет на клеточные функции на всех уровнях организации клетки, но повреждение ДНК, как уже отмечалось, представляет наиболее критическое для клетки и организма событие [51]. Ионизирующая радиация индуцирует повреждения ДНК не только при непосредственном попадании ионизирующей частицы, но и косвенно, через индукцию свободных радикалов [12, 14]. Эти повреждения имеют неодинаковую природу.

При прямом повреждении ДНК индуцируются повреждения оснований, сшивки ДНК-ДНК и ДНК-белок, одно- и двуниевые разрывы ДНК [39]. Мутации, индуцируемые косвенным способом, имеют природу, сходную со спонтанными мутациями, и в основном представлены повреждениями оснований и однонитевыми разрывами ДНК [41]. Клетка имеет механизмы, которые защищают генетический материал от повреждений. Эти механизмы, прежде всего, обеспечивают контроль клеточного цикла [36], детоксикацию активных форм кислорода [27] и репарацию генетических повреждений [20].

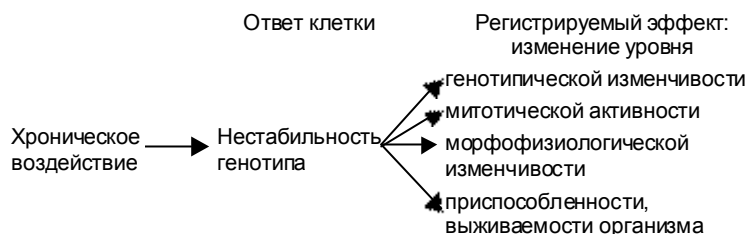
Наибольшую опасность для клетки представляют двуниевые разрывы ДНК [51], поэтому активация индуцибельных клеточных механизмов происходит именно на этот тип повреждений. Двунические разрывы ДНК являются индукторами таких эффектов малых доз облучения, как адаптивный ответ [48] и генетическая нестабильность.

Другой тип реакций, который наблюдается в диапазоне малых доз, относится к индуцированной генетической нестабильности [26]. Понятие генетической нестабильности можно отнести к широкому спектру клеточных реакций в ответ на облучение. Оно включает изменения кариотипа и генные мутации, амплификацию генов и нестабильность хромосом, нарушение процессов репарации и опухолевую трансформацию клеток [28]. Механизмы, лежащие в основе формирования генетической нестабильности, еще не выявлены [49]. Допускают, что может существовать субпопуляция клеток (клеток онтогенетического резерва), которые обладают повышенной чувствительностью к облучению и отвечают за формирование эффектов генетической нестабильности [21, 32, 40]. Поскольку прямого воздействия облучения на ДНК не происходит, предполагают, что в формировании нестабильности могут участвовать эпигенетические механизмы [34]. Кроме того, процессу генетической нестабильности способствует дефицит репаративной активности, нарушения в контроле клеточного цикла и апоптотической гибели клеток [34].

Явление генетической нестабильности также может быть обусловлено активностью мобильных генетических элементов. В отличие от непосредственных повреждений ДНК, которые устраняются в процессе репарации или закрепляются в виде стабильных мутаций, активация мобильных генетических элементов может вести к нескольким циклам транспозиций, вызывать образование нестабильных мутаций и способствовать многократному увеличению повреждений ДНК после действия облучения, как это показано на примере транспозона *Mi* кукурузы [44]. В некоторых случаях высокий уровень транспозон-индуцированной мутабельности лабораторных линий дрозофилы может быть обусловлен отбором на низкий уровень приспособленности и наблюдаться в течение сотен поколений [16]. Предполагают, что у *Drosophila melanogaster* процесс генотипической адаптации к мутагенному действию облучения может сопровождаться активацией мобильных генетических элементов [37]. Роль этих генетических факторов, по-видимому, заключается в комплексном изменении адаптивно важных признаков при встраивании в регуляторные области генов [1, 18]. Это показывает, что мобильные элементы играют большую

роль в обеспечении связи между генетической изменчивостью и приспособленностью организмов к неблагоприятным условиям существования.

Таким образом, особенностью эффектов малых доз облучения является широкий спектр биологических реакций:



Главные последствия малых доз радиации на многоклеточный организм, прежде всего, являются для него неблагоприятными. Сюда относятся генетические изменения, повышенная мутабельность и уровень канцерогенеза, а также возможная дегенерация клеток и их ускоренное старение.

Однако, возможно и «благоприятное» действие малых доз, так называемый радиационный гормезис. В литературе имеется достаточно много результатов, свидетельствующих о гормезисе. Например, более низкий процент возникновения опухолей в областях с повышенным радиационным фоном, благоприятные изменения в иммунной системе после воздействия малых доз облучения, изменения роста растений и т.д. [43]. К оценке этих результатов следует подходить весьма осторожно. Часто сложно отличить первичный, положительный эффект радиации от результатов, вызванных регуляторными процессами, которые возможно, индуцированы повреждением других тканей.

В 1962 г. была показана возможность использования *Drosophila melanogaster* в изучении генетических эффектов облучения в малых дозах [2]. Частота индуцированных облучением в дозе 0.2 Гр рецессивных сцепленных с полом летальных мутаций (РСПЛМ) превышала контрольный уровень в 2-4 раза. Без сомнения, это одна из немногих публикаций того времени, в которой была показана большая эффективность облучения в малых дозах, нежели величина, полученная при простой экстраполяции величины эффекта обнаруживаемого при облучении в больших дозах, на малые. Сегодня большинство исследований свидетельствует о высокой генетической эффективности облучения в малых дозах [4].

Согласно НКДАР ООН, для излучений с низкой величиной линейной потери энергии (ЛПЭ) малыми дозами и радиации можно считать дозы, не превышающие 0.2 Гр [42]. Считают, что облучение в дозах такой мощности не приводит к вредным для организма последствиям, поскольку наблюдаемый уровень индуцированных повреждений ДНК в несколько раз ниже уровня спонтанных повреждений [25].

Однако, как мы уже отметили выше, облучение в дозе 0.2 Гр приводит к достоверно значимому повышению частоты рецессивных мутаций у дрозофилы, что показывает на существование сложных эпигенетических механизмов, модифицирующих радиобиологические реакции на воздействие в диапазоне малых доз [29, 35].

Итак, отсутствие порога в индукции генетических нарушений под действием облучения не вызывает сомнений. С другой стороны, очевидно, что облучение в малых дозах приводит к индукции ряда генетических и эпигенетических механизмов, могущих существенно модифицировать результат действия облучения, и что позволяет предполагать сложность предсказания величины конечных радиобиологических реакций. Основным компонентом в определении эффектов облучения в малых дозах является индуцированная генетическая нестабильность, на фоне которой возможна реализация разнообразных радиобиологических реакций, приводящих как к стимуляции, так и значимому угнетению жизненно важных функций клетки или организма.

Первые работы по генетике облученных популяций дрозофилы были выполнены еще в 50-х годах [45-47], в которых была обнаружена несколько большая жизнеспособность облученных гетерозигот в дозе 5 Гр (мощность 5.1 сГр/ч) линий в сравнении с необлученными гомозиготами. Однако эти результаты не были подтверждены работами иных исследователей [33], показавшими, что почти во всех случаях особи, гетерозиготные по облученной второй хромосоме, имели пониженную жизнеспособность по сравнению с контролем. Причиной таких различий могли быть отличия в характере воздействия – пролонгированное в первом случае и фракционированное во втором – механизмы действия хронического и фракционированного воздействия на клетку могут быть различными.

В экспериментах по исследованию эффектов хронического облучения в малых дозах мы использовали лабораторные линии *Drosophila melanogaster* и природные популяции дрозофилы, отловленные в зоне аварии на Чернобыльской АЭС. На основании полученных в 1986, 1987 и 1989 гг. результатов были сделаны выводы о том, что хроническое облучение в малых дозах приводит к заметному изменению величины генетического груза [4]. Последующие эксперименты с использованием лабораторных и мутантных по репарации, апоптозу линий дрозофилы показали неоднозначность их реакции на облучение в малых дозах. Направление и величина реакции во многом определялась как генотипом линии, так и ее цитотипом, определяемом по паттерну мобильных генетических элементов [6-9, 19, 22].

Рассмотренная нами проблема особенностей реакции организмов на облучение в малых и больших дозах далека от полного разрешения. Более того, обостренная аварией на Чернобыльской АЭС, она обозначила требующие разрешения задачи экологической генетики – вопросы взаимосвязи хронического воздействия и генетических процессов в популяциях, точнее – эволюционную значимость хронического воздействия фактора низкой интенсивности.

В современной генетической теории эволюции предполагается, что наследственное разнообразие развивающейся популяции настолько велико, что всегда найдутся такие генотипы, которые обеспечат своим носителям лучшую приспособленность к изменившимся условиям среды. Мутационная изменчивость, возникающая случайно и ненаправленно, на приспособленность организма не влияет и не зависит от существующих на данный момент времени условий среды. Иными словами, механизмы возникновения нового гено-

типа, по сути дела, предполагают, что варианты, оказавшиеся в исследуемый момент адаптивными в данной среде, существовали в популяции и раньше, до воздействия данного фактора.

Если признать возможным эпигенетическое наследование, а облучение в малых дозах приводит к индукции эпигенетических механизмов, то мы приходим к принципиально иной схеме возникновения новой адаптивной изменчивости в популяции. А именно, новое проявление признака, обеспечивающее приспособленность его носителей к изменившимся условиям окружающей среды, может возникнуть в момент воздействия средового фактора и включиться в генотип популяции. Такое изменение возможно при пролонгированном, хроническом воздействии. Несмотря на низкую частоту такого события, его эволюционная значимость высока – такой признак может быть адаптивным, т.е. приспособительным. К тому же частота появления «адаптивных» мутаций столь мала, что может оказаться мало важной в сравнении с частотой возникновения новых, адаптивных обусловленных процессами эпигенеза признаков [52]. Наследование таких признаков, возникших как реакция организма на новые условия среды, повышает приспособленность особей и поэтому сразу включается в адаптивный потенциал вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздев В.А., Кайданов Л.З. Геномная изменчивость, обусловленная транспозициями мобильных элементов, и приспособленность особей *Drosophila melanogaster* // Журн. общ. биол., 1986. Т. 47, № 1. С. 53-63.
2. Глембоцкий Я.Л., Абелева Э.А., Лапкин Ю.А. Влияние малых доз ионизирующей радиации на частоту возникновения сцепленных с полом рецессивных летальных мутаций у дрозофилы // Радиационная генетика. М.: АН СССР, 1962. С. 312-318.
3. Зайнуллин В.Г. Генетические эффекты хронического облучения в малых дозах ионизирующего излучения. СПб.: Наука, 1998. 105 с.
4. Зайнуллин В.Г. Генетические эффекты хронического облучения низкой интенсивности // Радиационная биол. Радиоэкол., 1997. Т. 37, вып. 4. С. 555-559.
5. Зайнуллин В.Г. «Доза-эффект» в исследовании эффектов малых доз радиации // Радиочувствительность растений и животных биогеоценозов с повышенным естественным фоном радиации. Сыктывкар, 1988. С. 93-97. – (Тр. Коми НЦ УрО АН СССР; № 97).
6. Зайнуллин В.Г., Москалев А.А. Изменчивость продолжительности жизни имаго дрозофилы в условиях хронического облучения в малых дозах радиации // Радиационная биол. Радиоэкол., 2000. Т. 40, № 3. С. 281-284.
7. Зайнуллин В.Г., Москалев А.А. Исследование продолжительности жизни дрозофилы после облучения малыми дозами радиации и воздействия этопозиции // Усп. геронтол., 2002. Вып. 10. С. 51-63.
8. Зайнуллин В.Г., Москалев А.А. Радиоиндуцированное изменение продолжительности жизни лабораторных линий *Drosophila melanogaster* // Генетика, 2001. Т. 37, № 9. С. 1304-1306.
9. Зайнуллин В.Г., Шапошников М.В., Юраниева И.Н. Генетические эффекты у *Drosophila melanogaster*, индуцированные хроническим облучением в малых дозах // Радиационная биол. Радиоэкол., 2000. Т. 40. С. 567-575.
10. Карпфель А., Драшил В. Биологическое действие малых доз излучения // Проблемы и перспективы: Тр. рабочего совещ. по генетическому действию корпускулярных излучений. Дубна, 1989. С. 8-14.

11. Кузин А.М. Возможные механизмы участия природного радиационного фона (ПРФ) в стимуляции и деления клеток // Радиационная биология. Радиоэкол., 1994. Т. 34, вып. 2. С. 398-400.
12. Кузин А.М. О различии ведущих молекулярных механизмов при действии γ -радиации на организм в больших и малых дозах // Изв. АН СССР. Сер. биол., 1980, № 6. С. 883-890.
13. Кузин А.М. Стимулирующее действие ионизирующего излучения на биологические процессы. М.: Атомиздат, 1977. 133 с.
14. Кузин А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии. М., 1970. 222 с.
15. Кузин А.М. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии. М.: Наука, 1986. 284 с.
16. Направленный характер генетических изменений при длительном отборе линий *Drosophila melanogaster* по адаптивно важным признакам / Л.З. Кайданов, С.В. Мильников, О.В. Иовлева и др. // Генетика, 1994. Т. 30, № 8. С. 1085-1096.
17. Радиационно-индуцированный адаптивный ответ у детей и эффект внешних и внутренних факторов / И.И. Пелевина, Г.Г. Афанасьев, А.В. Алещенко и др. // Радиационная биология. Радиоэкол., 1999. Т. 39, вып. 1. С. 106-112.
18. Ратнер В.А., Васильева Л.А. Мобильные генетические элементы и количественные признаки у дрозофилы: факты и гипотезы // Генетика, 1992. Т. 28, № 11. С. 15-27.
19. Современные аспекты радиобиологии *Drosophila melanogaster* / В.Г. Зайнуллин, М.В. Шапошников, А.А. Москалев, А.И. Таскаев. Екатеринбург: Наука, 2001. 102 с.
20. Сойфер В.Н. Репарация генетических повреждений // Соросовский образовательный журнал, 1997, № 8. С. 4-13.
21. Снитковский Д.М. Концепция действия низких доз ионизирующей радиации на клетки и ее возможное использование для интерпретации медико-биологических последствий аварии на ЧАЭС // Радиационная биология. Радиоэкол., 1992. Т. 32, вып. 3. С. 382-400.
22. Шапошников М.В., Зайнуллин В.Г. Уровень дисгенной стерильности и рецессивных летальных мутаций, индуцированных у лабораторных линий *Drosophila melanogaster* хроническим гамма-облучением в малых дозах // Генетика, 2000. Т. 36, № 4. С. 487-492.
23. Bond V.P., Feinendegen L.E., Booz J. What is a «low dose» of radiation? // Intrn. J. Radiat. Biol., 1988. Vol. 53. P.1-12.
24. Booz J., Feinendegen L.E. A micro-dozimetric understanding of low-dose radiation effects // Ibid. P. 13-21.
25. Cellular signal adaptation with damage control at low doses versus the predominance of DNA damage at high doses / L.E. Feinendegen, V.P. Bond, C.A. Sondhaus et al. // R. Acad. Sci. III, 1999. Vol. 322, № 2-3. P. 245-251.
26. Chromosomal instability in human lymphocytes after low dose rate irradiation and delayed mitogen stimulation / K. Holmberg, A.E. Mejer, M. Harms-Rindahl et al. // Intrn. J. Radiat. Biol., 1998. Vol. 73, № 1. P. 21-34.
27. Crawford D.R., Davies K.J. Adaptive response and oxidative stress // Environ. Health. Perspect., 1994. Vol. 102. Suppl. 10. P. 25-28.
28. Fragments of ATM which have dominant-negative or complementing activity / S.E. Morgan, C. Lovly, T.K. Pandita et al. // Mol. Cell. Biol., 1997. Vol. 17, № 4. P. 2020-2029.
29. Grosovsky A.J. Radiation-induced mutations in unirradiated DNA // Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1999. Vol. 96, № 10. P. 5346-5347.
30. Handschack W., Malz W. Rejoining of DNA double-strand breaks in X- and neutron- irradiated Chinese hamster cells // Studia biophysica, 1980. Vol. 80. P. 141-148.
31. Lea D.E. Actions of radiation on living cells. Cambridge: Univ. Press, 1946. 30 p.
32. Little J.B. Induction of genetic instability by ionizing radiation // R. Acad. Sci. III, 1999. Vol. 322, № 2-3. P. 127-134.
33. Muller H.J., Falk R. Are induced mutations in *Drosophila* overdominant? II. Experimental results // Genetics, 1961. Vol. 46, № 7. P.727-736.
34. Murnane J. P. Role of induced genetic instability in the mutagenic effects of chemicals and a radiation // Mutat. Res., 1996. Vol. 367, № 1. P. 11-23.
35. Nagasawa H., Little J.B. Unexpected sensitivity to the induction of mutations by very low doses of alpha-particle radiation: evidence for a bystander effect // Radiat. Res., 1999. Vol. 152, № 5. P. 552-557.
36. Nojima H. Cell cycle checkpoints, chromosome stability and the progression of cancer // Hum. Cell., 1997. Vol. 10, № 4. P. 221-230.
37. Nothel H. Adaptation of *Drosophila melanogaster* populations to high mutation pressure: evolutionary adjustment of mutation rates // Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1987. Vol. 84, № 4. P. 1045-1049.
38. Pollycove M. Nonlinearity of radiation health effects // Environ. Health. Perspect., 1998. Vol. 10. Suppl. 1. P. 363-368.
39. Price A. The repair of ionising radiation-induced damage to DNA // Semin. Cancer. Biol., 1993. Vol. 4, № 2. P. 61-71.
40. Radiation-induced genomic instability: delayed mutagenic and cytogenetic effects of X rays and alpha particles / J.B. Little, H. Nagasawa, T. Pfenning et al. // Radiat. Res., 1997. Vol. 148, № 4. P. 299-307.
41. Targeted cytoplasmic irradiation with alpha particles induces mutations in mammalian cells / L.J. Wu, G. Randers-Person, Xu A et al. // Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1999. Vol. 96, № 9. P. 4959-4962.
42. United Nations scientific committee on the effects of atomic radiation. Annex B // Sources and effects of ionizing radiation: UNSCEAR 1994 Report to the General Assembly, with scientific annexes/ N.-Y.: UN, 1995. P. 185-272.
43. Wachsmann F. Are small doses really so dangerous? // Electromedica, 1987. Vol. 55. P. 86-90.
44. Walbot V. UV-B damage amplified by transposons in maize // Nature, 1999. Vol. 397, № 6718. P. 398-399.
45. Wallace B. Genetics changeover in *Drosophila* populations // Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1986. Vol. 83, № 5. P. 1374-1378.
46. Wallace B. Studies on irradiated populations of *Drosophila melanogaster* // J. Genetics, 1956. Vol. 54, № 2. P. 280-293.
47. Wallace B. The average effect of radiation-induced mutations on viability in *Drosophila melanogaster* // Evolution., 1958. Vol. 12. P. 532-556.
48. Wolf S. The adaptive response in radiobiology: evolving insights and implications // Environ. Health. Perspect., 1998. Vol. 106. Suppl. 1. P. 277-283.
49. Wright E.G. Radiation-induced genomic instability in haemopoietic cells // Int. J. Radiat. Biol., 1998. Vol. 74, № 6. P. 681-687.
50. Wyngaarden K.E., Pauwels E.K. Hormesis: are low doses of ionizing radiation harmful or beneficial? // Eur. J. Nucl. Med., 1995. Vol. 22, № 5. P. 481-486.
51. Zdzienicka M.Z. Molecular processes and radiosensitivity // Strahlenther Onkol., 1997. Vol. 173, № 9. P. 457-461.
52. Zhivotovskiy L.A. A model of the early evolution of soma-to-germline feedback // J. Theoret. Biol., 2002. Vol. 216. P. 51-57. ❖

**ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ
В ПОЧВАХ ФОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ**



д.с.-х.н. **В. Безносиков**
зав. отделом почвоведения,
E-mail: soil@ib.komisc.ru
тел.: (8212) 24 51 15

Научные интересы:
экология и химия почв



к.х.н. **Б. Кондратенко**
зав. экоаналитической лабораторией,
E-mail: kondratenok@ib.komisc.ru
тел.: (8212) 24 50 12

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



аспирант **Д. Габов**
E-mail: gabov@ib.komisc.ru

Научные интересы:
полициклические ароматические
углеводороды в природных объектах

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) принадлежат к гомологическому ряду бензола и различаются числом бензольных колец в структуре молекулы. Незамеченные в две группы веществ, различающихся способом присоединения бензольных колец и компактностью строения молекул: ката- и пери-конденсированные углеводороды [5]. В основе углеводородов ката-конденсированного типа лежит одинарное бензольное ядро, присоединение последующих ароматических колец к которому осуществляется либо линейно – образуются углеводороды с линейным расположением бензольных колец – «ацены» (нафталин, антрацен, тетрацен), либо под углом – образуются углеводороды с угловым расположением бензольных колец – «фены» (фенантрен, тетрафен, пентафен, хризен, пицен, трифенилен). Элементарной структурной единицей углеводородов пери-конденсированного типа является дифенил – вещество, состоящее из двух бензольных колец, соединенных между собой простой связью. Присоединение к нему дополнительных ароматических колец происходит тем же образом, что и к углеводородам ката-аннелированного типа – линейно или под углом, однако образующиеся на основе дифенила ПАУ имеют гораздо более компактное строение (рис. 1).

Механизмы образования ПАУ в природных экосистемах, включая почвы, разнообразны. Выделяют четыре группы факторов, способствующих образованию этих углеводородов: космические, эндогенные геологические (вулканогенные, литогенные), биогеохимические и техногенные [1]. Оценка значения космических факторов остается пока гипоте-

тической, хотя сама возможность образования ПАУ в космосе экспериментально подтверждена. Эндогенные факторы, связанные с энергией глубинных недр Земли, играют заметную роль в образовании ПАУ, о чем свидетельствует их идентификация в глубинных изверженных породах, гидротермальных жилах, вулканических продуктах. В эндогенных процессах ПАУ образуются как путем прямого синтеза из простых соединений углерода, так и путем термического воздействия на органическое вещество вмещающих горных пород. Образование ПАУ возможно также в результате био-

геохимической трансформации исходного биогенного материала (например, молекул каротиноидов и стероидов) или в процессе синтеза в организмах и биокосных системах. Это пока малоизученный источник ПАУ в природных средах. Наконец, техногенные факторы могут выступать как ведущие в образовании ПАУ на отдельных участках у земной поверхности. Наиболее общий механизм возникновения абиогенных ПАУ – термическое воздействие на органическое вещество.

Реальный вклад углеводородов биогенного происхождения в формирование природного фона ПАУ в почвах слабо изучен. Известно о внутриклеточном синтезе ПАУ живыми организмами, которые

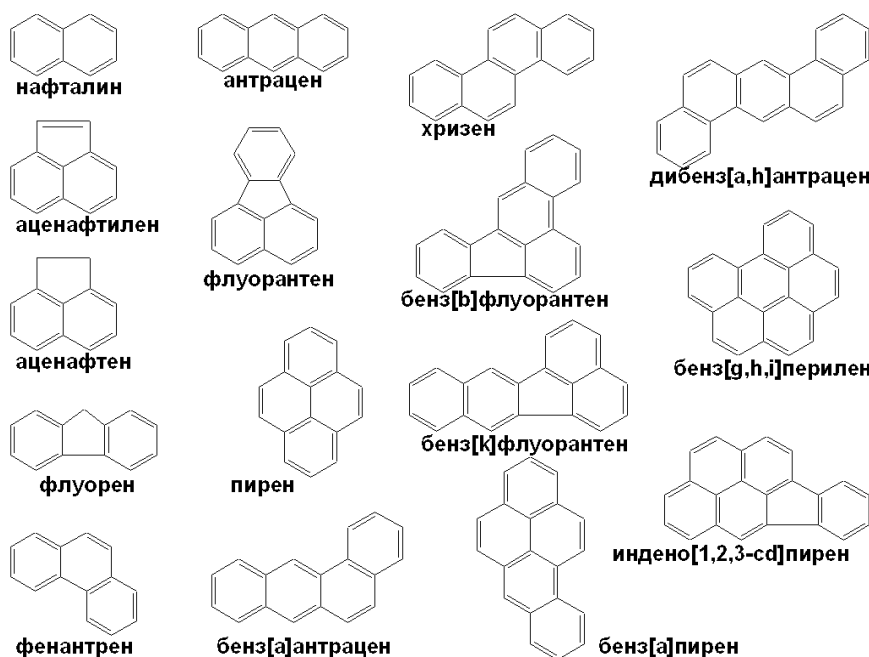


Рис. 1. Химические структуры полициклических ароматических углеводородов.

могут попадать в почву после их разложения, причем результаты проводимых в этой области экспериментов носят противоречивый характер [6, 8, 9, 11, 12]. По данным одних исследователей, формирование фонового уровня канцерогенных углеводородов в окружающей среде определяется масштабами биосинтеза ПАУ высшими растениями, фитопланктоном и микроорганизмами. Другие считают, что некоторые ПАУ образуются в одорослях, зоопланктоне и других растительных и животных организмах.

В живой материи встречаются соединения, имеющие карбоциклическую ароматическую структуру, а также структуру с диеновыми и полиеновыми связями в алифатических углеводородных цепях. Преобразование таких структур в ПАУ является наиболее вероятным и термодинамически выгодным процессом, протекающим в достаточно мягких условиях на ранних стадиях осадконакопления в современных отложениях и почвах. Гипотетическая схема образования ПАУ в почвах представлена на рис. 2.

Поведение ПАУ в почвах зависит от климатических условий и взаимодействия их с органическими и минеральными компонентами почвы, что определяет возможность их накопления в компонентах окружающей среды. В отсутствии УФ-излучения и сильных химических оксидантов основная роль в процессах деструкции ПАУ принадлежит биологическим системам. Способность живых организмов утилизировать ПАУ путем включения их в свой метаболизм была отмечена у многих видов аэробов. Выделены сотни разновидностей бактерий, грибов, в высших растений, которые

использовали ПАУ в качестве углеродсодержащего субстрата для обеспечения себя свободной энергией. Процессы химического и биологического окисления индивидуальных ПАУ, протекающие в природных средах, имеют разную направленность. Химической трансформации в первую очередь подвергаются реакционноспособные высокомолекулярные ПАУ, а процессам биологической трансформации в большей степени подвержены низкомолекулярные ПАУ. Указанные процессы дополняют друг друга, обеспечивая в итоге единый процесс биогеохимической трансформации ПАУ.

Фундаментальные исследования генезиса, превращений и особенностей поведения ПАУ в почвах фоновых территорий, охватывающие широкую гамму этих соединений, немногочисленны. Единичные публикации посвящены анализу распределения гаммы ПАУ по генетическому профилю почв в связи с почвообразовательными процессами и характером техногенного воздействия на почвенный покров. Между тем, система ПАУ–почва очень информативна. С одной стороны, почвы представляют собой достаточно устойчивую среду, в которой можно вполне корректно осуществлять наблюдение за эволюцией состава ПАУ и использовать их как маркеры почвообразовательного процесса. С другой стороны, изучение молекулярного состава данных соединений перспективно для получения информации о путях образования каждого молекулярного типа, особенностях их накопления, распределения в почвах фоновых и техногенных территорий и о функциональном состоянии почв. Наличие ПАУ в почвах может

играть индикаторную роль, отражая наличие загрязнения. В этом плане важное диагностическое значение имеет количество ароматических колец в молекуле ПАУ, характер их присоединения, наличие или отсутствие алкильных заместителей различной степени сложности и в боковых звеньях молекул и др. Техногенные ПАУ преимущественно представлены периконденсированными структурами (пирены, бензпирены и т.п.), природные ПАУ – структурами с ароматическими системами, включающими пять-шесть циклов. Присутствие в почвах гольядерных или монозамещенных углеводородов свидетельствует о техногенном привносе этих веществ; напротив, сложные алкилированные УВ являются результатом преобразования органических компонентов под воздействием микробиологических процессов, протекающих в почвах [2].

Оценка вклада природных ПАУ в формирование современного фонового уровня полиаренов затруднена вследствие широкого поступления техногенных ПАУ в почвы различных ландшафтов. Примерные масштабы поступления этих соединений можно оценить по результатам исследования относительно изолированных от внешнего воздействия компонентов природной среды.

Информации, имеющейся в литературе, недостаточно для оценки реальных масштабов влияния биогенных источников на уровень фонового содержания ПАУ. В данном случае правильнее говорить о местном влиянии естественных источников на фоновый уровень этих соединений для каждого района, об увеличении среднего содержания и изменении молекулярного состава ПАУ благодаря геологическим, географическим и биологическим особенностям территории.

Почвы в отличие от горных пород, как указывают А.Н. Геннадиев и др. [1], подвергаются воздействию не только природных, но и техногенных факторов. Природные и техногенные ПАУ присутствуют в большинстве почв. Их идентификация имеет важное значение с генетической точки зрения для установления механизмов почвообразования. Поэтому изучение особенностей накопления и миграции ПАУ в почвах целесообразно проводить для наименее подверженных техногенному воздействию

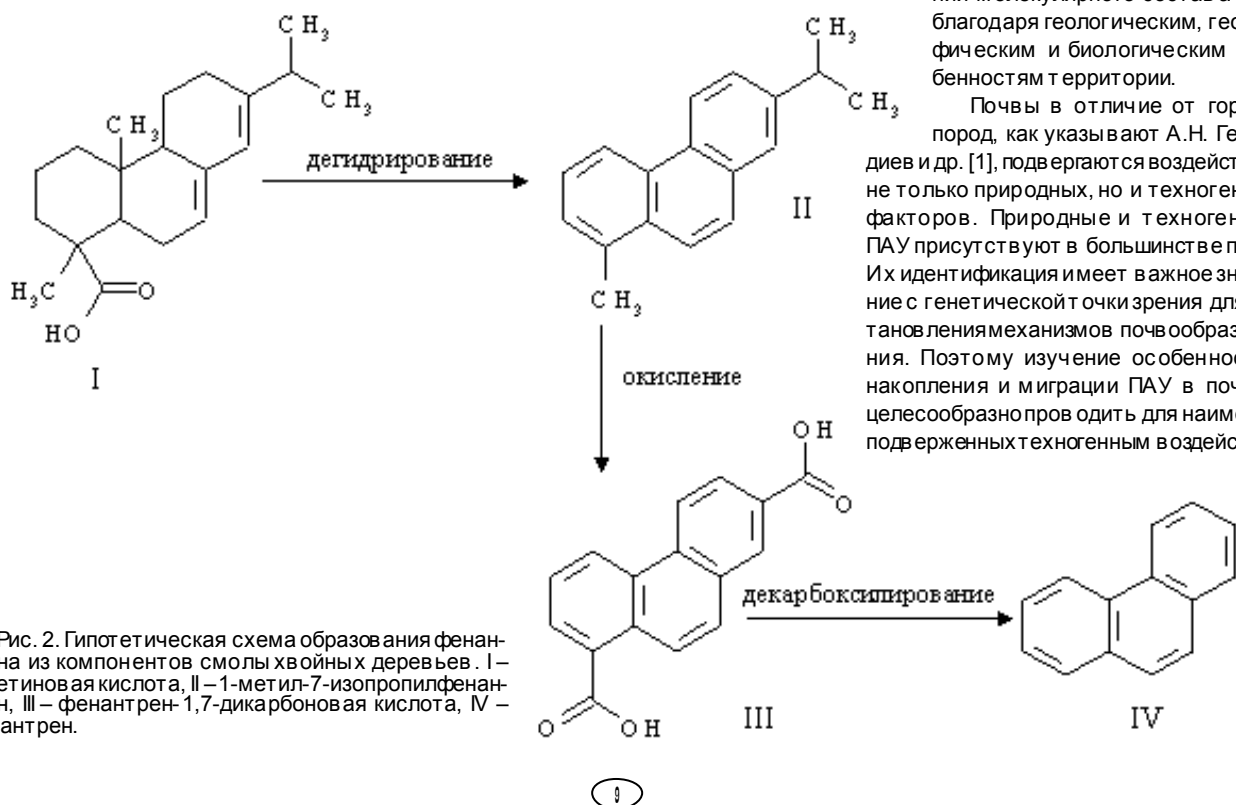


Рис. 2. Гипотетическая схема образования фенантрена из компонентов смолы хвойных деревьев. I – абиетиновая кислота, II – 1-метил-7-изопропилфенантрен, III – фенантрен-1,7-дикарбоновая кислота, IV – фенантрен.

ям почв, чтобы выявить связь ПАУ с естественными процессами и свойствами почвы. В настоящей статье излагается информация о молекулярном составе ПАУ и их распределении по профилю почв фоновых территорий с учетом биоклиматических условий.

Объекты исследований: в средней тайге – подзолистые (П), торфянисто-подзолисто-глееватые почвы (Пб₁) Максимовского стационара г. Сыктыв-кар (61°39'44.6" с.ш., 50°41'10.4" в.д.); в северной тайге (зона северотаежных глееподзолистых почв) – глееподзолистые (П) и торфянисто-подзолисто-глееватые почвы (Пб₁) вблизи пос. Троицко-Печорск (62°41'21.0" с.ш., 56°08'59.1" в.д.). Почвы сформированы на покровных суглинках. Пробоподготовка и количественный химический анализ ПАУ включают следующие стадии:

- экстракция ПАУ из образцов почв хлористым метиленом,
- выделение фракции ПАУ методом колоночной хроматографии: на оксиде алюминия и на силикагеле,
- определение ПАУ методом обращенно-фазовой градиентной ВЭЖХ (элюент – ацетонитрил-вода) с помощью спектрофлуориметрического комплекса «Флюорат-02-Панорама» производства фирмы «Льюмэкс». Хроматографическая колонка «Supelco» Supelcosil™ LC-PAH 5 μm, 25 см-2.1 мм, t = 25 °С.

Распределение ПАУ (табл. 1) по профилю подзолистых и глееподзолистых почв однотипно как в средней, так и северной тайге, что связано с единством почвообразующих пород, близким гранулометрическим составом и единными закономерностями педогенеза. Органические и иллювиальные горизонты служат своеобразным геохимическим барьером (органосорбционным барьером по Н.П. Солнцевой) [7] на пути миграции ПАУ в пределах вертикального профиля. Абсолютное содержание ПАУ в глееподзолистых почвах ниже, чем в типичных подзолистых, что обусловлено различными биоклиматическими условиями средней и северной тайги. Формирование северотаежных глееподзолистых почв связано с развитием процессов оглеения в подзолистом горизонте, чему способствует значительное количество осадков при низкой температуре в воздухе, большая водоудерживающая способность суглинистых почвообразующих пород, слабая биологическая активность и замедленная минерализация растительного опада [3]. Низкая биотрансформационная активность и пониженная минерализующая способность глееподзолистых почв приводят к незначительному накоплению ПАУ: сумма ПАУ в профиле составляет 60.4 нг/г, с максимальной аккумуляцией в органогенном горизонте – 43.7 нг/г. В глееподзолистых почвах ослабевает интенсивность оподзоливания. Результаты сравнительного анализа по оценке выщелачивания ПАУ из подзолистых горизонтов свидетельствуют о более высокой обедненности элювиальной толщи (A₂) в типичной подзолистой почве по сравнению с глееподзолистой. Элювиально-аккумулятивные коэффициенты соответственно составляют 0.25 и 0.50 ед.

Таблица 1
Общее содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в различных горизонтах подзолистых (П), глееподзолистых (П^г) и торфянисто-подзолисто-глееватых почв (Пб₁) фоновых ландшафтов, нг/г почвы

Горизонт	Средняя тайга				Северная тайга			
	П		Пб ₁		П ^г		Пб ₁	
	ПАУ	К _{эа} *	ПАУ	К _{эа}	ПАУ	К _{эа}	ПАУ	К _{эа}
A ₀	226.61 (86.2)	30.4	273.67 (90.8)	34.7	43.71 (72)	8.52	53.62 (54.9)	7.44
A ₂	1.88 (0.71)	0.25	3.50 (1.2)	0.44	2.58 (4.0)	0.50	8.14 (8.3)	1.13
A ₂ B ₁	5.44 (2.0)	0.73	7.83 (2.6)	0.99	3.41 (5.6)	0.66	17.35 (17.8)	2.41
B ₁	9.91 (3.7)	1.33	4.45 (1.5)	0.56	3.08 (5.1)	0.60	5.69 (5.8)	0.79
B ₂	11.68 (4.4)	1.56	3.94 (1.3)	0.50	2.48 (4.1)	0.48	5.61 (5.7)	0.78
C	7.46 (2.8)	–	7.88 (2.6)	–	5.13 (8.5)	–	7.20 (7.4)	–
Сумма	262.68 (100)		301.27 (100)		60.39 (100)		97.61 (100)	

* К_{эа} (элювиально-аккумулятивный коэффициент) – соотношение содержания ПАУ в горизонте и его содержания в почвообразующей породе. В скобках указана σ , % суммы.

муляцией в органогенном горизонте – 43.7 нг/г. В глееподзолистых почвах ослабевает интенсивность оподзоливания. Результаты сравнительного анализа по оценке выщелачивания ПАУ из подзолистых горизонтов свидетельствуют о более высокой обедненности элювиальной толщи (A₂) в типичной подзолистой почве по сравнению с глееподзолистой. Элювиально-аккумулятивные коэффициенты соответственно составляют 0.25 и 0.50 ед.

В глееподзолистых почвах в миграции ПАУ участвуют процессы периодического увлажнения, восстановления окисления, однако высокая водоудерживающая способность суглинков приводит к незначительному элювиально-глеевому выносу ПАУ. Абсолютное и относительное накопление ПАУ в иллювиальных горизонтах ниже в глееподзолистой, чем в подзолистой почве, о чем свидетельствуют и элювиально-аккумулятивные коэффициенты, которые варьируют соответственно в пределах от

0.50-0.68 в северной тайге до 0.25-1.56 в средней тайге.

В условиях зоны типичных подзолистых почв оглеение в автоморфных суглинках носит кратковременный характер, почвообразовательные процессы протекают в аэробных условиях, возрастает степень минерализации органического вещества, что приводит к значительному накоплению ПАУ в органогенных горизонтах: содержание ПАУ в A₀ в подзолистых почвах составляет 226.6 нг/г, что более чем в 5 раз выше, чем в глееподзолистых почвах. Индивидуальный молекулярный состав ПАУ и их содержание в глееподзолистых и типичных подзолистых почвах фоновых ландшафтов также определяется биоклиматическими условиями зон. В профиле глееподзолистых почв индивидуальный количественный состав ПАУ менее разнообразен, чем в подзолистых почвах. Это связано с низкой минерализацией гумусовых веществ в северной тайге, которые являются необходимым условием для

Таблица 2
Распределение полициклических ароматических углеводородов по профилю глееподзолистой почвы в северной тайге, нг/г почвы

Соединение	Горизонт и глубина, см							
	A ₀	A _{2g}	A _{2f}	A ₂ B ₁	B ₁	B ₂	BC	C
	0-5	5-10	10-16	16-35	35-75	75-105	105-140	140-170
Нафталин	0	0	0	0	0	0	0	0
Аценафтен	0	0	0	0	0	0	0	0
Флуорен	0	0	0	0	0	0	0	0
Фенантрен	7.79	0	3.80	0	0	0	0.70	0.81
Антрацен	0.72	0	0	0	0	0	0.21	0
Флуорантен	4.98	0.12	0.71	1.05	1.50	1.07	1.86	2.32
Пирен	4.39	0.11	0.12	0.78	1.19	0.97	2.13	1.56
Бензо(а)антрацен	1.32	0	0	0	0	0	0	0
Хризен	3.44	0.04	0.15	0.20	0.39	0.44	0.33	0.44
Бензо(в)флуорантен	4.61	0	0	0	0	0	0	0
Бензо(к)флуорантен	1.88	0	0	0	0	0	0	0
Бензо(а)пирен	2.43	0	0	0	0	0	0	0
Дибензо(аh)антрацен	0.26	0	0	0	0	0	0	0
Бензо(ghi)перилен	8.90	0	0	0	0	0	0	0
Инденопирен	2.99	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 3

Распределение полициклических ароматических углеводородов по профилю подзолистой почвы в средней тайге, нг/г почвы

Соединение	Горизонт и глубина, см											
	A ₀ 0-5	A ₁ A ₂ h 5-7	A ₂ 1 7-10	A ₂ 2 18-35	A ₂ B ₁ h 10-15	A ₂ B ₁ 25-42	BA ₂ 42-62	B ₁ 62-80	B ₂ 80-100	B ₃ 100-135	BC 135-170	Cg Ca 170-190
Нафталин	0	25.39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Аценафтен	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Флуорен	0	0	0	0	0	0	0.20	0	0	0	0	0
Фенантрен	45.68	2.73	0.21	0.63	0.38	3.22	6.14	7.35	10.07	8.97	3.35	5.30
Антрацен	2.61	0.64	0.18	0.12	0.13	0.10	0	0.08	0	0	0	0
Флуорантен	29.84	3.70	0.86	0.66	1.30	1.42	0.87	1.60	1.33	1.51	1.48	1.36
Пирен	25.53	4.91	0.56	0.25	0.62	0.59	0.27	0.29	0.09	0.33	0.28	0.25
Бензо(а)антрацен	8.56	1.36	0.10	0.22	0.10	0.11	0	0.14	0	0.15	1.05	0
Хризен	16.78	4.28	0	0	0.13	0	0.20	0.22	0.18	0.17	0.13	0
Бензо(в)флуорантен	29.80	3.22	0	0	0	0	0	0	0	0	11.12	0.42
Бензо(к)флуорантен	9.11	1.32	0.08	0	0	0	0	0.08	0	0	0.64	0
Бензо(а)пирен	14.20	2.19	0.07	0	0	0	0	0.15	0	0	1.75	0.14
Дибензо(аh)антрацен	1.48	0.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Бензо(ghi)перилен	34.98	8.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Инденопирен	8.03	1.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

формирования полициклических ароматических углеводородов природного (педогенного) происхождения. В профиле глееподзолистых почв идентифицированы, главным образом, физико-химически относительно стабильные молекулы ПАУ – флуорантен, пирен, хризен, бензо(а)пирен (табл. 2). В профиле и органических горизонтах подзолистых почв идентифицирован более широкий спектр углеводородов с преобладанием фенантрена, флуорантена, пирена, хризена, бензо(ghi)перилена, бензо(в)флуорантена (табл. 3).

В органических горизонтах обеих почв выявлены высококонденсированные углеводороды, в составе которых наибольшим количеством представлены бензо(ghi)перилен (8.90 нг/г), бензо(к)флуорантен (4.61 нг/г), бензо(а)пирен (2.43 нг/г) и полное отсутствие низкомолекулярных «аценов» – нафталина, аценафтена, флуорена, которые обладают меньшей реакционной способностью, но большей доступностью процессам биодеградации [1].

Подтип торфянисто-подзолисто-глееватых почв в типе болотно-подзолистых почв имеют наибольшее развитие. Для их образования достаточен незначительный сдвиг автоморфного водного режима в сторону избыточного увлажнения в следствие временного застоя поверхностных вод. Эти почвы приурочены к расчлененным водоразделам, плоским депрессиям, слабо дренированным равнинным увалам и

пологим склонам. Ослабление степени оподзоленности, повышение оглеености в торфянисто-подзолисто-глееватых почвах от южной к северной тайге определяют накопление и индивидуальный состав ПАУ.

Для всех исследованных почв наблюдается обогащение ПАУ органического горизонта по сравнению с почвообразующей породой (табл. 4, 5). Максимальное значение массовой доли ПАУ в торфянисто-подзолисто-глееватых почвах приурочено к горизонту A₀ и достигает 91 % в средней и 55 % в северной тайге. Накопление ПАУ в горизонте A₀ свидетельствует о преобладании в них восстановительных процессов. Переувлажнение этих почв, наличие органичес-

кого вещества опада и присутствие гетеротрофной микрофлоры [4] приводят к разложению растительных остатков и образованию бенз(а)пирена, бензо(а)антрацена, фенантрена, флуорантена и др., которые синтезируются в растениях [10]. Внутри зон различия в количественном накоплении ПАУ менее контрастны, однако их индивидуальный качественный состав представлен в семи исследованных углеводородами.

Таким образом, среди разнообразных ПАУ, обнаруженных в исследованных почвах фоновых территорий, можно выделить молекулярные структуры преимущественно природного (педогенного) происхождения. К естественным педогенным образованиям относятся

Таблица 4

Распределение полициклических ароматических углеводородов по профилю торфянисто-подзолисто-глееватой почвы в средней тайге, нг/г почв

Соединение	Горизонт и глубина, см										
	O ₁ 0-8	O ₂ 8-12	A ₂ hg 12-20	A ₂ 1g 20-28	A ₂ 2g 28-37	A ₂ B ₁ g 37-50	B ₁ g 50-70	B ₂ g 70-98	BCg 98-120	Cg 120-180	
Нафталин	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Аценафтен	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Флуорен	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Фенантрен	31.65	17.39	0.95	0.87	6.16	2.95	3.01	0.85	0	0	
Антрацен	2.71	0.81	0	0.08	0.76	0.51	0.05	0.60	0	0	
Флуорантен	39.60	6.50	1.29	1.19	1.65	1.72	0.61	0	0	3.71	
Пирен	36.10	10.03	1.01	0.57	1.12	1.57	0.29	0.52	0.78	1.87	
Бензо(а)антрацен	11.59	3.30	0	0	0	0	0.12	0	0	1.11	
Хризен	20.73	3.27	0.17	1.36	0.26	0.27	0.19	0.19	0	1.20	
Бензо(в)флуорантен	26.26	7.61	0	0	0	0.81		0	0	0	
Бензо(к)флуорантен	11.86	1.58	0.08	0.11	0	0	0.08	0	0	0	
Бензо(а)пирен	14.89	2.35	0	0	0	0	0.10	0	0	0	
Дибензо(аh)антрацен	2.23	0.83	0	0	0	0	0	0	0	0	
Бензо(ghi)перилен	42.77	6.43	0	0	0	0	0	0	0	0	
Инденопирен	13.63	3.00	0	0	0	0	0	0	0	0	

Таблица 5

Распределение полициклических ароматических углеводородов по профилю торфянисто-подзолисто-глееватой почвы в северной тайге, нг/г почвы

Соединение	Горизонт и глубина, см						
	O ₁ 0-10	O ₂ 10-18	A ₂ g 18-25	A ₂ Bg 25-56	B ₁ 56-95	B ₂ 95-120	BC >120
Нафталин	0	0	0	0	0	0	0
Аценафтен	0	0	0	0	0	0	0
Флуорен	0	0	0	0	0	0	0
Фенантрен	17.17	15.32	5.12	3.65	1.90	1.66	3.17
Антрацен	0.59	0.36	3.02	0.15	0	0	0
Флуорантен	5.68	6.34	2.60	2.15	1.56	1.70	1.46
Пирен	3.83	10.38	5.68	1.38	1.53	1.51	1.64
Бензо(а)антрацен	0.85	2.08	0	0	0	0	0
Хризен	2.94	3.62	0.92	0.81	0.71	0.74	0.93
Бензо(в)флуорантен	3.41	9.26	0	0	0	0	0
Бензо(к)флуорантен	1.86	1.89	0	0	0	0	0
Бензо(а)пирен	1.93	3.37	0	0	0	0	0
Дибензо(аh)антрацен	0.35	0	0	0	0	0	0
Бензо(ghi)перилен	4.90	0	0	0	0	0	0
Инденупирен	3.66	7.45	0	0	0	0	0

фенантрен, флуорантен, хризен и некоторые другие углеводороды. Количество содержания и профильное распределение зависят от биологической активности, интенсивности гумусоаккумуляции, темпов минерализации органического вещества, характера иллювиальных процессов, наличия геохимических барьеров.

Преимущественно биогенные ПАУ представлены пери-конденсированными молекулярными структурами. Их количество в фоновых почвах в совокупности с природными ПАУ отражает региональный и глобальный уровень загрязнения почв. Поскольку состав полициклических ароматических углеводородов и их рас-

пределение по генетическим горизонтам зависит от условий формирования почв, они могут быть использованы индикаторами процессов естественного и природного почвообразования. Для этой цели необходимо дальнейшее исследование ПАУ в почвах и разработка системы информативных критериев функционирования почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в горных породах и почвах / Под ред. А.Н. Геннадиева, Ю.И. Пиковского. М.: Изд-во МГУ, 1996. 192 с.
2. Динамика загрязнения почв полициклическими ароматическими углево-

дородами и индикация состояния почвенных экосистем / А.Н. Геннадиев, И.С. Козин, Е.И. Шурубор и др. // Почвоведение, 1990. № 10. С. 75-85.

3. Забоева И.В. Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. Сыктывкар, 1975. 344 с.

4. Зайдельман Ф.Р. Процесс глееобразования и его роль в формировании почв. М.: Изд-во МГУ. 1988. 316 с.

5. Клар Э. Полициклические ароматические углеводороды. М.: Химия, 1971. В 2-х томах.

6. Некоторые аспекты геохимии полициклических ароматических углеводородов / В.Н. Флоровская, Ю.И. Пиковский, Т.А. Теплицкая и др. // Геохимия ландшафтов и география почв. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 71-83.

7. Солнцева Н.И. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1998. 376 с.

8. Углеводороды в донных отложениях дельты Северной Двины / Д.П. Мосеева, А.Ф. Троянская, Л.М. Богданович и др. // Экологические проблемы европейского Севера. Екатеринбург, 1996. С. 130-146.

9. Blumer M. Polycyclic aromatic compounds in nature // J. Sci. American., 1976. Vol. 234. P. 35-45.

10. Plant potential for detoxification (review) / G. Zaalishvili, G. Khatisashvili, D. Ugrekhelidze et al. // Appl. Biochem. Microbiol., 2000. Vol. 36. 443-451.

11. Prah F.G., Carpenter R. The role of zooplankton fecal in the sedimentation of polycyclic aromatic hydrocarbon in Dabbob Bay, Washington // Geochim. Cosmochim. Acta, 1979. Vol. 43, № 12. P. 1959-1972.

12. Wakeham S.G., Schaffner C., Giger W. Polycyclic aromatic hydrocarbons in recent lake sediments. II. Compounds derived from biogenic precursors during early diagenesis // Ibid, 1980. Vol. 44, № 2. P. 415-429. ❖



АНАЛИЗ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ АДАПТАЦИЙ ЛИШАЙНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ STEREOCAULON ALPINUM)

к.б.н. С. Плюснин
н.с. отдела Экосистемного анализа и ГИС-технологий
E-mail: plusnin@ib.komisc.ru, тел.: (8212) 21 67 52

Научные интересы: экология лишайников, популяционная биология растений

Проблема адаптации живых организмов к условиям окружающей среды привлекает внимание исследователей живой природы на протяжении всей истории биологии. На современном этапе развития науки эта проблема решается с использованием разных методологических подходов в рамках двух дисциплин – физиологии и популяционной биологии. Краеугольным камнем физиологического исследования является эксперимент, главная задача которого – раскрытие структурно-функциональных основ жизни организма и его взаимодействия со средой. Физиология дает знание о функционировании механизмов адап-

тации живых организмов. В основе популяционного исследования лежат наблюдение и статистический анализ собранных фактов. Ведущей целью изучения структуры популяций является выявление разнообразия способов приспособления данного вида к разным экологическим условиям, выяснение его источников, механизмов поддержания и эволюции. В конечном счете, популяционная биология отвечает на вопрос о становлении адаптивных механизмов. Указанные подходы в решении проблемы адаптации дополняют друг друга и позволяют проводить взаимный контроль выводов и гипотез, делаемых в рамках каждой из дисциплин.

В лишенологических исследованиях проблеме адаптации уделяется мало внимания. Более того, эта проблема обычно решается только с использованием физиологического подхода, а популяционные работы по лишайникам проводятся немногочисленными исследователями лишь в последние двадцать лет. По-видимому, одной из причин этого является дискуссионный характер вопроса о применимости популяционного анализа к лишайникам из-за их симбиотической природы. Однако вслед за D. Fahselt [3], мы полагаем, что его использование в экологических исследованиях этой группы оправдано. Компоненты лишайникового симбиоза прошли продолжительный путь коэволюции, в результате которого лишайнизированные грибы утратили способность к самостоятельному существованию в естественных условиях [4]. Несмотря на отсутствие сведений об обмене генетическим материалом между симбиотическими партнерами, ясно, что лишайниковый таллом представляет собой глубоко интегрированную систему, в физиологическом, экологическом и эволюционном отношении эквивалентную особи других организмов. Поскольку предметом действия естественного отбора является скорее комбинация симбионтов, чем компоненты симбиоза в отдельности, популяционный подход к лишайникам применим [3]. Особенно это касается тех групп, для которых существование фотобионта в свободноживущем состоянии не известно, и преобладающим способом размножения является вегетативное размножение.

Целью данной работы был анализ источников морфологической изменчивости и путей адаптации лишайников в тундровых экосистемах на основе изучения фенотипической структуры популяций *Stereocaulon alpinum* Laur. Поскольку основными источниками изменчивости особей являются их возрастные, модификационные и генотипические различия, анализ вариаций талломов заключался в определении признаков, диагностирующих возрастные периоды, адаптивные морфогенетические реакции и дискретные фенотипические классы особей.

Образцы лишайников были собраны в трех районах: хр. Яны-Пупу-Нер (Северный Урал), дельта р. Нерута и мыс Болванский Нос (северо-запад Большеземельской тундры). Основными местообитаниями *S. alpinum* являются сообщества с разреженным растительным покровом – растительные группировки песчаных

обнажений и каменистых россыпей и разнообразные тундровые фитоценозы (лишайниковые и кустарничковые тундры, нивальные травяно-моховые сообщества). Анализ изменчивости проводили по 12-ти признакам, описывающим внешний вид псевдоподециев, войлочка, покрывающего стволки, филлокладиев и цефалодиев. В качестве меры изменчивости использовали сумму дополнений к индексу Симпсона:

$$V = Y(1 - D_{si}),$$

где $D_{si} = \sum p_j^2$ – значение индекса Симпсона для i -го признака, а p_j – частота j -го фенотипа в выборке. С целью анализа возрастной изменчивости талломов также учитывали морфометрические признаки (высоту и биомассу в воздушно-сухом состоянии), число боковых веточек и обилие апотециев.

Для анализа возрастной изменчивости признаков использовали два подхода. Первый из них состоит в определении вклада в общий уровень вариации признаков различий талломов в пределах пятен доминирования. Поскольку пятна доминирования, как правило, являются продуктом вегетативного размножения только одного штамма микобионта и микроклимат в их пределах варьирует слабо, большую часть изменчивости на этом уровне пространственной структуры популяций можно приписать возрастной вариации талломов. Наибольший вклад различий талломов в пределах пятен доминирования в общий уровень изменчивости (58-71 %) свойственен таким признакам, как характер ветвления псевдоподециев, расположение филлокладиев, покрытие цефалодиев войлочком и их обилие.

Другой подход к анализу онтогенетической изменчивости талломов заключается в определении связи признаков с каким-либо надежным индикатором возраста, в качестве которого предлагается использовать показатель возрастного состояния (a), вычисляемый на основе морфометрических данных – высоты (h) и биомассы (m) талломов [2]:

$$a = 0.95 \ln(m) + 0.31 \ln(h).$$

С этим показателем тесно связаны число боковых веточек на псевдоподециях, которое может быть использовано для прямой оценки их возраста, и доля талломов, несущих апотеции, отражающая возрастное состояние (рис. 1). Наличие таких связей подтверждает надежность показателя.

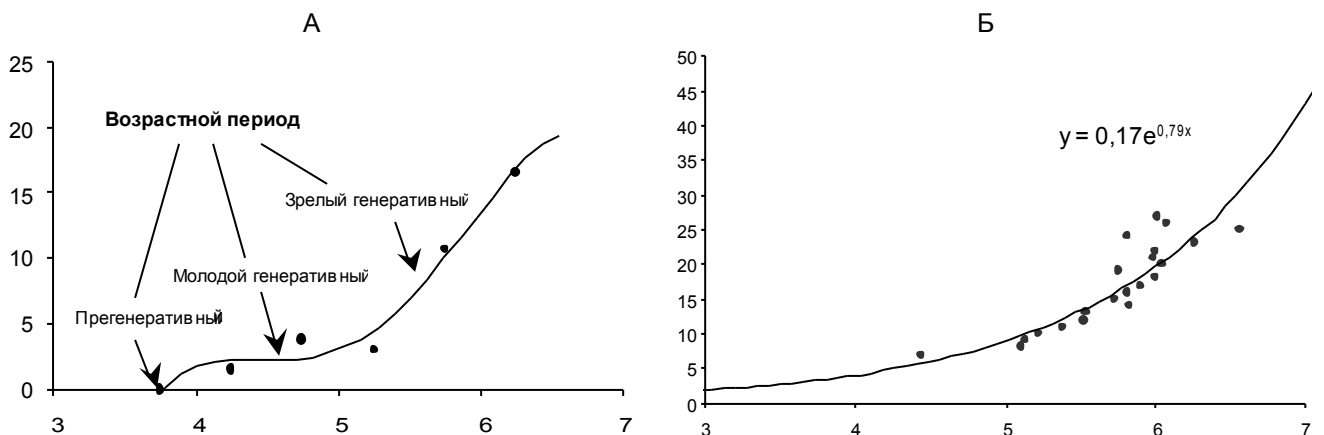


Рис. 1. Связь частоты встречаемости (%; по оси ординат) апотециев (А) и числа боковых веточек (Б) с показателем в возрастном состоянии таллома *S. alpinum* (усл. ед.; по оси абсцисс).

Характер ветвления псевдоподециев, расположение филлокладиев и покрытие цефалодиев войлочком демонстрируют выраженную связь с показателем возрастного состояния. Причем частоты фенотипов по первым двум признакам изменяются скачкообразно при значениях показателя 4. Изменение встречаемости войлочных и голых цефалодиев с возрастом происходит постепенно. Связь обилия цефалодиев с возрастом проявляется не столь очевидно, но скачкообразное возрастание доли псевдоподециев с обильными цефалодиями при значении a , равном 4, происходит. Скачкообразные изменения частот фенотипов и встречаемости апотециев, связанные с изменением показателя возрастного состояния, позволяют разграничить возрастные периоды в развитии талломов (табл. 1).

Характер ветвления псевдоподециев варьировало в зависимости от субстратных и ценотических условий. Была выявлена тенденция перехода лишайника к стелющемуся росту в условиях нестабильного увлажнения. Степень развития войлочка также зависела от влажности экотопа. В условиях нестабильного гидротермического режима войлочек хорошо развит; при постоянно высокой влажности происходит редукция войлочного покрова. Перечисленные реакции играют адаптивную роль и направлены на уменьшение скорости дегидратации талломов в условиях низкой влажности.

Зависимость морфологических признаков от условий среды может быть показана наглядно с использованием индексов, рассчитываемых на основе относительных частот фенотипов – это индексы направления роста (I_{dg}) и обилия войлочка (I_t):

Таблица 1

Диагностические признаки возрастных периодов в развитии талломов *S. alpinum*

Признак	Возрастной период и возраст, лет		
	Прегенеративный, до 4(5)	Ранний генеративный, 4-9(13)	Зрелый генеративный, более 10
Внешний вид псевдоподециев	Многokrратно разветвленные у основания с радиально расположенными филлокладиями	С выраженным основным стволиком и дорсивентральным расположением филлокладиев	С выраженным основным стволиком и дорсивентральным расположением филлокладиев
высота, мм	до 15 (17)	15 (17) – 25 (30)	более 30
биомасса, мг	до 25 (30)	25 (30) – 70 (100)	более 100
Встречаемость и обилие апотециев	Не встречаются	Встречаются редко (<5%) и в небольшом количестве	Встречаются часто (до 10-20%) и в большом количестве
Обилие и войлочность цефалодиев	Редкие; чаще войлочные, но иногда – голые	Обильные; чаще войлочные, но иногда – голые	Обильные; войлочные

На основе выделенных периодов можно определить возрастную структуру популяций. Возрастные спектры *S. alpinum* характеризовались отчетливо выраженными географическими различиями. В горных тундрах доля зрелых генеративных талломов была существенно выше, чем в равнинных тундрах (рис. 2). Это связано с большей продолжительностью жизни талломов стереокаулона на Северном Урале (в среднем – 26-27 лет), чем в условиях Печорской низменности (14-17 лет) [1].

Некоторые признаки проявляют отчетливо выраженную модификационную изменчивость. Направле-

тельных частот фенотипов – это индексы направления роста (I_{dg}) и обилия войлочка (I_t):

$$I_{dg} = (2p_1 + p_2)/2,$$

где p_1 – доля прямостоячих псевдоподециев, p_2 – приподнимающихся;

$$I_t = (3q_1 + 2q_2 + q_3)/3,$$

где q_1 – доля псевдоподециев с обильным войлочком, q_2 – с умеренно развитым, q_3 – со слабо развитым. Значения этих индексов существенно меняются в зависимости от стабильности гидротермического режима экотопа. При произрастании стереокаулона на каменистых россыпях среднее значение I_{dg} составляет 0.25, что соответствует стелющемуся росту псевдоподециев; в ряду песчаных обнажения – лишайниковые тундры – кустарничково-лишайниковые тундры – кустарничково-моховые тундры – травяно-моховые сообщества значения индекса постепенно возрастают с 0.55 до 0.7 (псевдоподециев приподнимающихся). По значениям индекса обилия войлочка образцы *S. alpinum*, собранные на песчаных обнажениях и в лишайниковых тундрах ($I_t = 0.8$, войлочек обильный), отличаются от образцов, приуроченных к другим типам фитоценозов ($I_t = 0.5-0.6$, войлочек умеренно развитый).

Используя эти индексы, можно рассчитать общий показатель адаптации лишайника к условиям низкой влажности – так называемый индекс ксероморфности таллома (I_{xm}). Поскольку прямостоячий рост характерен для талломов, приуроченных к влажным экотопам, меньшие значения

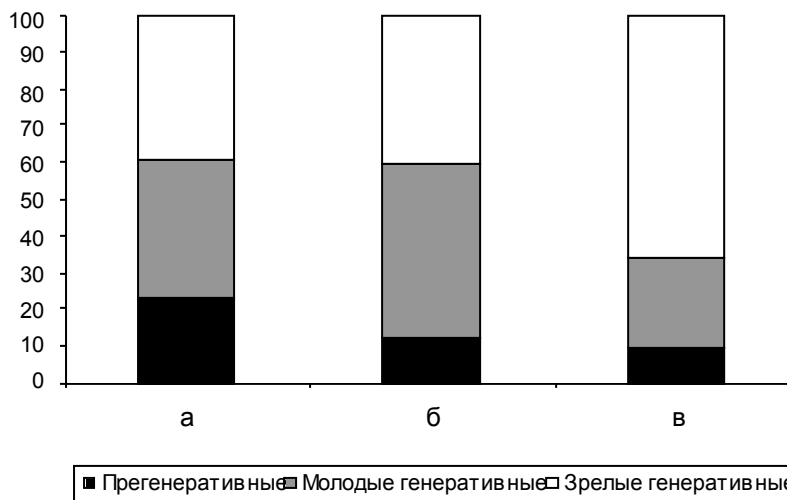


Рис. 2 Относительные частоты (%) в возрастных состояниях талломов в популяциях *S. alpinum* на мысе Болванский Нос (а), в дельте р. Нерута (б), и районе хр. Яны-Пупу-Нер (в).

индекса направления роста псевдоподециев указывают на менее стабильный режим увлажнения. Для индекса обилия войлочка свойственна обратная тенденция, так как в более сухих условиях войлочек развит сильнее. Поэтому индекс ксероморфности может быть представлен в виде разницы индекса обилия войлочка и индекса направления роста таллома:

$$I_{xm} = I_t - I_{dg}$$

Значения индекса ксероморфности последовательно уменьшаются по мере увеличения влажности экотопа в ряду: каменистые россыпи ($I_{xm} = 0.33$), песчаные обнажения (0.26), лишайниковые тундры (0.09), кустарничково-лишайниковые тундры (-0.04), кустарничково-моховые тундры (-0.11), травяно-моховые сообщества (-0.12).

Помимо признаков, изменяющихся в ходе развития талломов и варьирующих в зависимости от условий среды, есть такие, что жестко воспроизводятся в пределах пятен доминирования и мало зависят от внешних условий и возраста. Для выявления таксономически значимых признаков методом кластерного анализа была проведена классификация образцов *S. alpinum* по совокупности морфологических признаков. На основе проведенного анализа выделено три морфотипа *S. alpinum*. Морфотипы различаются по окраске талломов, текстуре войлочка, форме филлокладиев и цефалодиев (табл. 2).

лишайника и выявить основные пути морфологической адаптации стереокаулона в тундровых экосистемах. На основе полученных результатов сделаны следующие выводы:

1. Выраженную возрастную изменчивость показывают характер ветвления псевдоподециев, расположение филлокладиев, покрытие цефалодиев войлочком и их обилие. Направление роста псевдоподециев и обилие войлочка подвержены отчетливой модификационной изменчивости: развитие этих признаков зависит от условий увлажнения. Окраска таллома, текстура войлочка, форма филлокладиев и цефалодиев имеют таксономическое значение и служат признаками, маркирующими три морфотипа *S. alpinum*.

2. Скачкообразные изменения частот фенотипов, которые сопутствуют увеличению размерных характеристик талломов, коррелирующих с их возрастом, маркируют границы возрастных периодов – прегенеративного, раннего генеративного и зрелого генеративного. Анализ возрастной структуры популяций *S. alpinum* показал, что горно-тундровые популяции отличаются от равнинно-тундровых преобладанием зрелых генеративных талломов. В равнинных тундрах преобладают молодые генеративные талломы.

3. Важнейшими факторами, определяющими фенотипическую структуру популяций, являются условия увлажнения и инсоляции. Существуют два альтернативных способа адаптации *S. alpinum* к нестабиль-

Диагностические признаки морфотипов *S. alpinum*

Признак	Морфотип		
	А	В	С
Окраска псевдоподециев	Сероватые	Коричневато-серые	Белые
Текстура войлочка	Умеренно развитый, фетровый или губчатый	Слабо развитый, клочковатый или фетровый	Обильный губчатый, реже фетровый
Форма филлокладиев	Чешуйковидные, реже скуднопланевидные	Чешуйковидные, иногда сливающиеся в «кору»	Чешуйковидные, скуднопланевидные
цефалодиев	Войлочные, крупинковидные, гроздевидные, полушаровидные	Часто голые, крупинковидные и гроздевидные	Войлочные, разнообразных форм

Таблица 2

ному гидрологическому режиму – увеличение обилия войлочка и стелющийся рост псевдоподециев; причем в наименее стабильных условиях (каменистые россыпи) обычно реализуется второй путь адаптации, а в более умеренных (песчаные обнажения и лишайниковые тундры) – первый. От светового режима зависит фенотипический состав популяций *S. alpinum* по окраске псевдоподециев – в горно-тундровых популяциях, подверженных более интенсивному воздействию ультрафиолетового солнечного излучения, встречаются сероватые и коричневато-серые талломы, а белые талломы отсутствуют. В равнинных тундрах встречаются все три фенотипа.

Состав морфотипов *S. alpinum* зависит от географического положения популяции (рис. 3). В горно-тундровой популяции встречались два морфотипа, представленных окрашенными талломами. В равнинно-тундровых популяциях встречались также и белые талломы. Если пигмент, придающий серую окраску талломам морфотипов А и В, защищает симбионтов от ультрафиолетового излучения, то отсутствие белоокрашенного морфотипа в горных тундрах становится объяснимым, так как в горах уровень ультрафиолетовой инсоляции выше, чем на равнинах.

Таким образом, проведенное нами исследование морфологической изменчивости талломов в популяциях *S. alpinum* позволило выяснить роль различных источников в вариативности признаков, определить фенотипическую и возрастную структуру популяций

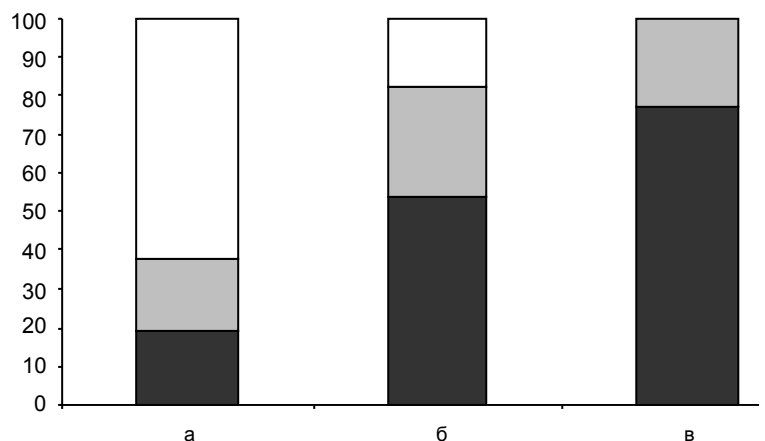


Рис. 3. Относительная частота (%) морфотипов А (белый), В (серый) и С (черный) в популяциях *S. alpinum* на мысе Болванский Нос (а), в дельте р. Нерута (б) и районе хр. Яны-Гупу-Нер (в).

ЛИТЕРАТУРА

1. Плюснин С.Н. Оценка скорости прироста и возраста псевдоподцетив *Stereocaulon alpinum* // Материалы докладов пятнадцатой Коми республиканской молодежной научной конференции. Т. II, Сыктывкар, 2004. С. 230-232.
 2. Плюснин С.Н. Популяционная изменчивость стереокаулона альпийского в тундровых экосистемах (ана-

лиз морфометрических данных). Сыктывкар, 2003. 32 с. – (Сер. Науч. докл. / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 455).
 3. Fahselt D. Individuals, population and population ecology // *Lichen biology* / Ed. T.H. Nash III. Cambridge: Univ. Press, 1996. P. 181-198.
 4. Hawksworth D.L. Coevolution and the detection of ancestry in lichens // *J. Hattori Bot. Laboratory*, 1982. Vol. 52. P. 323-329. ❖

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА СЕВЕРЕ ЕВРОПЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМУ СТРЕССУ



проф. Б. Андерссон
 Институт лесного хозяйства Швеции
 E-mail: bengt.andersson@skogforsk.se
 тел.: 46 (90) 15 09 50



к.с.-х.н. А. Федорков
 с.н.с. отдела лесобиологических проблем Севера
 Института биологии Коми НЦ УрО РАН
 E-mail: fedorov@ib.komisc.ru, тел.: (8212) 24 50 03

Научные интересы: *лесная селекция*

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) широко распространена и имеет большое экономическое значение в северной Европе. Программы по ее генетическому улучшению реализуются как в России, так и в Скандинавии [1, 4, 6]. Значительная информация о географической изменчивости и влиянии перемещений семян сосны накоплена в течение длительного времени и является основой для развития селекции. В Скандинавии большое внимание уделяется изучению перемещений семян по широтному и высотному градиенту [28, 29]. В бывшем Советском Союзе также была заложена трансконтинентальная серия географических культур сосны [33, 34]. Кроме того, в испытательных культурах были получены данные, характеризующие генетическую изменчивость и взаимодействие генотип×среда [13, 14, 16, 28, 30]. Результаты показывают, что для повышения сохранности и улучшения роста можно использовать отбор как на популяционном, так и на индивидуальном уровне. Также было выявлено, что при выращивании в ограниченном географическом районе как географические происхождения, так и полусибирские семьи демонстрируют стабильный рост, то есть в взаимодействии генотип×среда является значительным [12, 13, 19]. Общее объяснение этого заключается в том, что сосна обыкновенная, являясь ветроопыляемым видом со значительным потоком генов, адаптирована к самым разнообразным климатическим условиям, например фотопериоду и температурному режиму, но не имеет специфической адаптации к почвенным условиям [8, 9, 32]. Однако мало известно о меридиональной изменчивости, особенно если происхождения перемещаются из условий континентального климата в условия морского климата и наоборот.

Данные об устойчивости сосны различного происхождения могут быть использованы при отборе исходного материала для селекции, что будет способствовать повышению генетического улучшения и генетического разнообразия будущих лесов. Также будут получены дополнительные данные о генетической структуре популяций. Кроме того, информация о географической изменчивости может быть использована для прогноза последствий при возможных глобальных изменениях климата. Данные о возможных последствиях изменения климата обычно получают в географических культурах, когда перемещение происхождений с севера на юг имитирует потепление, с юга на север – похолодание [5, 20]. На самом деле предполагается, что изменения климата приведут к более сложным изменениям климатических условий, чем просто увеличение средней температуры. Согласно одной из гипотез, климат будет более морским с мягкими зимами с более продолжительными летними периодами и более высоким количеством осадков [10, 18].

Цель данной работы – определить устойчивость к низким температурам сосны западных (морских) и восточных (континентальных) происхождений, а также семейную изменчивость по этому признаку. Кроме того, будет получена информация о пространственной изменчивости и вида и о возможностях обогащения селекционных популяций посредством обмена материалом. Также информация об адаптации сосны к климату будет способствовать повышению точности прогнозов о возможных последствиях глобальных изменений климата.

По происхождению в работе был использован материал сосны трех категорий: популяционные образцы из Скандинавии (естественные насаждения северной Швеции и Финляндии), России

(естественные насаждения Республики Коми), а также полусибирские семьи плюсовых деревьев, отобранных по фенотипу в одном из плюсовых насаждений Сыктывкарского лесхоза Республики Коми (рис. 1). Российские образцы относятся к репродукции 1999 г., скандинавские – к репродукции нескольких предыдущих лет. Расстояние между районами сбора образцов в меридиональном направлении составляет около 40° долготы или примерно 2000 км (рис. 1), позволяет рассматривать климат района отбора российских образцов как континентальный, климат района отбора скандинавских образцов как морской.

Выращивание сеянцев производилось в кассетах (9×6 ячеек) с объемом ячейки 95 см³ в теплице с регулируемой температурой и искусственным освещением. Семена каждого варианта высевались в 12-кратной повторности (по шесть штук в каждой). Размещение вариантов – рендомизированное, и, кроме того, расположение кассет в теплице еженедельно менялось для того, чтобы уменьшить случайную ошибку. В течение первых 10 недель продолжительность дня/ночи была 20/4 ч и дневная/ночная температура 20/12 °С. Затем при переходе сеянцев в стадию закаливания, условия были изменены. Дневные/ночные температуры были снижены до 12/5 °С, а длина ночи увеличилась на 1 ч каждую неделю до тех пор, пока не достигла 16 ч (на 22 неделю выращивания). Выращивание сеянцев было завершено еще через две недели (на 24 неделю). За время выращивания с 4 по 14 неделю произвелись подкормки сеянцев (N:P:K 100:13:65) в дозе 4 г азота по д.в. на 1 м² в неделю.

Начиная с 18 недели (при длине ночи 12 ч) кассеты с сеянцами первой повторности были перемещены в морозильную камеру для искусственного проморажи-

вания, которое проводилось в темноте последовательно для всех повторностей с интервалом в один-три дня между ними. Начальная температура была +10 °С, затем ее понижали с темпом 5 °С/ч до температуры промораживания, которая составляла от -10 до -20 °С для различных повторностей, поддерживая ее на этом уровне в течение 2 ч и затем повышали до +10 °С с темпом 5 °С/ч. Минимальная температура выбиралась так, чтобы получить примерно 50 %-ную гибель семян и по мере закаливания семян она последовательно понижалась. После промораживания кассеты с сеянцами перемещали в теплицу и через две недели определяли степень повреждения семян по 7-балльной шкале: 0 – нет поврежденной хвои, 1-5 – доля поврежденной хвои определяется с 20 %-ным интервалом и 6 – погибший сеянец [3].

Для осуществления статистического анализа балльные оценки были приведены к нормальному виду (normal score values-NSC) согласно [10]. Для анализа данных промораживания были использованы два уравнения линейной регрессии, одно – для образцов из естественных насаждений и в второе – для полусибирских семей. Для насаждений данные анализировали с использованием следующего уравнения:

$$y_{ijk} = b_i + c_j + d(L_{ijk} - \bar{L}) + e_{ijk} \quad (1)$$

где y_{ijk} – класс повреждения (NSC) для отдельных семян, b_i – влияние повторности, c_j – влияние происхождения (скандинавское или российское), d – коэффициент регрессии, L_{ijk} – географическая широта в градусах при среднем значении \bar{L} и e_{ijk} – случайная ошибка с нулевой средней и остаточной дисперсией ($0, \sigma_e^2$).

Для статистического анализа данных по промораживанию полусибирских семей плюсовых деревьев сосны было использовано следующее уравнение линейной регрессии:

$$y_{ijk} = b_i + f_j + (bf)_{ij} + e_{ijk} \quad (2)$$

где y_{ijk} – класс повреждения (NSC) для отдельных семян, b_i – влияние повторности, f_j – влияние семьи с нулевой средней и дисперсией ($0, \sigma_f^2$), $(bf)_{ij}$ – взаимодействие между повторностями и семьями с нулевой средней и дисперсией ($0, \sigma_{bf}^2$), e_{ijk} – случайная ошибка с нулевой средней и остаточной дисперсией ($0, \sigma_e^2$).

Коэффициент наследуемости в узком смысле (h^2) вычисляли по формуле:

$$h^2 = 4\sigma_f^2 / (\sigma_f^2 + \sigma_{bf}^2 + \sigma_e^2).$$

Для статистической обработки материала использовали пакет программ «Statistika» [31].

Широтный интервал испытываемых образцов был достаточен для того, что-

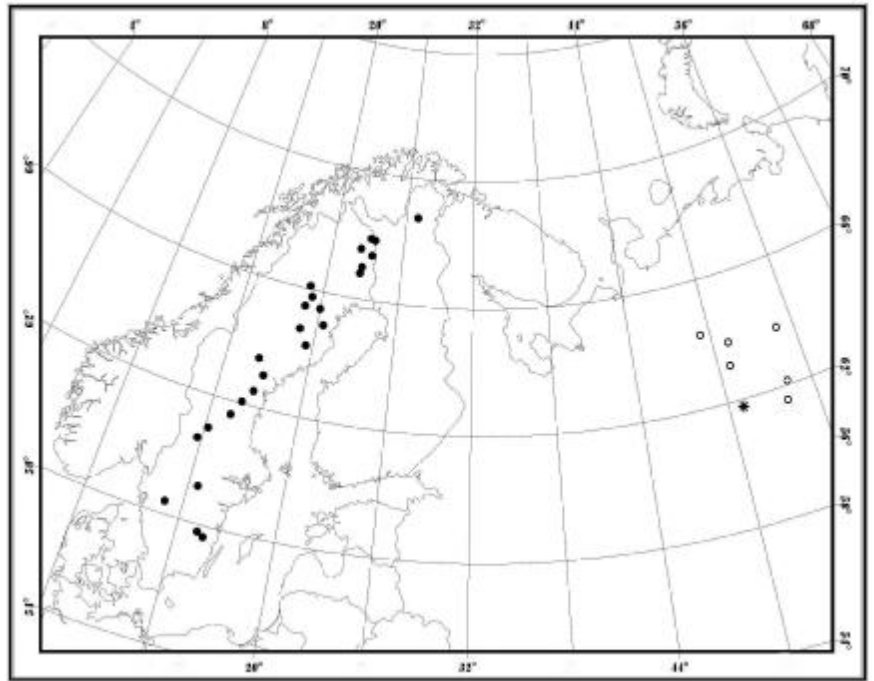


Рис. 1. Происхождение семян, взятых для искусственного промораживания. Скандинавские популяционные образцы обозначены черными кружками, российские – светлыми кружками; полусибирские семьи плюсовых деревьев показаны звездочкой.

бы продемонстрировать клинальную изменчивость по устойчивости к низким температурам (рис. 1 и 2). В среднем, на каждый градус географической широты устойчивость менялась на 0.127 NSC (табл. 1). Как и ожидалось, образцы северных происхождений были более устойчивыми по сравнению с южными. Кроме того, ясно видно четкое различие между скандинавскими и российскими образцами при одинаковом наклоне линий регрессии. Устойчивость российских образцов к низким температурам выше,

чем скандинавских, если рассматривать одну географическую широту. Согласно регрессионному анализу, одинаковый уровень устойчивости к низким температурам наблюдался у российских образцов, расположенных на 4.1 градуса географической широты южнее, чем у скандинавских (табл. 1, c/a).

Наблюдается значительная изменчивость по морозостойкости между полусибирскими семьями (табл. 2). Коэффициент наследуемости в узком смысле (h^2) равен 0.22, что свидетельствует

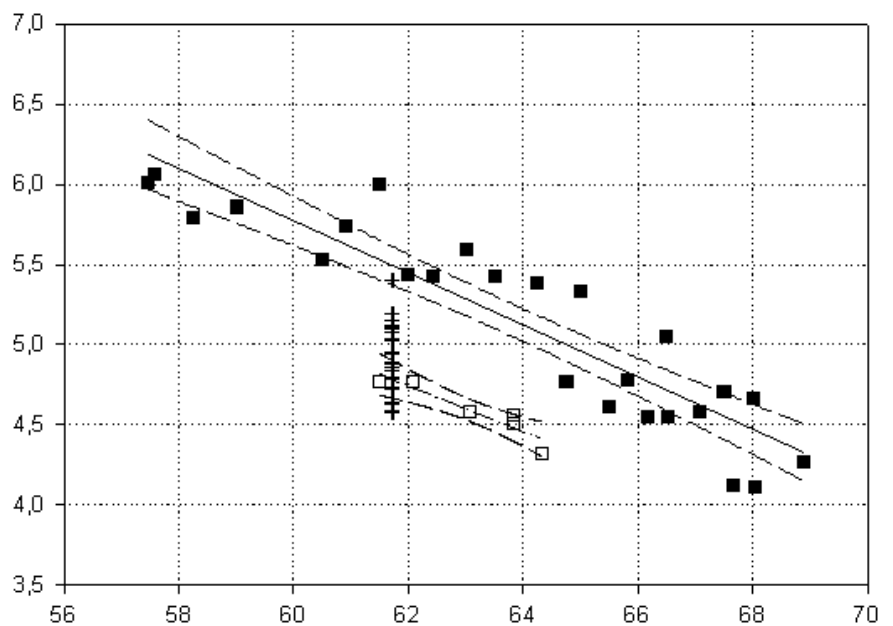


Рис. 2. Класс повреждения семян сосны (NSC) скандинавских (темные квадратики) и российских (светлые квадратики) происхождений, а также полусибирских (скрещенные линии) в зависимости от географической широты (град.; по оси абсцисс).

Таблица 1

Оценки параметров устойчивости семян сосны к низкотемпературному стрессу, рассчитанные по уравнению(1)

Источник изменчивости	Параметр	Оценка	Стандартное отклонение	p уровень
Повторность	b_i			< 0.001
Категория	c_j	-0.5260	0.0419	< 0.001
Коэффициент регрессии для географической широты	d	-0.1272	0.0050	< 0.001

о довольно высоком уровне генетического контроля данного признака. Устойчивость полусибсовых семей с самыми высокими значениями соответствует устойчивости шведских образцов с 67°30' с.ш., а с самыми низкими – с 62° с.ш. Это говорит о большой генетической изменчивости сосны по устойчивости к осенним заморозкам. Также видно, что потомства плюсовых деревьев в среднем повреждаются несколько сильнее, чем образцы из естественных насаждений, отобранные на той же географической широте.

Данные о генетическом контроле устойчивости к низкотемпературному стрессу ($h^2 = 0.22$), полученные по результатам искусственного промораживания полусибсовых семей российского происхождения, хорошо согласуются с полученными ранее данными для скандинавских популяций [23]. Значение коэффициента наследуемости и выраженная генетическая изменчивость свидетельствуют о возможности повышения устойчивости сосны к низким температурам путем селекции.

Средняя устойчивость потомств плюсовых деревьев была ниже, чем средняя устойчивость образцов естественных насаждений, отобранных на этой географической широте. Фенотипический отбор плюсовых деревьев по показателям роста может снижать устойчивость в связи с отрицательной корреляцией между этими признаками. Однако отрицательная связь между ростом и сохранностью, обычно наблюдаемая при селекции происхождений, не была обнаружена на индивидуальном уровне [26]. Таким образом, принимая во внимание тесную взаимосвязь между морозостой-

чивостью и сохранностью сосны на Севере [24], более низкая устойчивость потомств плюсовых деревьев в данной работе, вероятно, является следствием обычной межпопуляционной изменчивости. Эта изменчивость может быть также связана с условиями опыления, поскольку пыльца более южного происхождения может участвовать в отдельные годы в опылении семян плюсовых деревьев.

Широтная изменчивость по устойчивости очевидна как для российских, так и для скандинавских образцов, но российские образцы более устойчивы по сравнению со скандинавскими, если рассматривать одну и ту же географическую широту. Поскольку российские образцы относятся к одному году репродукции (1999) можно было бы предполагать, что в опылении участвовала северная пыльца, перемещенная с воздушными массами. Однако это кажется маловероятным, поскольку пункты отбора образцов географически удалены друг от друга, цветение проходило в разные сроки и при различающихся погодных условиях. Учитывая, дополнительно к этому, что общее количество испытанных образцов достаточно велико, полученные результаты являются убедительными.

По-видимому, данное сообщение о значительной меридиональной дифференциации сосны по устойчивости к низким температурам является первым. Хотя известно о географической изменчивости сосны по сохранности и другим характеристикам на территории бывшего СССР [33], однако меридиональная изменчивость не была выявлена. Согласно данным этих авторов, северо-западные происхождения в географичес-

ких культурах имеют наивысшую сохранность, но они же являются и самыми северными. Кроме того, происхождения из Скандинавии не были включены в упомянутое исследование. По нашему мнению, меридиональные различия сосны по устойчивости к низким температурам связаны с различиями в климате. Известно, что морозостойкость сосны определяется климатическими условиями района происхождения [7, 15, 17, 36]. Из-за влияния Гольфстрима климат в Скандинавии значительно мягче, чем на соответствующих широтах в Коми. В октябре на 63° с.ш., когда среднесуточные температуры начинают опускаться ниже 0 °С, таким образом, этот период является критическим, среднемесячная температура на 54° в.д. на 3.8 °С ниже, чем на долготе 17° в.д. [2]. Для того, чтобы получить такое различие в среднемесячной температуре октября в Швеции, следует переместиться на север на 4° широты (с 63° с.ш., 17° в.д. на 67° с.ш., 23° в.д.). Это хорошо совпадает с результатами искусственного промораживания, которые показали, что одинаковый уровень устойчивости сосны к низким температурам был получен у образцов, отобранных на 4.1° севернее в Швеции, по сравнению с Коми. Эти результаты говорят о том, что помимо фотопериода, континентальность климата также является существенным дополнительным фактором в адаптации сосны суровым климатическим условиям. Аналогичные данные были получены о различиях в устойчивости к низкотемпературному стрессу, однако они касаются сосны скрученной (*Pinus contorta*) из Канады и сосны обыкновенной из Швеции [22]. Устойчивость сосны скрученной к промораживанию соответствовала таковой у сосны обыкновенной, произрастающей на 5-9° широты севернее.

Полученные нами результаты находятся в некотором противоречии с имеющимися данными об устойчивости сосны к суровому климату Скандинавии. Сообщается, что в географических культурах устойчивости и сохранности происхождения связана в основном с географической широтой их родины, а не с высотой над уровнем моря [27, 35]. В Скандинавии высотный градиент в значительной степени меняется вместе с долготой и континентальностью, поскольку горные хребты и береговая линия вытянуты в основном в широтном направлении. Отсутствие связи между устойчивостью сосны к климату и высотой над уровнем моря в Скандинавии означает также отсутствие здесь связи между устойчивостью и географической долготой. Одной из причин этого может быть слабая изменчивость, несомненно на выраженные различия в суровости климата, если рассматривать среднего-

Таблица 2

Оценки дисперсии устойчивости (NSC) полусибсовых семян к низкотемпературному стрессу, полученные по уравнению(2)

Источник изменчивости	Параметр	Оценка	Стандартное отклонение	p уровень
Семья	σ_f^2	0.0203	0.0097	0.018
Повторность×Семья	σ_{bf}^2	0.0595	0.0114	< 0.001
Остаточная	σ_e^2	0.2960	0.01283	< 0.001
Повторность	b_i			< 0.001

летние суммы температур за вегетационный период [21, 25]. Согласно имеющимся метеоданным [2], на широте 63° с.ш. максимальное различие в континентальности составляет 4.2° С в Швеции (20.7° С и 24.9° С для 13° и 18° в.д., соответственно), в то время как различие между Швецией и Коми составляет 11.5° С (23.7° С для 15° в.д. в Швеции и 35.2° С для 54° в.д. в Коми). Другой, или дополнительной причиной, может быть значительный поток генов с пылью из сосняков, расположенных на равнине, в сосняки, расположенные выше над уровнем моря.

Результаты показывают, что имеется потенциал для повышения устойчивости сосны к суровому климату за счет вовлечения в селекцию материала отдаленных происхождений. При этом важна не только географическая широта происхождения, но и долгота для того, чтобы сравнивать материал в предполагаемых районах использования. Перемещение семян в направлении восток-запад может повысить сохранность культур сосны в местностях с суровым климатом, где перемещение семян с севера на юг уже невозможно. Соответственно, перемещение семян с запада на восток может повысить продуктивность культур в местностях с относительно мягким климатом. Конечно, такие показатели, как потеря холодостойкости весной, интенсивность роста, устойчивость к болезням и др. должны быть изучены. Полученные результаты также показывают, что если климат будет более мягким, то сосна местного происхождения будет проходить фазу закалывания относительно рано, что подразумевает меньшее повреждение низкими температурами осенью. С другой стороны, риск повреждений в осенних заморозках может быть повышен, если изменение климата приведет к задержке прихода весны.

Авторы благодарят работников лесного хозяйства Швеции и Республики Коми за предоставление образцов семян сосны для исследования, а также сотрудника отдела ГИС Института биологии Коми научного центра УрО РАН Л. Рыбина за составление электронной карты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Некрасов В.И. Концепция генетического улучшения лесов России // Лесоведение, 1995. № 5. С.3-7.



Выращивание сеянцев сосны в теплице.



Камера для промораживания сеянцев.

2. A high-resolution data set of surface climate over global land areas / M. New, D. Lister, M. Hulme et al. // Clim. Res., 2002. № 21. P. 1-25.

3. Andersson B. Effect of maternal soil treatment on first year growth and autumn frost hardiness of *Pinus sylvestris* L. full-sib families // Scand. J. For. Res., 1989. № 4. P. 163-173.

4. Antola J. First new seed orchards producing elite seed established. Foundation for forest tree breeding (Annual report), 1997. 36 p.

5. Beuker E. Adaptation to climatic changes of the timing of bud burst in populations of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. // Tree Physiology, 1994. № 14. P. 961-970.

6. Danell O. Survey of past, current and future Swedish forest tree breeding // Silva Fennica, 1991. Vol. 25, № 4. P. 241-247.

7. Eiche V. Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden // Studia Forestalia Suecica., 1966. № 36. 219 p.

8. Eriksson G. Evolutionary forces influencing variation among populations of *Pinus sylvestris* // Silva Fennica, 1998. № 32. P. 173-184.

9. Eriksson G., Ekberg I. An introduction to forest genetics. Uppsala, 2001. 166 p.

10. GCM driven simulations of recent and future climate with the Rosby centre coupled atmosphere - Baltic Sea regional climate model RCAO / J. Räisänen, U. Hansson, A. Ullers-tig et al. // SMHI, Reports Meteorol. Climatol., 2003. № 101. 61 p.

11. Gianola D., Norton H.W. Scaling threshold characters // Genetics, 1981. № 99. P. 357-364.

12. Gullberg U., Vegerfors B. Genotype-environment interaction in Swedish material of *Pinus sylvestris* // Scand. J. For. Res., 1987. № 2. P. 417-432.

13. Haapanen M. Impact of family-by-trial interaction on utility of progeny testing methods for Scots pine // Silvae Genet., 1996. № 45. P. 130-135.

14. Haapanen M. Time trends in genetic parameter estimates and selection efficiency for Scots pine in relation to field testing method // For. Genet., 2001. № 8. P. 129-144.

15. Heide O.M. Physiological aspects of climatic adaptation in plants with special reference to high-latitude environments // Plant production in the north / Eds. E. Kaurin, O. Junttila, J. Nilsen. Oslo: Norwegian Univ. Press, 1985. P. 1-22.

16. Jansson G., Li B., Hannrup B. Time trends in genetic parameters for height and optimal age for parental selection in Scots pine // For. Sci., 2003. Vol. 49, № 5. P. 696-705.

17. Junttila O. Plant adaptation to temperature and photoperiod // Agricultural and food science in Finland, 1996. № 5. P. 251-260.

18. Koski V. Breeding plans in case of global warming // Euphytica, 1996. Vol. 92, № 1-2. P. 235-239.

19. Lindgren D. Prediction and optimization of genetic gain with regard to genotype x environment interactions // Studia Forestalia Suecica, 1982. № 166. P. 15-24.

20. Matys C. Modelling climate change effects with provenance test data // Tree Physiology, 1994. № 14. P. 797-804.

21. Morén A-S., Perttu K. L. Regional temperature and radiation indices and their adjustment to horizontal and inclined forest land // Studia Forestalia Suecica., 1994. № 194. 19 p.

22. Nilsson J.-E. Seasonal changes in phenological traits and cold hardiness of F1-populations from plus-trees of *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* of various geographical origins // Scand. J. For. Res., 2001. № 16. P. 7-20.

23. Nilsson J.-E. Variation in early winter hardening within families of *Pinus sylvestris*

(L.) from northern Sweden // Scand. J. For. Res., 1990. № 5. P. 17-27.

24. Nilsson J.-E., Andersson B. Performance in freezing tests and field experiments of full-sib families of *Pinus sylvestris* (L.) // Can. J. For. Res., 1987. № 17. P. 1340-1347.

25. Odin H., Eriksson B, Perttu K. Temperaturklimatkartor för svenskt skogsbruk. 1983. 57 p. – (Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära 45, Inst. för skoglig marklära, SLU).

26. Performance of improved *Pinus sylvestris* in northern Sweden / B. Andersson, B. Elfving, T. Ericsson et al. // Scand. J. For. Res., 2003. № 18. P. 199-206.

27. Persson B. Effects of provenance transfer on survival in nine experimental series with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) // Scand. J. For. Res., 1994. № 9. P. 275-287.

28. Persson T., Andersson B. Genetic variance and covariance patterns of growth and survival in northern *Pinus sylvestris* // Scand. J. For. Res., 2003. № 18. P. 332-343.

29. Persson B., Stahl E. Survival and yield of *Pinus sylvestris* L. as related to provenance transfer and spacing at high altitudes in northern Sweden // Scand. J. For. Res., 1990. № 5 P. 381-395.

30. Predicted genetic gain from existing and future seed orchards and clone mixes in Sweden / O. Rosvall, G. Jansson, B. Andersson et al. // Eds. M. Haapanen, J. Mikola // Integrating tree breeding and forestry. Vantaa, 2002. P. 71-85.

31. SAS/STAT User's guide (Version 8). Cary, NC. SAS Institute Inc., 1999. 3884 p. – (ISBN 1-58025-494-2).

32. Savolainen O.A., Hurme P.K. Conifers from the cold / Eds. R. Bijlsma, V. Lo-

eschcke // Environmental stress, adaptation and evolution. Basel (Switzerland): Birkhäuser Verlag, 1997. P. 43-62.

33. Shutyaev A.M., Giertych M. Genetic subdivisions of the range of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) based on a transcontinental provenance experiment // Silvae Genet., 2000. № 49. P. 137-151.

34. Shutyaev A.M., Giertych M. Height growth variation in a comprehensive Eurasian provenance experiment of (*Pinus sylvestris* L.) // Silvae Genet., 1997. № 46. P. 332-349.

35. Sundblad, L-G., Andersson B. No difference in frost hardiness between high and low altitude *Pinus sylvestris* (L.) offspring // Scand. J. For. Res., 1995. Vol. 10. P. 22-26.

36. Tigerstedt, P.M.A. Adaptation, variation and selection in marginal areas // Euphytica, 1994. Vol. 77. P. 171-174. ❖



КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ



К МОРФОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ОБЫКНОВЕННОЙ ЛИСИЦЫ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА

А. Королев

асп. лаборатории экологии позвоночных животных
E-mail: tpetrov@ib.komisc.ru, тел.: (8212) 43 10 07

Научные интересы: фауна, экология и ресурсы охотничьих млекопитающих

Обыкновенная лисица (*Vulpes vulpes* L., 1758) – обычный, довольно многочисленный и широко распространенный хищник. Несмотря на это, степень ее изученности, особенно на северных пределах ареала, незначительна. Последнее утверждение справедливо и для такого крупного региона, как европейский Северо-Восток, где остаются неисследованными вопросы, связанные с морфологией вида, структурой его популяции и динамикой численности. Очень скудная информация собрана об особенностях процесса размножения, недостаточно изучено биотопическое распределение.

Материалы собраны на территориях Сыктывдинского, Корткеросского, Княжпогостского и Печорского районов Республики Коми, главным образом в зимние периоды 1998-2004 гг. В работе использованы также коллекции зоологического музея Сыктывкарского государственного университета и данные учетов численности Управления по охране, контролю и регулированию использования охотничьих животных Республики Коми (далее Охотуправление РК). Всего обработано 35 особей (21 ♂, 14 ♀) обыкновенной лисицы. Измере-

ния морфологических показателей проводились по общепринятым методикам. При статистической обработке выборка не делилась по возрасту, так как в литературе имеются данные о возможности сравнения разновозрастных выборок, при условии, что они представлены промысловыми пробами или не проводился преднамеренный отбор данных по наиболее крупным особям [8]. Кроме того, возрастная изменчивость линейных размеров черепа у половозрелых лисиц выражена слабо. Она значительно перекрывается индивидуальной и географической изменчивостью и не может существенно повлиять на анализ последней [6].

Лисица – обычный вид для всего европейского Северо-Востока. Встречается в зонах тайги, лесотундры и тундры, доходит до побережья Северного Ледовитого океана. Места обитания весьма разнообразны, но наиболее предпочтительными для вида являются ландшафты с высокой степенью мозаичности биотопов. Чаще встречается по долинам рек, на старых вырубках, гарях, разреженных лесах, по окраинам сельхозугодий. В глубине равнинных высокоствольных лесов редка из-за глубокого и рыхлого снежного покро-



Фотография с сайта <http://arda.pp.ru>

Обыкновенная лисица (*Vulpes vulpes* L., 1758).

ва, затрудняющего передвижение, и скудной зимней кормовой базы.

Численность вида в пределах Республики Коми невысока и, как и в других частях ареала, подвержена значительным колебаниям (рис. 1). По данным Охотуправления РК величина поголовья лисицы в 1985-2003 гг. изменялась в пределах 3.1-11.3 тыс. особей. Четкая зависимость динамики численности лисицы от таковой мышевидных грызунов не подтверждается [4]. На территории республики она напрямую определяется уровнем численности зайца-беляка [2]. Коэффициент корреляции при сравнении динамик поголовья этих видов в 1993-2003 гг. равен 0.64 (рис. 2). Средняя плотность популяции лисицы в 1985-1993 гг. составила 0.22 особи на 1000 га [4]. В последние годы в южной, центральной и северной зонах республики плотность населения лисицы составила 0.095, 0.142 и 0.193 особи на 1000 га соответственно.

Исследования морфологии выявили ряд особенностей лисицы Северо-Востока (табл. 1). Половой диморфизм выражен по всем показателям, достоверные различия ($P < 0.05$) отмечены для массы и длины тела и для высоты ушной раковины. Относительные величины показателей практически равны. Сравнение наших материалов с таковыми по Мурманской области [1], Швеции и центру европейской части России [7] показало, что лисицы европейского Северо-Востока отличаются наименьшими размерами. При этом минимальные различия по массе тела отмечены при сравнении с лисицами центра европейской части России, по линейным размерам – с лисицами Швеции. По абсолютным величинам длин хвоста и задней лапы и по высоте ушной раковины лисицы Северо-Востока соизмеримы с животными Швеции, полностью превосходят центрально-европейских, а животных Мурманской области превосходят лишь по высоте ушной раковины. По относительным величинам этих показателей (по отношению к длине тела) лисицы европейского Северо-Востока практически идентичны шведским и превосходят как мурманских, так и среднерусских лисиц (табл. 2).

Результаты органомерии обследованных лисиц показывают, что масса внутренних органов самок во всех случаях меньше, чем у самцов, хотя разница ве-

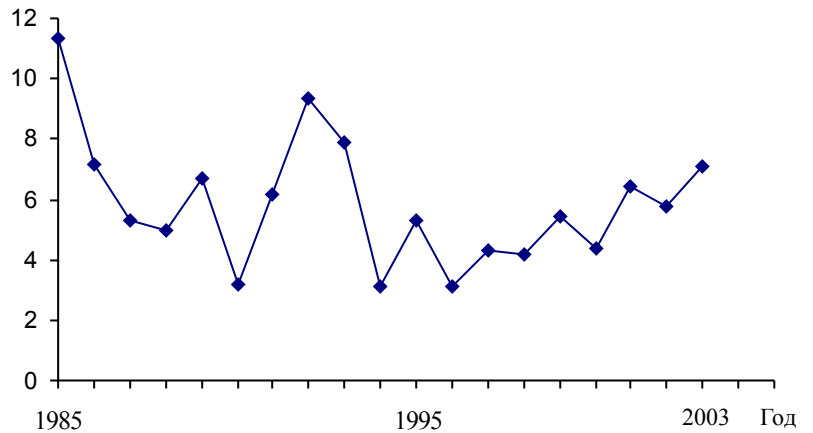


Рис. 1. Динамика численности (тыс. особей; по оси ординат) обыкновенной лисицы в Республике Коми (по данным Охотуправления РК).

личин не везде достоверна (табл. 3). Противоположная картина наблюдается при сравнении размеров кишечника и его отделов. По этим показателям самки, хотя и недостоверно, но превосходят самцов. Сравнение наших данных с материалами О.А. Макаровой [1] по Мурманской области показало, что лисы европейского Северо-Востока почти по всем показателям

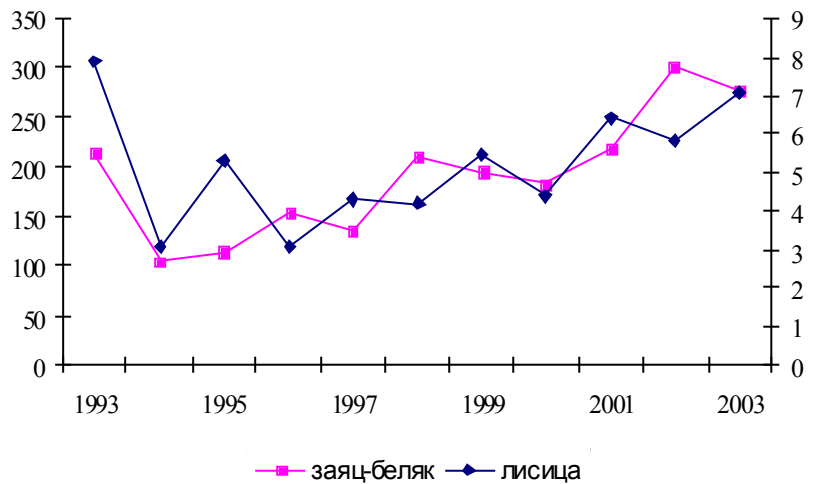


Рис. 2. Динамика численности (тыс. особей; по оси ординат) зайца-беляка (слева) и обыкновенной лисицы (справа) в Республике Коми (по данным Охотуправления РК) в 1993-2003 гг.

меньше мурманских. Исключения составляют лишь абсолютные и относительные размеры печени и относительные размеры кишечника и его тонкого отдела. Предположительно, это объясняется тем, что лисы Северо-Востока обитают в более жестких условиях, нежели животные Мурманской области. Значительные размеры печени говорят о недостатке кормов в зим-

Таблица 1
Масса (кг) и линейные размеры(мм) тела лисиц таежной зоны европейского Северо-Востока

Промер	Самцы					Самки					t
	n	Lim.	M ± m	Cv, %	l, %	n	Lim.	M ± m	Cv, %	l, %	
M	18	4.0-6.27	5.04 ± 0.15	12.3	—	14	3.7-5.3	4.45 ± 0.14	12.0	—	2.88
L	18	580-770	688.89 ± 9.91	6.1	100	14	600-710	657.14 ± 8.66	4.9	100	2.41
C	17	380-490	436.47 ± 7.51	7.1	63.4	14	370-470	417.14 ± 8.08	7.3	63.5	1.75
Pl	17	150-210	173.24 ± 3.21	7.6	25.2	13	145-180	165.77 ± 2.88	6.3	25.2	1.73
Au	14	88-120	98.64 ± 2.25	8.5	14.3	11	85-105	91.55 ± 2.03	7.4	13.9	2.34

Условные обозначения: M – масса тела, L – длина тела, C – длина хвоста, Pl – длина задней лапы, Au – высота ушной раковины.

Таблица 2

Относительные размеры выступающих частей тела лисиц из различных частей ареала, %

Промер	Северо-восток		Центр		Мурманская область		Швеция	
	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки
C	63.4	63.5	51.9	55.1	54.6	—	64.3	63.4
PI	25.2	25.2	21.3	22.6	21.4	—	24.9	24.8
Au	14.3	13.9	10.5	10.6	11.8	—	14.1	14.3

Примечание: данные о самках лисиц Мурманской области отсутствуют.

ний период, в результате чего в ней накапливаются существенные количества гликогена и жира, которые мобилизуются в период бескормицы [5]. Относительно более длинный кишечник способствует перевариванию низкокалорийных суррогатных кормов, преоб-

на пониженную интенсивность обмена веществ. Вероятно, это объясняется снижением общего количества получаемой организмом энергии в период бескормицы. Вследствие этого, общая двигательная активность обыкновенной лисицы в зимний период заметно снижается (по причине высокой заснеженности, относительно невысокой численности основных кормовых объектов — мышевидных грызунов, трудности их

добывания), что способствует более экономному расходу энергии. Анализ краниометрических показателей выявил следующие особенности. Самцы превосходят самок по абсолютному большинству промеров (табл. 4). Сопоставление наших данных с информацией из других регионов показало, что по

Таблица 3

Органометрия лисиц таежной зоны европейского Северо-Востока

Промер	Самцы, n = 15				Самки, n = 13				t
	Lim.	M ± m	Cv, %	l, %	Lim.	M ± m	Cv, %	l, %	
Масса, г									
сердце	33.9-81.3	50.52±3.13	24.0	1.00	34.5-61.1	46.75±2.21	17.0	1.05	0.98
печень	132.2-276.7	183.21±11.97	25.3	3.64	105.3-172.3	127.55±5.44	15.4	2.87	4.23
почки	8.5-21.8	14.93±0.64	23.3	0.30	9.4-18.2	12.43±0.44	17.9	0.28	3.22
селезенка	5.9-16.8	10.38±0.70	26.3	0.21	6.1-12.4	8.71±0.61	25.3	0.20	1.80
жировые отложения	36.0-181.5	124.46±11.90	37.0	2.47	34.6-213	100.38±13.9	48.1	2.26	1.31
Длина, мм									
кишечник	1790-2500	2173.3±53.5	9.5	315.5	1870-2500	2184.6±51.6	8.5	332.5	0.15
тонкий	1470-2120	1820±46.9	10.0	264.2	1520-2180	1835.4±49.1	9.7	279.3	0.23
толстый	285-440	353.7±10.5	11.3	51.3	310-450	356.2±12.3	12.5	54.2	0.15

Примечание: индексы массы и линейных размеров внутренних органов рассчитаны по отношению к массе и длине тела соответственно.

ладающих в питании лисиц таежного северо-востока Европы в зимний период. Сравнение индексов почек указывает на относительно низкую двигательную активность исследуемых животных по сравнению с лисицами Кольского полуострова, а также, возможно,

ского Северо-Востока относится не к номинативному подвиду *V. vulpes vulpes* L., 1758 [4], а к среднерусскому подвиду *V. vulpes crucigera* Bechst., 1789 [7]. Последние авторы провели значительную работу по уточнению подвидовой структуры обыкновенной лисицы европейской части бывшего

Таблица 4

Промеры (мм) черепа лисиц таежной зоны европейского Северо-Востока

Промер	Самцы, n = 15			Самки, n = 13			t
	Lim.	M ± m	Cv, %	Lim.	M ± m	Cv, %	
Длина							
общая	137.1-159.9	148.65 ± 1.53	4.0	133.1-149.1	141.83 ± 1.31	3.2	3.39
основная	124.0-146.0	134.93 ± 1.62	4.7	119.0-136.8	128.50 ± 1.44	3.9	2.97
кондилобазальная	132.5-152.2	142.45 ± 1.49	4.1	127.6-143.3	136.61 ± 1.38	3.5	2.88
носовых костей	47.2-56.6	52.67 ± 0.65	4.8	44.8-52.1	49.20 ± 0.67	4.9	3.72
верхнего ряда зубов	72.1-84.2	78.11 ± 0.84	4.2	71.0-79.4	75.26 ± 0.66	3.2	2.67
нижнего ряда зубов	71.6-79.9	76.79 ± 0.65	3.2	68.0-78.1	74.19 ± 0.73	3.6	2.66
нижней челюсти	102.9-118.4	110.11 ± 1.08	3.8	98.8-111.7	105.89 ± 1.01	3.4	2.85
Ширина							
скуловая	72.6-85.3	77.44 ± 0.82	4.1	70.7-80.1	75.05 ± 0.94	4.3	1.92
межглазничная	26.0-33.4	28.58 ± 0.50	6.8	26.1-29.0	27.52 ± 0.29	3.6	1.83
заглазничная	19.0-26.1	22.38 ± 0.41	7.1	20.5-24.3	22.73 ± 0.32	5.0	0.67
мастойдная	46.0-49.7	48.36 ± 0.32	2.6	37.3-48.2	46.15 ± 0.85	6.4	2.43
над клыками	22.7-27.4	24.27 ± 0.35	5.6	21.9-25.0	23.38 ± 0.29	4.3	1.96
над верхними коренными	35.5-43.7	38.74 ± 0.59	5.9	35.9-40.3	37.59 ± 0.34	3.1	1.69
Высота							
нижней челюсти в области слуховых капсул	36.4-43.4	38.82 ± 0.52	5.2	35.1-39.5	37.35 ± 0.33	3.2	2.39
	47.7-53.7	50.10 ± 0.35	7.2	46.6-51.7	48.57 ± 0.37	2.6	3.00

Советского Союза и показали отсутствие ее номинативного подвида в пределах данной территории. Спектр питания исследуемых животных значительно изменяется в течение года (табл. 5). Летом и осенью (в период отсутствия устойчивого снежного покрова) встречаемость мышевидных грызунов в исследованных пробах достигает 100 %, в зимний период она значительно ниже. В 1.5 раза также снижается встречаемость птиц, а растительные корма полностью выпадают из пищевого спектра. Напротив, в это время в четыре раза по сравнению с бесснежным периодом года возрастает потребление

падали и отбросов, что компенсирует недостаток мышевидных грызунов в зимнем рационе. Последнее характерно для животных, обитающих в районах с высокой плотностью людского населения. В малонаселенных и труднодоступных районах соотношение групп кормов в зимнем спектре питания иное. В Печоро-Ильчском заповеднике встречаемость зайца-беляка в пищевых пробах лисицы составляет 36.0 %, полевок – 15.1 %, падали и отбросов – всего 4.8 % [3].

Таблица 5

Питание обыкновенной лисицы в различные периоды года, % встреч (среднее течение р. Вычегда)

Объект питания	Летний и осенний периоды, n = 14	Зимний период, n = 24
Мышевидные грызуны	100.0	20.8
Насекомоядные	28.6	4.2
Заяц-беляк	–	То же
Птицы	42.9	29.2
Растительные остатки	14.3	–
Падаль и отбросы	То же	58.3

Таким образом, лисица таежной зоны европейского Северо-Востока в силу определенных экологических условий данного региона приобрела ряд характерных особенностей. По величине морфологических показателей исследуемые животные стоят между лисицами номинативного и среднерусского подвидов,

приближаясь к последним по краниометрическим признакам. Численность вида нестабильна и варьирует в широких пределах. Ее уровень определяется уровнем численности зайца-беляка. Характер спектра питания лисицы определяется степенью освоенности и использования территорий и величиной антропогенной нагрузки на них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макарова О.А. Лисица (*Vulpes vulpes* L.) в Мурманской области // Фауна и экология наземных позвоночных. Петрозаводск, 1988. С. 113-122.
2. Остроумов Н.А. Животный мир Коми АССР. Сыктывкар, 1972. С. 33-34.
3. Теплова Е.Н. Питание лисицы в Печоро-Ильчском заповеднике // Труды Печоро-Ильчского государственного заповедника. М., 1947. Вып. 5. С. 245-260.
4. Фауна европейского северо-востока России. СПб.: Наука, 1998. 285 с. – (Т. 2, ч. 2. Млекопитающие).
5. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфологических индикаторов в экологии наземных позвоночных // Труды Ин-та экологии растений и животных УФАИ СССР. Свердловск, 1968. Вып. 58. 387 с.
6. Шевченко Л.С. Краниометрические показатели обыкновенной лисицы европейской части СССР // Вестн. зоол., 1987. Вып. 3. С. 63-71.
7. Шевченко Л.С., Борисовец Б.Э. Внутривидовая структура хищных млекопитающих европейской части СССР (с использованием многомерного анализа) // Там же, 1990. Вып. 4. С. 46-57.
8. Юдин В.Г. Лисица Дальнего Востока СССР. Владивосток, 1986. 284 с.


МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО




Перед вами третий информационный бюллетень о проекте PRISM¹. Этот выпуск будет посвящен нескольким мероприятиям, которые прошли с января по июнь 2004 г., как-то: визит экспертов по биоразнообразию в Нидерланды, обучающий семинар по методам дистанционного контроля в Сыктывкаре, рабочая встреча по методам телеметрических исследований рыб в Utsjoki, Финляндия. Подробные отчеты об этих мероприятиях в формате PDF можно будет найти на нашем веб-сайте.

Состоялись подготовительные встречи по второй фазе проекта PRISM для обсуждения его будущего финансирования. Программа «Партнеры по воде» продолжается, а рассмотрение проектов ожидается в сентябре 2004 г.

Читатели, желающие подписаться на рассылку, пожалуйста, сделайте запрос по адресу PRISM@riza.rws.minvenwnl. Предыдущие номера доступны на сайте www.prism-pechora.nl.

Меннобарт ван Эрден
руководитель проекта

Рабочая встреча по методам телеметрических исследований рыб

С 16 по 21 марта 2004 г. профессором Jaakko Erkinaro Финского института охотничьего и рыбного хозяйства проведена рабочая встреча по методам телеметрических исследований рыб на базе полевой станции этого института в пос. Utsjoki, Финляндия. Из России присутствовали Александр Захаров и Василий Пономарев (Институт биологии, Коми научный центр), из Нидерландов – Brambij de Vaate, Andre Breukelaar (RIZA) и Tim Vriese and Gerard de Laak (OV B), а также Jaakko Erkinaro, Jari Haantie, Eero

Niemela и Petri Karppinen (Финский институт охотничьего и рыбного хозяйства) и Jorma Kuusela (речная исследовательская станция по рыбному хозяйству Теплојоки).

В ходе встречи выполнены следующие мероприятия: знакомство с опытом специалистов Финского института охотничьего и рыбного хозяйства по использованию электроловильных устройств для оценки плотности молодежи атлантического лосося; обсуждение методов телеметрических исследований рыб и обучение процедурам имплантации радиометок; слежение за миграциями

рыбы с использованием стационарных и передвижных приемников; обсуждение результатов телеметрических исследований, проведенных голландскими и финскими учеными; знакомство с принципами работы с оборудованием и программным обеспечением по автоматическому определению возраста на основе подсчета числа и величины склеритов рыб.

Особое внимание было уделено планированию пилотных телеметрических исследований семги в бассейне р. Печора в 2004-2005гг. – выбор оборудования, подходящего для бассейна р. Печора и соответствующего особенностям биологии атлантического лосося.

¹ Бюллетень издается на английском и русском языках.

Продолжение социально-экономических исследований

Кластер проекта PRISM, анализирующий социально-экономическое развитие в бассейне р. Печора, выполняется командой экспертов Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра. Возглавляет команду Тамара Дмитриева. Поскольку экономика бассейна р. Печора серьезно зависит от природных ресурсов, первой задачей кластера является анализ использования природных ресурсов в прошлом и настоящем, анализ проблем, препятствующих эффективному и устойчивому использованию природных ресурсов, и определение промышленного и социального потенциала бассейна.

В настоящее время команда работает в нескольких направлениях – экономика лесного сектора, сельского хозяйства, природных источников энергии (нефть, газ) и полезных ископаемых. Кроме того, анализируются демографическая ситуация и использование природных ресурсов населением. Используются статистические данные в разрезе городов, районов и организаций, проводятся встречи с местными органами власти, управлениями природных ресурсов и охраны окружающей среды, с руководителями предприятий. Составились встречи с администрациями Сосногорска, Ижмы, Усинска, Печоры, Инты, Воркуты, Троицко-Печорска и Ненецкого автономного округа.

В настоящее время обобщается проделанная работа. Отчет с описанием демографической и экономической

структур в бассейне р. Печора, оценкой отношения населения к проводимой политике природопользования и в возможных устойчивых вариантах развития бассейна р. Печора был подготовлен в июле 2004 г.

Обучающий семинар по использованию методов дистанционного зондирования

С 16 по 24 мая 2004 г. в Сыктывкаре прошел обучающий семинар по использованию методов дистанционного зондирования, подготовленный Hans den Hollander (Отдел экологической геоинформации, Rijks waterstaat AGI – консультационная служба по геоинформации и информационным технологиям). Десять российских специалистов прошли обучение методам ландшафтной классификации с использованием спутниковых снимков Landsat. Обучение также включало один день полевой работы с выездом в лесную зону в окрестностях Сыктывкара для сбора спутниковой информации о ландшафтных типах и географических координат для геометрической коррекции снимков.

В целом, участники отнеслись с большим энтузиазмом к перспективам использования полученных знаний в своей области. Специалисты Института биологии Коми научного центра – Леонид Рыбин, Владимир Щанов и Сергей Макаров – в ближайшем будущем начнут ландшафтную классификацию региона в ерхней Печоры, где проходила полевая экспедиция в 2003 г. Члены полевой команды – Theo van der Sluis, Светлана Дегтева и Harald Leummens окажут им в сестороннее содействие.

Совещание по проекту – биоразнообразие, землепользование и лесное моделирование

Theo van der Sluis, Irma Jorritsma (Alterra) и Mennobart van Eerden (RIZA) провели очередную встречу по кластеру В в городах Wageningen и Lelystad с 27 мая по 2 июня 2004 г. Целью встречи было обсуждение хода реализации кластера до настоящего момента и планирование дальнейших работ.

Заполнение баз данных по биоразнообразию близко к завершению, при этом необходимо включить некоторые данные, полученные в ходе полевых работ в верхнем течении р. Печора. В настоящее время готовится база данных по дельте р. Печора. Было достигнуто соглашение о классах таблицы классификации единиц ландшафта. Методы комплексной оценки биоразнообразия были представлены Theo van der Sluis. Светлана Дегтева представила два отчета, подготовленных сотрудниками Института биологии Коми научного центра – «Развитие и сукцессии растительности» и «Землепользование в бассейне Верхней Печоры».

Лесное моделирование также движется вперед, закончена параметризация и скоро начнутся пробные запуски программы. Продолжается работа по определению взаимосвязи между структурой леса и комплексного биоразнообразия для отдельных ландшафтных единиц.

PRISM
Partners for Water Project
c/o RIZA P.O. Box 17
NL 8200 AA Lelystad



СЕМИНАР



АЛКАЛОИДЫ: ПРОШЛОЕ ИЛИ БУДУЩЕЕ?

к.х.н. Т. Ширшова
с.н.с. лаборатории биохимии и биотехнологии растений
E-mail: shirshova@ib.komisc.ru, тел.: (8212) 21 14 67

Научные интересы: *биоорганическая химия, биологически активные природные соединения*

Двадцатый век можно с полным основанием назвать золотым для химии биологически активных соединений как по широте охвата объектов исследования, так и по разнообразию методов их изучения. Успехи в развитии и достижения химии природных биологически активных веществ (БАВ) позволили расширить и обновить теоретические знания и практическое использование ранее неизвестных или малоизвестных соединений различных классов, нашедших применение в медицине, косметике, сельском хозяйстве, пищевой промышленности и других отраслях народного хозяйства. При этом наблюдался плодотворный симбиоз знаний, по-

лученных в области химии БАВ, с граничащими с химией науками – биологией, биохимией, биофизикой и др.

Особенно пристальное внимание ученых было привлечено к алкалоидам – растительным основаниям сложной и своеобразной структуры с азотистыми гетероциклами в своей основе, среди которых обнаружены вещества с уникальным и специфическим физиологическим действием на животных и человека. Почти все они в той или иной мере ядовиты, однако многие из них используются как лекарственные средства, а также как модели для синтеза веществ со сходными полезными свойствами. Алкалоиды издавна

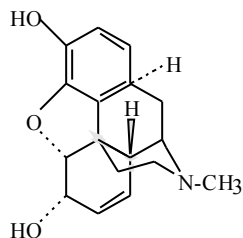
привлекали внимание исследователей ввиду их разнообразного физиологического действия, и химия алкалоидов, скорее всего, является наиболее древним разделом химии природных соединений.

Далеко не все представители флоры земного шара содержат эти уникальные вещества, поэтому поиски алкалоидоносных растений ведутся с давних пор до сегодняшнего дня. Развитие новых физико-химических методов установления строения органических соединений, в том числе и алкалоидов (ИК-, УФ-, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия), стимулировало развитие тонкого органического синтеза. Первые синтезы алкалоидов – пилокарпина, хинина, эметина, алкалоидов ипекакуаны были впечатляющими и открыли путь для синтеза аналогов сложных природных соединений. Вслед за ними были синтезированы алкалоиды курарин, резерпин, морфин, стрихнин, также являющиеся важнейшими медицинскими препаратами [6, 11].

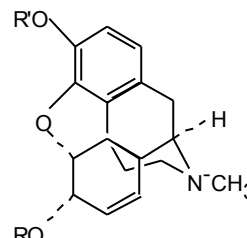
Развитие химии алкалоидов началось с тех пор, как в 1806 г. немецкий химик и фармацевт Фредерик Вильгельм Сертюрнер выделил из опия его действующее начало – морфин (I), являющийся главным алкалоидом мака снотворного *Papaver somniferum*. Этот алкалоид обладает сильным болеутоляющим действием, являясь наркотическим анальгетиком с выраженным седативным, снотворным и эйфорическим действием. Морфин используют в медицине не в виде гидрохлорида или сульфата как обезболивающее средство. Он действует на центральную нервную систему (ЦНС), точнее, на кору больших полушарий, вызывая эйфорию – психическое состояние душевного покоя и уединения (от греческого *ευ* – хорошо, *φέρω* – переношу), устраняет гнетущие ощущения и переживания. Однако длительное применение морфина приводит к привыканию, а затем и к лекарственной зависимости – болезненному пристрастию, являющемуся одним из видов наркомании (морфинизм). Резкое прекращение употребления морфина вызывает состояние абстиненции – лишения, которое иногда в наиболее тяжелых случаях может привести к смертельному исходу. В медицине применяются и другие препараты опия – омнопон, содержащий 50 % морфина, и пантопон, представляющий смесь гидрохлоридов пяти алкалоидов опия [3, 5, 6, 12]. Искусственно полученное диацетильное производное морфина – героин (III), является одним из наиболее распространенных и опасных для здоровья наркотиков со значительно более сильным действием, чем морфин. А синтезированный К. Бентли аналог морфина, названный в честь автора соединением Бентли, в 10 тысяч раз активнее морфина (1 мг его успокаивает разъяренного слона). Эти препараты не только оказывают наркотический эффект, но и вызывают серьезные нарушения дыхания, а в отношении развития болезненного пристрастия еще опаснее морфина. Производное морфина – налорфин (N-метилнорморфин) является конкурентным антагонистом морфина и других наркотических аналь-

гетиков и часто применяется для лечения наркомании и острых отравлений наркотиками.

Изучение алкалоидов опийного мака наряду с открытием морфина привело к выделению целого ряда соединений, обладающих разнообразным действием на организм человека. К ним относятся наркотин, папаверин, кодеин, которые в течение многих лет широко применяются в медицинской практике. Производное морфина – кодеин (II), содержание которого в опиуме колеблется от 0.2 до 6.0 %, по действию на организм человека близок к морфину, однако по силе угнетающего воздействия на центральную нервную систему значительно уступает ему. Вместе с тем, он обладает специфическим свойством подавлять кашлевой рефлекс, поэтому до сих пор и используется в медицине как противокашлевое средство. При длительном применении, как и в случае морфина, может выработаться болезненное пристрастие – наркомания. Одним из наиболее ценных алкалоидов опия является папаверин

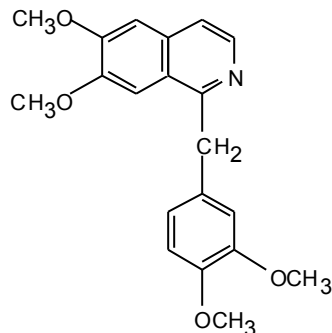


I. Морфин

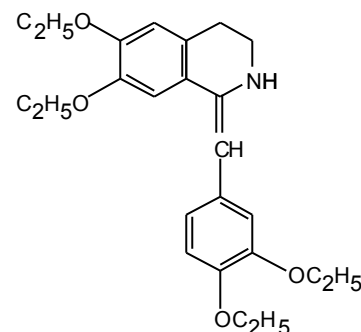


II. R=H; R'=CH₃ Кодеин

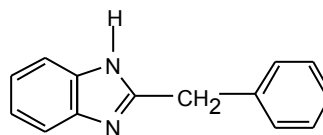
III. R=COCH₃; R'=COCH₃ Героин



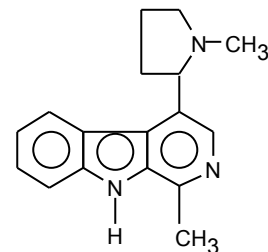
IV. Папаверин



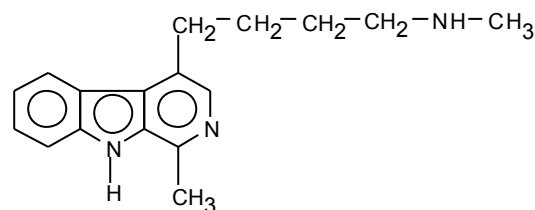
V. Но-шта



VI. Дибазол



VII. Бревиколлин



VIII. Бревикарин

(IV), выделенный В. Мерком в 1848 г. Он обладает спазмолитическим и умеренным сосудорасширяющим действием, повышает потребление миокардом кислорода и широко применяется в медицинской практике в виде соли – гидрохлорида, как мягкое гипотензивное и сосудорасширяющее средство при гипертонии, стенокардии, спазмах коронарных сосудов и сосудов головного мозга, так как расслабляет гладкую мускулатуру кровеносных сосудов, а также бронхов и кишечника. Папаверин послужил моделью для синтеза синтетических аналогов, среди которых наиболее известными являются но-шпа (V) и дибазол (VI).

Алкалоид кокаин, выделенный из листьев тропических растений кока *Erythroxylum coca* и *E. novagratense*, в виде гидрохлорида используют в медицине как местное анестезирующее средство. При нанесении на слизистые оболочки и при введении под кожу кокаин подавляет чувствительность нервных окончаний и блокирует проведение нервных импульсов. При всасывании кокаин возбуждает, а затем угнетает ЦНС. Кокаин оказывает парализующее действие на парасимпатическую (периферическую) нервную систему и может быть использован при хирургических операциях глаз, носа, горла и в зубной практике, однако из-за

высокой токсичности применяется довольно редко. В начале XX века кокаин был широко распространенным наркотиком. Как и морфин, он при длительном применении вызывает болезненное пристрастие и психологическую зависимость – кокаинизм, но явлений физической абстиненции не проявляет. Синтетические аналоги кокаина, обладающие более высокой анестетической активностью и практически лишённые наркотических свойств, в настоящее время нашли широкое применение в медицине. Первым из них является новокаин, введенный в медицинскую практику в 1905 г. Аналогичный ему по строению дикаин приблизительно в 10 раз активнее кокаина [5, 6, 11, 12].

О важности исследований в области химии алкалоидов можно судить по тем уникальным представителям этого класса, которые в настоящее время используются в качестве медицинских препаратов со специфическими физиологическими свойствами. Яркие представители класса алкалоидов были выделены и из других растений. К ним относится атропин – алкалоид, содержащийся в растениях семейства пасленовых Solonaceae, особенно в красавке *Atropa belladonna*, белене *Hyoscyamus niger*, дурмане *Datura stramonium*, применяющийся в медицине как антагонист ацетил-

ЮБИЛЕЙ



Биологи института и особенно радиоэкологи сердечно поздравляют **Раису Павловну Коданеву с 75-летием!**

Перед нами бесценный документ, удостоверяющий о том, что 31 мая 1958 года (!) Коданева Р.П. прошла при институте биофизики в Москве практикум по применению метода меченых атомов в биологии и сдала соответствующий экзамен. А годом раньше состоялась ее замечательная поездка за радиобиологическим знанием к самому Н.В. Тимофееву-Ресовскому в Миассово! Поэтому Вы, дорогая Раиса Павловна, по праву являетесь первым дипломированным

радиобиологом на коми земле!

В 1954 году, после окончания Пермского сельскохозяйственного института, Вы успели поработать агрономом в Удмуртии. Начало Вашей трудовой деятельности совпало с временами приснопамятного «великого кукурузника», когда любая промашка на ниве сельского хозяйства могла обернуться плачевными последствиями. Но Вы начинали успешно! Ижевское радио сообщало о Ваших первых трудовых победах.

Обстоятельства жизни вернули Вас в родной Сыктывкар. Сам П.Ф. Рокицкий принимал Вас на работу в отдел биологии растений Коми филиала Академии наук. Около года рука об руку Вы работали с И.С. Хантимером по созданию и улучшению северных лугов и пастбищ. Ну, а потом – новое научное направление – радиобиология. Сюда Вас пригласили как молодого специалиста, уже имеющего за плечами некоторый исследовательский опыт. Неизвестная область знаний потребовала от Вас всемерной мобилизации. Начались упорные повседневные бдения. И сколько тут было проявлено Вами научной инициативы, наблюдательности, выдумки! Сколько было находок!

Обретенные знания о радиационных эффектах Вы пробовали поставить на службу практике. Многие помнят огромное ячменное поле и мутанты, поражающие воображение. И снопы, снопы... Сколько образцов пропущено через Ваши руки, глаза! Современная молодежь вряд ли рискнет пойти на такие масштабные эксперименты. Заслуживают внимания и Ваши поиски и находки в направлении использования предпосевного облучения семян в практике северного овощеводства.

Сейчас Вы на пенсии и посвятили себя дому. Мы знаем, как самоотверженно трудитесь Вы на этом посту, поддерживаете огонь домашнего очага, растите желанную внучку, передаете окружающим бесценный опыт знаний, накопленных за Вашу жизнь. И это прекрасно! Везде нужны хорошие, заботливые руки!

Пожелаем Вам, дорогая Раиса Павловна,
дальнейших добрых деяний на благо семьи и всех, кто Вас окружает. И будьте здоровы.

холина. Он расслабляет гладкую мускулатуру желудочно-кишечного тракта, желчного и мочевого пузыря, уменьшает секрецию желез и тонус мышц глаза. Используется при диагностике глазных болезней. Главный алкалоид растения раувольфия змеяная (*Rauwolfia serpentina*) – резерпин, широко применяется при лечении гипертонической болезни, а также в качестве транквилизатора. Стрихнин, выделенный из семян тропических растений чилибухи (*Strichnos nuxvomica*), является судорожным ядом, поражающим в первую очередь спинной мозг, а затем ЦНС, зрение, слух и обоняние, вызывая судороги всех мышц и смерть от удушья. В то же время он относится к аналептикам, так как в малых дозах возбуждает дыхательные и сосудодвигательные центры продолговатого мозга, тонизирует скелетную мускулатуру. В виде азотнокислой соли стрихнин применяется в медицине как стимулятор ЦНС. Впервые выделенный из хинного дерева, а несколько позднее из растений семейства мареновых, алкалоид хинин используется как противомаларийное средство, угнетающее жизнедеятельность эритроцитарных форм малярийных плазмодиев. Алкалоид кофеин был обнаружен в листьях чая, зернах кофе и орехах кола и впервые выделен в чистом виде в 1819 г. Его содержание в зернах кофе достигает 1.5 %, а в некоторых сортах чая – 5 %. Он является типичным психостимулятором, возбуждает сердечную деятельность, расширяет коронарные сосуды, усиливает двигательную активность и диурез [3, 5].

Широта спектра биологического действия алкалоидов связана с их структурой. Незначительное изменение в химическом строении приводит к резкому изменению физиологической активности. Например, алкалоид табака (*Nicotinum tabacum*) никотин считается одним из самых ядовитых алкалоидов. Сульфат никотина используется в сельском хозяйстве как инсектицид. А никотиновая кислота и ее амид относятся к витаминам [3, 5, 12].

К настоящему времени из растений выделено более 6000 алкалоидов, значительная часть которых обладает интересной биологической активностью и используется в медицине. Если учесть, что на территории бывшего Советского Союза произрастают более 20 тысяч растений, а во всем мире – более 200 тысяч, то можно представить себе, какие неограниченные возможности существуют у ученых, изучающих алкалоиды [11].

В России первые алкалоиды – теобромин и гармин – были открыты в сороковых годах 19 столетия. Во время первой мировой войны было организовано производство по выделению морфина и кодеина из опия, кофеина из чайной пыли, теобромина из шелухи какао. Позднее профессором А.Е. Чичибабыным с учениками и сотрудниками (Н.А. Преображенский, В.М. Родионов, Р.А. Коновалова и др.) был разработан метод получения кодеина и апоморфина из морфина [4, 11].

В Советском Союзе основоположником химии алкалоидов был выдающийся ученый с мировым именем Александр Павлович Орехов (1881-1939 гг.). Благодаря его инициативе началось систематическое обследование (скрининг) растений, особенно южных районов страны, на содержание алкалоидов. Он был всесторонне образованным человеком, отличавшимся гро-

мадной эрудицией в химии и других естественных науках – ботанике, фармакологии и фармации. Защитив в 1909 г. диссертацию на степень доктора философии, он в течение многих лет работал в высшей школе, сначала в лаборатории Ф. Гюи в Женеве, затем в лаборатории профессора Тиффно в Париже. Вернувшись в 1928 г. в СССР, А.П. Орехов начал с большим успехом изучать растительное сырье нашей страны и выявил полную недостаточность знаний о химическом составе растений. К тому времени на территории СССР был исследован химический состав не более 3 % растений всех описанных видов. Первый алкалоид был выделен А.П. Ореховым в 1929 г. из среднеазиатского растения ежевника безлистного *Anabasis aphylla* L. (сем. Маревые, Chenopodiaceae) [7, 8, 11]. Под его руководством было обследовано более тысячи видов растений, главным образом, среднеазиатских республик, выявлено около 100 новых алкалоидоносных растений и установлено 10 семейств, в которых до работ А.П. Орехова не были известны алкалоидсодержащие представители. А.П. Ореховым с учениками и сотрудниками было выделено 65 новых алкалоидов, установлено химическое строение и физиологическая активность большинства из них. Некоторые из выделенных А.П. Ореховым алкалоидов, например, анабазин, сальсолин, платифиллин, пахикарпин и др. нашли практическое применение как медицинские лекарственные препараты, пестициды и т. д. [6, 7, 11].

Выяснение строения таких сложных химических соединений, как алкалоиды, в то время представляло громадные трудности. Это в наши дни можно при помощи современных физико-химических и спектральных методов в считанные дни установить довольно сложную структуру органического соединения. А в те годы это было связано с громадной работой. Понадобилось более 100 лет, чтобы выяснить строение таких хорошо известных алкалоидов, как морфин и хинин. Строение морфина, выделенного в 1806 г., было установлено будущим лауреатом Нобелевской премии английским ученым Робертом Робинсоном в 1925-1927 гг., синтез осуществлен в 1952 г. М. Гейтсом, а полная стереохимия морфина на основе рентгеноструктурного анализа установлена Д. Ходжкин в 1955 г. От момента открытия до установления строения прошло почти 150 лет. В то время строение нового открытого вещества надо было подтвердить синтезом, что и было сделано А.П. Ореховым и его ближайшими сотрудниками Р.А. Коноваловой и Г.П. Меньшиковым. Они синтезировали анабазин, сальсолин, конволамин и многие другие выделенные ими из растений алкалоиды [6, 7].

А.П. Ореховым было дано одно из наиболее удачных и корректных определений алкалоидов (1938 г.), в котором под алкалоидами понимают особую группу азотистых органических соединений основного характера, имеющих обычно довольно сложный состав, встречающихся в готовом виде в растительных (или реже в животных) организмах и часто обладающих сильным фармакологическим действием [6]. Дать точное и краткое определение новому обширному классу соединений не просто. Первую характеристику алкалоидам дали Винтерштейн и Триер в 1910 г. С тех пор определение алкалоидов неоднократно корректировалось [3, 12], и к настоящему времени алкалоиды определяются как азотсодержащие органические основа-

ния, встречающиеся в растениях, и, как правило, обладающие физиологической активностью [5].

В 1938 г. А.П. Ореховым была издана книга «Химия алкалоидов», в которую был включен большой и интересный материал, накопленный за время исследований. До появления этого фундаментального труда в русской и советской литературе не было руководства по химии алкалоидов. Эта книга на долгие годы сделалась настольной книгой для всех научных работников, интересующихся изучением столь важного раздела органической химии. За прошедшие после смерти А.П. Орехова годы появилось много новой и ценной информации по химии алкалоидов как в нашей, так и зарубежной литературе, что потребовало переиздания и пополнения книги. В 1955 г. этот труд завершили Р.А. Коновалова и А.А. Коновалова [6], соратники и ученики А.П. Орехова. С тех пор эта книга стала библиографической редкостью, продолжая оставаться настольной книгой для химиков-алкалоидщиков. Тираж этого фундаментального труда очень невысок – всего 6000 экземпляров, и с 1955 г. она больше не переиздавалась. К 25-й годовщине со дня смерти А.П. Орехова Академией наук СССР и издательством «Наука» был выпущен сборник трудов А.П. Орехова «Химия алкалоидов растений СССР», в котором собраны выдающиеся работы А.П. Орехова в области химического изучения алкалоидов, выделенных из растений СССР, часть из которых была опубликована на русском языке впервые [7].

Большое значение А.П. Орехов, его ученики и последователи придавали изучению роли алкалоидов в растении. Алкалоиды относятся к веществам вторичного обмена. Роль вторичных метаболитов в жизнедеятельности растений, несмотря на многочисленные исследования, пока еще недостаточно ясна. Первым отличительным признаком вторичных продуктов метаболизма, в том числе и алкалоидов, является то, что они часто обнаруживаются только в некоторых таксонах – семействах, родах, видах и даже разновидностях. Они очень существенно различаются по составу и строению, а следовательно и по свойствам и функциям. Поэтому предположения об их однозначной роли в жизнедеятельности огромного многообразия растений маловероятны. Одно время существовало мнение, что вторичные метаболиты растений являются экскретами, шлаками, не способными биохимически реализовать потенциальную энергию. Однако если учесть, что преобладающее число растений вовсе не содержат алкалоидов, то очевидно, что экскретная гипотеза не может считаться универсальной [4].

Некоторые авторы считали, что алкалоиды являются резервом азота при синтезе белков. А.П. Орехов с мнением этих авторов не был согласен и подтвердил это экспериментально. Подкармливая алкалоидсодержащие растения дополнительным количеством «своих» же алкалоидов, он не обнаружил в них увеличения количества белка. Содержание алкалоидов в растении редко превышает 1 %, а содержание азота в алкалоидах, за исключением пуриновых и имидазольных, тоже незначительно, поэтому они не могут служить поставщиком азота для белковых соединений.

Гипотеза о защитных функциях алкалоидов от поедания растений-алкалоидоносов животными и насекомыми, благодаря их высокой токсичности, не является более обоснованной. У алкалоидоносов имеются

многочисленные вредители, которые совершенно не чувствительны к действию алкалоидов. С другой стороны, известны растения, которые не поедаются насекомыми и животными, и это приписывалось некоторыми авторами наличию алкалоидов. Действительно, из растений выделено довольно большое количество инсектицидов алкалоидной природы, к которым относятся, например, никотин и анабазин. Другие алкалоиды проявляют свойства ингибиторов различных заболеваний растений. Например, алкалоиды стероидного типа, содержащиеся в томатах, являются ингибиторами распространенного заболевания, вызываемого грибом рода вертициллиум. Массовый анализ листьев томата позволил установить, что устойчивость разных сортов к этому заболеванию находится в прямой зависимости от содержания в них алкалоида томатина [4].

Ученики и последователи А.П. Орехова считали, что алкалоиды играют активную роль в обмене веществ. Одно время они предполагали, что алкалоиды выполняют функции своего рода стимуляторов или фитогормонов. В некоторых случаях эти функции алкалоидов в растениях были выявлены с должной определенностью. Например, растительные основания, образующие N-окиси, принимают непосредственное участие в регулировании окислительно-восстановительных процессов. Вещества, содержащие группу N-CH₃, участвуют в реакциях трансметилирования. Результаты многолетней работы позволили прийти к выводу, что алкалоиды в разных органах растения в различные периоды его вегетации выполняют разнообразные функции. Поэтому в природе не встречаются растения, содержащие в течение всего периода вегетации во всех вегетационных органах только один алкалоид. Как правило, в растениях обнаруживают сумму алкалоидов, в которой главный алкалоид сопровождается целым набором так называемых побочных (или минорных) алкалоидов [11]. Изучение роли вторичных метаболитов до сих пор является важнейшей проблемой биоорганической химии, которая должна решаться на молекулярном уровне.

Не меньшим достижением А.П. Орехова является создание школы алкалоидов, концентрация молодых талантливых ученых-энтузиастов, которые не только плодотворно сотрудничали с ним, продолжили исследования после его смерти, но и создали свои школы химии алкалоидов, химии природных соединений в разных концах Советского Союза. Из этих «гнезд» вышла громадная плеяда ученых с мировым именем, которые вывели советскую науку, в частности химию алкалоидов, на передовые позиции мировой науки. В 1928 г. академиком А.П. Ореховым был организован алкалоидный отдел во Всесоюзном научно-исследовательском химико-фармацевтическом институте им. С. Орджоникидзе (ВНИХФИ, Москва), который стал центром притяжения для ученых, интересующихся биологически активными соединениями природного (растительного) происхождения.

К славной плеяде учеников А.П. Орехова относится и мой учитель, руководитель моей диссертационной работы академик Академии наук Молдавской ССР Георгий Васильевич Лазурьевский. Он родился 6 мая 1906 г. в г. Ташкент. Здесь он получил среднее и высшее образования, сформировался как педагог и ученый, защитил кандидатскую, а затем и докторскую

диссертации. Он учился и затем много лет работал на химическом факультете Среднеазиатского государственного университета (САГУ), созданного по декрету В.И. Ленина в 1920 г. (вначале он назывался Туркестанским государственным университетом). Это был первый в Средней Азии университет, костяк которого составляли передовые по своим идейным воззрениям профессора и преподаватели Москвы и Петрограда, в тяжелейших условиях гражданской войны принявшие благороднейшее решение оставить родные пенаты и приехать в знойный Туркестан, чтобы нести культуру и знания народам национальных окраин. С собой они везли библиотеки, наглядные пособия, лабораторное оборудование.

Первый учебный план химического отделения САГУ составила комиссия из таких именитых ученых, как А.Е. Чичибабин, Н.И. Курсанов, Е.В. Раковский, В.М. Родионов и др., а первым деканом стал известный ученый профессор Сергей Николаевич Наумов. Преподавательский состав комплектовался при содействии Московского университета по конкурсу. В него вошли известные ученые и опытные педагоги, так что талант Г.В. Лазурьевского развивался на благодатной почве. Окончив в 1930 г. химический факультет САГУ по научно-исследовательскому отделению, Г.В. Лазурьевский по рекомендации С.Н. Наумова был зачислен аспирантом по кафедре органической химии и вступил на тернистый путь научных исследований, по которому шел всю жизнь. Главным интересом всей его жизни стала химия растений. В одном из писем он писал: «Я был еще студентом, правда, последнего курса, когда твердо определилась моя приверженность химии растений. В 1930 г., уже в аспирантуре, я подружился со сверстниками-ботаниками и через них принимал участие в экспедиционных поездках по труднодоступным местам Средней Азии...» [9]. Из экспедиций с ботаниками Георгий Васильевич привозил образцы растений для химических исследований. На кафедре изучались эфирные масла полыней и других эфирноносных, широко представленных в среднеазиатских

пустынях. Исследовались растения, содержащие смолы, эфирные масла, органические кислоты, алкалоиды и другие классы органических соединений. Перед учеными стояла задача полного и всестороннего химического описания растений в целях поиска практически полезных представителей среди своеобразной дикой флоры региона.

В первые же летние каникулы С.Н. Наумов направил своего аспиранта на стажировку в Москву, где Г.В. Лазурьевскому посчастливилось поработать в Лаборатории синтетических исследований при московском отделении АН СССР по теме «Плазмохин», а затем продолжить работу по этому направлению в лаборатории будущего академика АН СССР И.Л. Кнуньянца, который одновременно заведовал кафедрой органической химии МГУ после отъезда профессора А.Е. Чичибабина. Позднее Г.В. Лазурьевский писал: «В лаборатории тогда усиленно разрабатывали синтез плазохина, пригодный для промышленного производства на отечественных заводах. Мне посчастливилось участвовать в работе по синтезу «цепочки». Это был период, когда возникла острая необходимость обеспечить страну собственными противомаларийными препаратами, и не одна лаборатория включилась в разработку этой проблемы» [9].

А потом произошла встреча с патриархом отечественной химии алкалоидов профессором А.П. Ореховым, в лаборатории которого Г.В. Лазурьевский прошел школу самого высокого ранга. Вспоминая о том времени, Г.В. Лазурьевский писал: «А.П. Орехов был ученый экстракласса. Мне довелось не раз работать у него, стажироваться в течение полугода, а в переписке состоял до самой его смерти в 1939 г.» [9]. Внимание А.П. Орехова привлекли акации семейства бобовых, произрастающие в песчаных пустынях. В одном из видов *Sophora pachycarpa* С.А.М. был обнаружен пахикарпин. Из акации *Ammodendron conollyi* Vge., кроме пахикарпина, был изолирован новый алкалоид, названный аммодендрин. Именно с этим алкалоидом и пришлось работать Г.В. Лазурьевскому, выяс-

ЮБИЛЕЙ

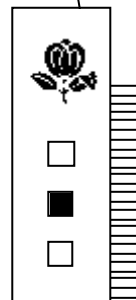
В мае 1973 года **Валентина Васильевна Тужилкина** по распределению после окончания Ленинградской лесотехнической академии ступила на землю Коми и пришла в Институт биологии, тогда Коми филиала АН СССР, в лабораторию лесоведения. Здесь она поступила в аспирантуру, защитила в Воронежском государственном лесотехническом университете кандидатскую диссертацию на тему «Фотосинтетическая активность сосны и ели в условиях средней подзоны тайги Коми АССР». Здесь сложилась ее судьба, родилась дочь Алена, ныне уже студентка. С тех пор прошло много лет. Валентина Васильевна имеет более 80 научных трудов. Она — исполнитель и участник многих международных проектов и просто добрый и отзывчивый человек.

В день 55-летия мы желаем ей огромного здоровья, большого личного счастья и еще многих творческих лет в науке.

*Тропа зовет,
Зеленой лентой вьется,
И жизнь полна любви
И творческих идей!*

*Иди по ней,
И пусть тебе поется
О лете, лесе
И о верности друзей!*

Твои лесники



няя его строение. Это основание оказалось производным α, β -дипиридила, структурно близким анабазину. В продолжение исследований Г.В. Лазурьевский с аспирантом А.С. Садыковым изучил алкалоиды акации *Ammothamnus Lehmanni* Vge., выделив из них уже известные основания и новый алкалоид аммотамин. По предложению А.П. Орехова Георгий Васильевич изучил на содержание алкалоидов 14 видов из семейства вьюнковых (Convolvulaceae), произрастающих в Средней Азии, и выявил среди них восемь алкалоидоносных. Кроме того, Г.В. Лазурьевский собрал сведения о встречающихся в Средней Азии безвременниках и мерендерах (*Colchicum* L. и *Merendera* Ram сем. Liliaceae), известных как колхицинсодержащие виды. Увлечение этими видами относится к 40-м годам прошлого века и связано с тем, что их главный алкалоид – колхицин – имел настолько своеобразное строение, что подлинную структурную формулу этого вещества устанавливали почти столетие. Кроме своеобразия биологического действия на человека и животных, он обладал удивительным свойством вызывать усиленное деление растительных клеток, сопровождающееся возникновением образований ракового типа и появлением полиплоидов. Эти формы растений с увеличенным числом хромосом представляли большой практический интерес. Они более урожайны, быстро развиваются и позволяют получать семенное потомство от гибридов. Было обнаружено торможение митоза под воздействием колхицина, что побудило к попыткам использовать этот алкалоид в онкологии, в связи с чем и началось усиленное изучение его химических свойств и строения. Г.В. Лазурьевский выбрал для исследования два вида *Colchicum kesselringii* и *Merendera robusta*. Впервые применив кремневольфрамовый метод для количественного определения колхицина, он проследил за накоплением алкалоидов в разных частях растения в различные сроки его развития. Применив колхицин на своей грядке с томатами, он получил осенью отменный урожай гигантских плодов с аппетитной мякотью, почти не содержащей семян. Однако когда в конце 40-х годов генетике в СССР был нанесен смертельный удар, хромосомная теория была «предана анафеме», а работы по колхицину пре-

кращены как неперспективные и вредные по сути. Интерес к колхициновым (трополоновым) алкалоидам снова возродился в 60-е годы, ими снова стали заниматься химики школы ученика Г.В. Лазурьевского академика А.С. Садыкова уже после отъезда Георгия Васильевича в Кишинев. Г.В. Лазурьевский был официальным оппонентом по докторской диссертации М.К. Юсупова «Новые алкалоиды безвременников». Он написал развернутый отзыв на автореферат докторской диссертации В.В. Киселева из московской ореховской школы «Исследования в области химии колхициновых алкалоидов».

В конце 40-х и начале 50-х годов в Ташкенте сформировались две научные школы по исследованию растительных алкалоидов. Одной из них руководил будущий академик АН СССР и УзССР Сабир Юнусович Юнусов, проработавший многие годы с А.П. Ореховым и создавший центр по изучению алкалоидов и алкалоидоносных растений в Ташкенте. В 1956 г. на базе лаборатории химии алкалоидов был создан Институт химии растительных веществ АН УзССР, сотрудниками которого было проанализировано более 4000 видов растений на содержание алкалоидов [11]. Научные исследования другой школы, существовавшей при химическом факультете университета, направлялись Г.В. Лазурьевским и А.С. Садыковым. Обе школы опирались на научное наследие академика А.П. Орехова и в какой-то степени творчески соперничали друг с другом. Абид Садыкович Садыков – будущий академик АН СССР и УзССР, в течение 20 лет занимавший пост президента АН УзССР, ученый, удостоенный многих научных почестей и наград, создатель крупной школы химиков-природников, был достойным учеником и последователем Г.В. Лазурьевского, о чем он никогда не забывал упоминать. Он признавался, что во всем старался походить на своего учителя – в манере говорить, читать лекции, вести себя в обществе. Тесную дружбу они сохранили на всю жизнь, и ушли из нее в один год. А.С. Садыков, бывший на семь с половиной лет моложе Г.В. Лазурьевского, скончался 22 июля, а Георгий Васильевич двумя месяцами позже – 20 сентября 1987 г.

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ



Двадцать лет назад, 13 августа 1984 года, выпускница кафедры органической химии химико-биологического факультета Сыктывкарского госуниверситета **Л.Р. Зубкова** была принята на работу в лабораторию физики и химии почв. С тех пор она не изменила ни Институту биологии, ни своей лаборатории, ни методу аминокислотного анализа, который, благодаря ее усилиям, приобрел гриф «метрологически аттестованная методика». Ведущий инженер-химик экоаналитической лаборатории Л.Р. Зубкова – высокопрофессиональный химик-аналитик с абсолютным чувством ответственности за свою работу. Колле-

ги и друзья также уважают ее за равнодушие к окружающему и окружающим, за обостренное чувство справедливости, за постоянное стремление жить по закону.

Пожелаем нашей Людмиле Руслановне – обаятельной и красивой женщине, вырастившей двух прекрасных детей, хорошей хозяйке, преданной жене – крепкого здоровья, хорошего настроения, иногда терпения и много-много счастливых минут в настоящем и будущем.

Коллеги

В 1953 г. на кафедре органической химии университета было уже три доктора наук: зав. кафедрой, профессор И.П. Цукерваник и два доцента – Г.В. Лазурьевский и А.С. Садыков, стремящиеся к самостоятельной работе. Ректорат пошел на организацию новой кафедры – химии растительных веществ, которую мог возглавить любой из двух претендентов. Перед Георгием Васильевичем встала дилемма: либо конкурировать со своим учеником, либо не участвовать в борьбе за кафедру и попытаться найти приложение своим знаниям в другом месте. Он решает этот вопрос в пользу своего ученика, товарища и соратника.

Ученому такого ранга, наверное, нетрудно было найти работу в ведущих научных институтах страны. Будучи в командировке в Ленинграде, Георгий Васильевич получил приглашение на заведование химической лабораторией. Надо отметить необыкновенную доброту и скромность этого самодостаточного человека и ученого. Наверное, именно эти качества не позволили Георгию Васильевичу обратиться с просьбой о трудоустройстве к крупнейшим химикам нашей страны, с которыми его связывали многолетние творческие и человеческие отношения. Случай свел его со знакомым еще по Ташкенту академиком Павлом Александровичем Барановым, который в это время читал в ВИНе лекцию о растительности Африки, где он был в длительной научной командировке. П.А. Баранов посоветовал Г.В. Лазурьевскому ехать в Кишинев, из которого он только что вернулся, где на кафедре органической химии университета не было заведующего.

Вернувшись в Ташкент, после долгих раздумий и колебаний, споров и обсуждений с родными и друзьями, длительной переписки Георгий Васильевич принял приглашение возглавить кафедру органической химии химического факультета Кишиневского государственного университета. Так начался второй пик научного и творческого подъема в карьере Г.В. Лазурьевского. И опять пришлось все начинать сначала, на пустом месте. Поднимать кафедру, факультет, а затем и всю молдавскую химическую органическую науку. Заведующий кафедрой органической химии, декан химического факультета КГУ, заведующий отделом органической химии Молдавского филиала АН СССР, директор Института химии АН МССР, вице-президент АН МССР, академик-секретарь Отделения биологических и химических наук – такой путь прошел Г.В. Лазурьевский на поприще служения молдавской науке. Но все 30 лет служения науке Молдавии его фетишем была химия растений, а главным детищем – созданная им лаборатория химии природных соединений. Два основных направления, сформированные еще на кафедре органической химии КГУ, получили развитие в стенах этой лаборатории: изучение оснований, обнаруженных в алкалоидоносцах Молдавии, и углубленное исследование ди- и тритерпеноидов, содержащихся в отходах местных предприятий, вырабатывающих эфирные масла из шалфея и лаванды.

Развитие алкалоидной темы было связано с изучением органических оснований осоки парвской *Carex brevicollis* DC, которые оказались производными β -карболина нового типа и были обнаружены впервые, так как до этих пор считалось, что растения семейства осоковых не содержат алкалоидов [1, 8]. Главный алкалоид осоки парвской – бревиколлин (VII) – оказал-

ся индольным основанием со своеобразным строением и физиологическими свойствами. При обстоятельном изучении действия бревиколлина на организм животных фармакологи обнаружили высокую его ганглиоблокирующую активность при сравнительно невысокой токсичности. Государственный фармакологический комитет Минздрава СССР в 1960 г. рекомендовал передать препарат бревиколлина на клинические испытания в качестве средства, стимулирующего роды. И в 1963 г. он был разрешен для применения в медицинской практике. В АН МССР были организованы комплексные исследования, в которых, кроме химиков, приняли участие ботаники, фармакологи, врачи, ветеринары и технологи [1, 2]. Бревиколлин и его спутники оказались новыми производными β -карболина, представителями обширной группы индольных алкалоидов с нетрадиционным замещением в четвертом положении этого гетероцикла. Всего из растения было выделено семь алкалоидов, из которых три наиболее простых по строению – гарман, гармин и гармол – были описаны при исследовании других растений. Четыре алкалоида – бревиколлин, бревикарин, дегидробревиколлин и гомобревиколлин – были оригинальными соединениями с интересными химическими и физиологическими свойствами.

Изучение строения и химических свойств этих алкалоидов было проведено тщательнейшим образом с привлечением всех современных физико-химических и спектральных методов, определены кристалло- и рентгенооскопические свойства солей, осуществлены многие химические превращения алкалоидов, подтверждающие их строение и приводящие к веществам с новыми интересными физиологическими свойствами. Работы по биосинтезу алкалоидов осоки парвской были проведены в содружестве с биохимиками Химического института Словацкой АН и Института биохимии АН СССР.

Полное исследование биологически активных веществ, выделенных из растительных объектов, представляет собой сложную процедуру. Как писал Г.В. Лазурьевский в одной из своих работ: «Полное исследование алкалоидов отличается исключительной трудоемкостью и напоминает судьбу золотоискателей, где удача все еще является одним из условий успеха» [9]. Такой нелегкой задачей является синтез алкалоида, которым необходимо подтвердить его строение. Синтез бревиколлина, бревикарина и многих других производных индола с ценными биологическими свойствами был осуществлен группой Аркадия Алексеевича Семенова. Полученные им данные вошли затем в докторскую диссертацию, которая была завершена уже в Иркутском институте органической химии и. Бревиколлин и бревикарин были синтезированы независимо от лаборатории Г.В. Лазурьевского в Институте органической химии АН СССР под руководством профессора Е. Виндерфельда (Германия). Абсолютная конфигурация асимметрического центра бревиколлина была установлена пражскими химиками (K. Vláha).

Георгий Васильевич Лазурьевский был ближайшим продолжателем работы А.П. Орехова по поиску алкалоидоносных растений. В 1945 г. в опубликованном им итоге 10-летнего качественного анализа дикорастущих растений Средней Азии на содержание алкалоидов приведено более 2500 видов, т.е. около 1/3 произрастающих в этом регионе. Из них 222 (8.8 %) ока-

зались алкалоидоносами. В Молдавии за пять лет под его руководством было обследовано 750 видов, что составляет почти половину произрастающих здесь растений. Из них 59 (около 8 %) оказались алкалоидоносами.

Безусловный интерес представляли и спутники бревиколлина, так называемые побочные алкалоиды, среди которых вторым по количественному содержанию был бревикарин (VIII), изучению строения которого и химическим превращениям посвящена моя диссертационная работа. Мое знакомство с Георгием Васильевичем Лазурьевским произошло лишь на IV курсе химического факультета КГУ, когда он начал читать нам лекции по спецкурсам, хотя я и раньше видела его в университете. Он не только читал лекции студентам, но продолжал развивать свое детище – кафедру органической химии, в становление которой он вложил столько сил и энергии. Трудно было не обратить внимание на этого энергичного, спортивного сложения и мпозантного человека с умными и как бы смеющимися голубыми глазами и пышной седой шевелюрой выющихся волос. У него была быстрая и очень своеобразная походка, умная ироничная речь, его появления всегда ждали, так как он приносил с собой заряд бодрости и юмора.

Наш химический факультет в то время, как шутили и преподаватели, и мы, студенты, держался на трех китах – трех академиков. Это были три необыкновенных личности: академик Антон Васильевич Аблов, зав. кафедрой неорганической химии химического факультета КГУ, директор Института химии АН МССР, выдающийся исследователь в химии комплексных соединений, создатель многочисленной школы своих последователей. Созданная им из молодых ученых группа квантовой химии, возглавляемая будущим академиком АН Республики Молдова И.Б. Берсукером, со временем выросла в лабораторию и стала настолько известной в мировой науке, что сразу же с началом перестройки практически все сотрудники лаборатории были приглашены на работу в Америку, Испанию, Германию и другие зарубежные страны.

Академик Юрий Сергеевич Ляликов – зав. кафедрой аналитической химии, автор многих учебников по аналитической химии, один из первых советских специалистов по полярографии, остроумный и смешливый человек, смех которого горохом рассыпался по всему зданию, стоило ему только появиться на факультете или в своей лаборатории в Академии наук.

И «наш» академик – Г.В. Лазурьевский. Он читал нам спецкурс «Стереохимия» и показывал необыкновенной красоты пространственные модели сложнейших органических молекул. Модели он привез, кажется, из Японии. Наглядность была его коньком. С самых первых дней, когда он начал преподавать в университете, он с неистощимой фантазией использовал в своих лекциях демонстрационные опыты, фильмы, модели и всевозможную наглядность. Кафедра органической химии, на которой я специализировалась, рекомендовала меня в аспирантуру, и Г.В. Лазурьевский сам подошел ко мне и предложил поступать к нему в лабораторию химии природных соединений Института химии АН МССР. Он стал научным руководителем моей диссертационной работы совместно с заведующей лабораторией ХПС к.х.н. Идой Владимировной Терентьевой.

Талантливые люди не бывают талантливы в одном, они талантливы во всем. Георгий Васильевич Лазурьевский был необыкновенно эрудированным, физически развитым и музыкально одаренным человеком. И хотя главным смыслом его жизни была наука, любовь к классической музыке и спорту сопровождала его всю жизнь. Еще в юношеские годы он играл на кларнете в духовом оркестре. Кроме врожденного тонкого музыкального слуха, он обладал могучей музыкальной памятью. Он говорил друзьям: «В моей голове постоянно звучат разнообразные мелодии. Они живут подспудно во всякое время, при всякой работе, наяву и во сне» [9]. Звучащие мелодии упрямо просились к воспроизведению, и он научился их насвистывать, достигнув в этом поразительного искусства. В 60-70 гг. советская наука была на подъеме, а в академических институтах общественная и культурная жизнь кипела. В Институте химии часто проводились вечера, на которых устраивались различные розыгрыши, капустники, КВНЫ, в которых Георгий Васильевич и Ида Владимировна принимали самое активное участие. Ида Владимировна писала стихи, хорошо рисовала и прекрасно танцевала. Но апогея своего любой вечер достигал, когда Георгий Васильевич по нашим настоятельным просьбам исполнял одно за другим сложнейшие музыкальные произведения при помощи своего «музыкального инструмента» – художественного свиста. Начинались танцы, и высокий эlegantный Георгий Васильевич подхватывал маленькую, хрупкую, пышноволосяную Иду Владимировну, мы все расступались и с восхищением смотрели, как эта чудесная пара

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

к.б.н. **Татаринovu Андрею Геннадьевичу** и д.б.н. **Долгину Модесту Михайловичу** (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар), а также **Седых Кирилу Федоровичу** (Музей природы, г. Ухта), серия монографий которых отмечена премией им. П.А. Сорокина в области науки (постановление правительства Республики Коми № 116 от 19 июля 2004 г.): «Булавоусые чешуекрылые» (СПб.: Наука, 1999), «Видовое разнообразие булавоусых чешуекрылых на европейском северо-востоке России» (СПб.: Наука, 2001), «Высшие разноусые чешуекрылые» (СПб.: Наука, 2003), «Определитель дневных бабочек Республики Коми: учебное пособие» (Сыктывкар, 1999).

по всем правилам танцевального искусства кружит в вихре вальса.

Третьей страстью Г.В. Лазурьевского всегда был спорт. С детства он занимался акробатикой, легкой атлетикой, был прекрасным пловцом. Он делал стойки на руках в самых немислимых ситуациях – на подвесном мосту, переброшенном через ущелье над ревущим внизу горным потоком, на химическом столе, заставленном стеклянной посудой и приборами, на песчаном пляже, на лесной лужайке. Это был его тест на спортивность, когда возраст стал давать о себе знать. Плаванью он научился еще в детстве в арыке Чуйли, протекавшем рядом с домом, в Ташкенте. А впоследствии переплывал Волгу рядом с Самарой. Он занимался легкой атлетикой – бегал, прыгал в длину и высоту, принимал участие в I Спартакиаде народов СССР в Москве. И везде результаты его были впечатляющие.

Все эти увлечения формировали личность. И хотя наука одержала верх над спортом и музыкой, и именно разносторонность личности притягивала к нему студентов, сотрудников и учеников. Георгий Васильевич умел создавать удивительно творческую, живую атмосферу вокруг себя. Он не только посылал своих аспирантов и сотрудников на стажировку или в целевую аспирантуру в крупнейшие научные центры нашей страны и за рубеж, но регулярно проводил конференции, семинары, коллоквиумы по химии растительных веществ, на которые съезжались крупнейшие советские ученые – Н.А. Преображенский, А.С. Садыков, Р.П. Евстигнеева, Н.К. Абубакиров, М.Н. Преображенская, А.Н. Кост, Л.Н. Яхонтов, Н.Н. Суворов и др., а также зарубежные коллеги.

Это было время, когда химия природных соединений только зарождалась. Заметные успехи, благодаря А.П. Орехову и его школе, были достигнуты лишь в химии алкалоидов. В других областях мы на 15-20 лет отставали от западных стран. Институт химии природных соединений АН СССР в Москве возник лишь в 1959 г. Возглавил его талантливый ученый, академик Михаил Михайлович Шемякин. Тогда еще не было представления о биоорганической химии, расширившей границы изучения органических веществ, функциональная деятельность которых составляет основу жизненных явлений. Этот термин появился позже, когда в Москве был создан Институт биоорганической химии, директором которого стал молодой академик Юрий Анатольевич Овчинников.

И вот, благодаря творческой энергии Г.В. Лазурьевского, в Кишиневе возник один из ведущих центров по химии природных соединений, из которого затем выпорхнула и разлетелась по стране целая плеяда кандидатов, докторов наук и даже академиков. Многие годы после смерти академика А.В. Аблова и ухода от руководящей деятельности Г.В. Лазурьевского директором Института химии был один из его первых учеников Павел Федорович Влад – в настоящее время академик, вице-президент АН Республики Молдова. В своих воспоминаниях об учителе П.Ф. Влад пишет: «Такую лабораторию (ЛХПС) вполне можно было развернуть в самостоятельный институт. Увы, этого, к сожалению, не случилось. На определенном этапе интересы Георгия Васильевича и многих из них (его учеников) разошлись» [9].

В последние годы жизни Георгия Васильевича тревожили мысли о том, почему распадается созданный им коллектив лаборатории химии природных соединений. Связано ли это с ростом и расширением сфер научных исследований, для которых сделались тесными прежние рамки, или сам он не все сделал для его сплочения, для того, чтобы чувствовать в учениках своих надежных преемников? Я возьму на себя смелость высказать свое мнение, что рядом не оказалось равноадекватных личностей, одержимых химией растений творческих людей, готовых бескорыстно служить науке.

В последний раз я видела Г.В. Лазурьевского за несколько лет до его смерти, в тяжелое для него время. Как раз умерла его жена, с которой они прожили полвека. Она была биологом, владела высоким мастерством изготовления музейных экспонатов, создала музей на биологическом факультете КГУ и была там директором. Ученики разлетелись. У нового поколения аспирантов и сотрудников были другие цели и интересы. Георгий Васильевич сидел в своем кабинете какой-то вдруг постаревший и осунувшийся. Он поставил точку на своей научной работе, достав несколько банок бревиколина и бревикарина, и протянул мне их со словами: «Возьмите. Может, хоть Вам удастся продолжить эту работу». Мне это, увы, не очень удалось. Мечте исследовать нашу северную флору на содержание алкалоидов не удалось осуществиться. Жизненные обстоятельства постоянно уводили меня от нее. Но вот лаборатория биохимии и биотехнологии растений сделала первую робкую, но довольно плодотворную попытку осуществить скрининг растений нашего северного края на содержание алкалоидов [10]. Останется ли эта попытка узенькой тропинкой, ведущей в никуда, или эта тропинка приведет к новым интересным открытиям в области забытой в последние годы химии алкалоидов? Мир непознанного безграничен для пытливого ума. Что впереди? Забытое прошлое или плодотворное будущее?

ЛИТЕРАТУРА

1. Алкалоидоносные растения Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1960. 59 с.
2. Бревиколин – алкалоид осоки парвской. М., 1969. 193 с.
3. *Генри Т.А.* Химия растительных алкалоидов. М.: Госхимиздат, 1956. 904 с.
4. *Лазурьевский Г.В., Терентьева И.В.* Алкалоиды и растения. Кишинев: Штиинца, 1975. 150 с.
5. *Овчинников Ю.А.* Биоорганическая химия. М., 1987. 815 с.
6. *Орехов А.П.* Химия алкалоидов. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 859 с.
7. *Орехов А.П.* Химия алкалоидов растений СССР. М.: Наука, 1965. 392 с.
8. Скрининг флоры европейского северо-востока России на содержание алкалоидов / *И. Чадин, И. Видякина, С. Володина, В. Володин* // Вестник ИБ, 2004. № 2 (76). С. 2-4.
9. *Соколов В.С.* Алкалоидоносные растения СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. 380 с.
10. *Терентьева И.В.* Жизнь моя – химия растений. Кишинев: Штиинца, 1995. 173 с.
11. *Юнусов С.Ю.* Алкалоиды. Ташкент, 2001. 413 с.
12. *Boit H.G.* Ergebnisse der Alkaloidchemie bis 1960. Berlin: Acad. Verlag, 1961.

ФОТОРЕПОРТАЖ

25 июля в зале заседаний Ученого совета Института геологии состоялась встреча председателя Совета Федерации России С.М. Миронова с руководством президиума и институтов Коми научного центра УрО РАН, посвященная обсуждению перспектив развития минерально-сырьевого комплекса страны и региона.

Во встрече приняли участие руководители администрации, Государственного Совета и правительства Республики Коми, Главного управления природных ресурсов и охраны окружающей среды Минприроды России по Республике Коми, Сыктывкарской мэрии, сенаторы Совета Федерации России, представители деловых кругов республики.



Встречу открыл глава Республики Коми В.А. Торлопов.



В своем выступлении С.М. Миронов не только отметил ряд наиболее актуальных проблем развития европейского Севера и возможные пути их решения, но и высказал идею о необходимости сохранения, поддержки и развития РАН как уникального во всем мире института, призванного обеспечить научную базу для успешного развития страны.



Ряд докладов был посвящен характеристике минерально-сырьевых ресурсов региона и перспективам их в озобновления и освоения. На снимке: заместитель председателя президиума Коми НЦ УрО РАН, д.г.-м.н. Б.А. Голдин.



Директор Института социально-экономических и энергетических проблем Севера, чл.-корр. РАН В.Н. Лаженцев, особо подчеркнул в докладе «Европейский Север как объект государственной региональной политики», что северные территории необходимо только осваивать, но и обживать.



Как всегда уверенно, компетентно и напористо ввел в встречу академик М.П. Рошевский, успевая при этом насколько тонко, настолько интеллигентно лоббировать интересы и Республики Коми, и Российской академии наук.

КАРЬЕРОЙ МОЖНО УПРАВЛЯТЬ

К. психол. н. Т. Черепанова¹

На рубеже XX и XXI веков максимально обострилась проблема адаптации человека в стремительно меняющемся мире. Вписаться в систему общественных и экономических отношений, сохранив при этом целостность и уникальность личности – весьма сложная и противоречивая задача. Решать ее приходится в сем, в том числе специалистам научных центров.

Изменение положения в обществе, роль в различных сферах жизни, отношение к основным ценностям, реализация возможностей и жизненных планов связаны с профессиональным ростом, управлением собственной карьерой.

Слово «карьер» имеет несколько значений. Карьерой считается успешное продвижение в деятельности, достижение известности и славы. Психологи используют понятие *карьера* в третьем значении. Это деятельность, с помощью которой человек реализует свои способности. Выбор и планирование карьеры – одна из труднейших проблем личности. От этого зависит статус в обществе, круг общения, качество жизни, «Я»-концепция, самооценка, эмоциональное состояние человека.

Как правило, карьерный рост определяет руководитель, обративший внимание на успешно работающего сотрудника, который имеет достаточную профессиональную подготовку, определенные знания и практические навыки. Однако хорошие сотрудники могут оказаться слабыми работниками на более высоких ступенях иерархической лестницы. Более позитивный результат является следствием активности самого сотрудника.

Карьера – процесс управляемый. Управление карьерой – одна из сфер жизненных проблем личности. Их переживание, условия успешного преодоления изучает психология. Она предоставляет сведения о вариантах анализа ситуации, определении ценностей и интересов личности, оценке способностей, социокультурных факторов. Определение профессиональной цели, разработка стратегии и тактики ее достижения связано с пониманием конкретным человеком концепции карьеры. Выделяют четыре таких концепции:

- стабильная: выбор карьеры происходит рано и остается постоянным;



- изменяющаяся: выбор карьеры никогда не является окончательным – человек сомневается в целесообразности своей деятельности и просчитывает другие возможности;

- спиральная: каждые пять-семь лет происходит переоценка ценностей, выбор новой карьеры. Акцент делается на творческую сторону дела;

- линейная: карьера рассматривается как постепенное движение вверх по служебной лестнице, последовательное овладение всеми ее ступенями.

Для эффективного планирования карьеры необходимо идентифицировать свою концепцию и следовать ей. Для этого иногда достаточно располагать соответствующей информацией. Планирование карьеры предполагает проектирование собственной деятельности на основе достоверных представлений и понятий, оценки своих профессиональных устремлений, поиск возможности их реализации, способность прогнозировать будущее, оценивать имеющиеся резервы, повышение компетентности в соответствии с меняющимися запросами к деятельности.

Особое значение имеет планирование собственного личностного развития. Оно базируется на идее саморазвития, саморегуляции, социальной адаптации, стабилизирующих самопознание, самопринятие, самоконтроль и самореализацию. Включение в деятельность психо-

логических структур позволяет успешно адаптироваться к изменяющимся обстоятельствам, гибко реагировать на них, совершенствовать качества мышления, предприимчивость, способность принимать нестандартные решения. Проектирование профессиональной карьеры предполагает активное отношение к настоящему и будущему, понимание перспектив, создание целевых установок, мотивации, поиск путей, средств, способов, технологий осуществления поставленной цели. Планирование карьеры – это движение по индивидуальной траектории, определяемой самой личностью в соответствии с адекватной оценкой собственных желаний, их реализации, изыскания для этого неизвестных ранее возможностей. Планирование собственного личностного развития не сводится к продвижению по служебной лестнице любыми способами. Карьерный рост предполагает цивилизованные формы перехода на новые уровни профессиональной деятельности. Существуют временные и содержательные компоненты реализации карьерного роста:

- моделирование профессиональной карьеры, планирование и поэтапная реализация намеченных целей;

- знакомство с последними достижениями психологии и смежных наук с целью разработки технологичных решений профессиональных задач;

- совершенствование механизмов профессиональной адаптации и выхода из кризисных (проблемных) ситуаций;

- направленность на адекватное применение собственных знаний, умений, навыков и достигнутого уровня квалификации.

Реализация карьерных устремлений во многом базируется на самопознании личности. Осведомленность личности о причинах собственного успеха, достижений, неудач положительно влияет на результаты деятельности. Вместе с тем, одни склонны к успеху и неудаче связаны с результатом действия внешних сил: везения, случайностей, давления идей, на которые человек не может оказывать влияния. Другие полагают, что успех зависит, прежде всего, от компетентности, целеустремленности, уровня интеллектуальных способностей, уверенности в себе, отсутствия сомнения в том, что они могут недостичь того, к чему стремятся, решительности на пути к цели. Немаловажно общение с компе-

¹ Черепанова Татьяна Васильевна работает в институте управления и международных связей (Сыктывкар).

тентными людьми. Эти качества формируются прижизненно. В основе их лежат структурные компоненты психики:

- перцептивный – познание и развитие особенностей произвольности и восприятия, представлений, различных форм и видов мышления, его критичности, воображения;
- контроль эмоциональных состояний в проблемных ситуациях, связанных с профессиональной деятельностью;
- регуляция волевых реакций, стимулирующих активность личности при выборе мотивов, принятии решений относительно способов достижения конкретной цели (исполнение).

Достижение карьерных устремлений невозможно без соответствующей мотивации. Существует несколько ее типов. К наиболее существенным относят мотив достижения успеха и мотив избегания неудач. Эти типы мотивации действуют различным образом, в разных направлениях и с разными результатами. Все люди до определенной степени используют оба типа, но при этом каждый отдает предпочтение какому-то одному из них. При сравнении типов мотиваций может казаться, что стратегия достижения успеха более привлекательна. Однако практика показывает, что положительные и негативные стороны имеет каждый тип. Человек может быть серьезно настроен на достижение успеха и не задумываться о проблемах, которые могут ему сопутствовать. Необходимы усилия личности для преодоления препятствий, неизбежно возникающих на пути к успеху. Успех – это событие, получившее социальную или общественную оценку. Однако успех бывает видим не только с позиций общественности. То, что одни считают успехом, другие могут оценивать как неудачу. Понятие успеха индивидуально. Он связывается с ожидаемыми результатами деятельности,

пониманием ценности конкретной личности, с межличностным статусом, эмоциональным напряжением, умением трансформировать себя, преодолевать внутриличностные преграды, переживаемые как неудачи, страх, обида и т. п. Это характерно для начинающих сотрудников.

Другая крайность – люди с сильной мотивацией избегания неудач. Они не предпринимают ничего, что способствовало бы их карьерному продвижению. В результате человек не овладевает адекватными формами поведения в деятельности, способствующими положительному изменению профессионального статуса.

Карьерный рост личности опосредуется традиционными гендерными стереотипами. Они распространяются на все сферы деятельности. Традиционно считается, что женщины чаще проявляют себя в биологии, медицине, истории, филологии, а мужчины – в математике, физике, электронике, промышленности и т. п. Иногда гендерные стереотипы сдерживают профессиональный рост личности. По данным зарубежных исследований не обнаруживается различий между мужчинами и женщинами в эффективности руководства, деятельности осуществляемой на верхних этажах карьеры. Однако существует ситуативная специфика эффективности стиля управления. В одних ситуациях и ролях более продуктивны мужчины, в других – женщины. Традиционный взгляд состоит в том, что женщины чаще избирают руководство, ориентированное на отношения, поскольку по природе более эмоциональны, а мужчины демонстрируют ориентацию на задачу, так как более прагматичны. Однако эти качества не взаимоисключают друг друга. Стратегия деятельности обусловлена личностными особенностями, а не половыми характе-

ристиками. Успешные модели управления карьерой осуществляют те, кто имеет большой психологический репертуар типов поведения, что не зависит от пола. Это означает, что мужчины и женщины имеют практически равные психологические возможности для продвижения в карьере.

Помимо теоретических сведений, существует множество методик, позволяющих достоверно определить психологические параметры личности, способствующие реализации карьерных устремлений. Возможно исследовать компоненты карьерного роста: информационно-аналитический, рефлексивный, коммуникативный, прогностический. С помощью интервью, анкетирования, анализа результатов деятельности, опросников выявляются предпосылки наиболее оптимального профессионального роста личности и продвижения в карьере. Перспективными в этом плане считаются репертуарный тест ситуационных возможностей, шкала оценки потребности в достижениях для исследования уровня мотивации, методика «Ценностные ориентации личности» для выявления ее направленности, опросник для изучения эмоционально-оценочной системы и др. Их сочетание дает весьма достоверное представление о возможностях человека в управлении собственной карьерой.

До недавнего времени к изучению проблем, связанных с карьерным ростом обращались преимущественно зарубежные авторы. В нашей стране это направление развивается с конца 70-х годов. Представители различных сфер деятельности (политика, спорт, предпринимательство, искусство, наука) широко участвуют в разработанных программах.

С сентября 2004 г. принять участие в программах приглашаются молодые сотрудники Института биологии.



ЭКСПЕДИЦИИ



Северный радиозоологический отряд (В.А. Богданов, В.В. Камбалов, Е.В. Микушева, Л.М. Носова, А.И. Таскаев, И.В. Удоратин, И.И. Шуктомова – нач. отряда) продолжал полевые исследования в пос. Водный Ухтинского района (18 июня – 2 июля 2004 г.). Предлагаем вашему вниманию выдержку из лирико-поэтического отчета о проделанной работе (окончание в следующем номере).

*Маленькая Лена
Ветра захотела,
Чтобы он могучий
Комаров всех сдул.*

*Если сдуешь мошку,
То тогда на место
Прилетят другие
И начнут кусать.*

*А жара такая,
Что стоять убийство,
Но стояли дружно,
Выжили мы все.*

*Сколько б ни пытался
Ветер всемогущий,
Но в лесу напрасно
Комаров сдувать.*

*Закусили Любу
И Валеру тоже,
Все тогда опухли
От фигни такой.*

*В общем, по медали,
Ордену большому
Нам должны наверно
За день этот дать.*

Велизар Берестов



ИССЛЕДОВАНИЯ В ПАРКЕ им. МИЧУРИНА г. СЫКТЫВКАР¹

А. Куратов, 8 класс средней школы № 16, Сыктывкар

Парк им. Мичурина был посажен общественностью в середине 60-х годов, тогда он был любимым местом отдыха горожан. Здесь были аттракционы, тир, летний театр, теннисный корт. Но дальнейшая судьба парка была трудной. Там не было хозяина, и следовательно парк начал зарастать и замусориваться. А в 1995-1997 годах здесь началось возведение евангелистской церкви и реабилитационного центра, и над парком нависла угроза превратиться в строительную площадку. Но в 2003 году усилиями сотрудников института биологии Коми НЦ УрО РАН началась долгожданная акция по возрождению этого парка, в ходе которой парк был очищен от мусора и диких зарослей ивы, осины и рябины. На данный момент в парке имеются скамейки и бачки для мусора. На летний период устанавливаются дополнительные урны. Работники комбината благоустройства убирают мусор с газонов и аллей, проводят чистку снега с дорожек.

Клуб «ЮНЭК» школы № 16 провел обследование древесных насаждений парка на участке № 1. Перед нами стояла цель – выявление видового состояния лишайников на различных видах древесных пород. Для этого было необходимо решить следующие задачи:

- оценить жизненное состояние талломов лишайников в девяти зонах;
- зонировать территорию парка по степени влияния на лишайники загрязнения;
- определить состояние основных компонентов ландшафтно-древесной растительности и экологического состояния растений;
- выполнить поэтапную инвентаризацию видового состава деревьев и кустарников парка;

• привлечь внимание городской администрации к проблемам сохранения и оздоровления парка им. Мичурина.

При исследовании лишайников учитывалось расположение деревьев, количество повреждений и видов на девяти участках парка. Для проведения инвентаризации была разработана ведомость, в которой указывались виды деревьев и кустарников, жизненная форма, высота, диаметр ствола, происхождение, степень повреждения. Диаметр стволов деревьев измерялся мерной вилкой, высота измерялась по треугольнику.

Для исследования лишайников парка было сделано 10 выходов. Собраны 18 видов лишайников с 10 видов древесных пород (всего около 50 деревьев): береза, ель, сосна, ива, осина, яблоня, черемуха, тополь, рябина, лиственница. Особое внимание уделялось листоватым лишайникам *Parmelia sulcata* и *Gipogimnia phisodes*, так как на этих видах найдено множество пораженных различными болезнями. В районе озера Эжолты были собраны образцы лишайников данных видов без повреждений и сравнены с образцами лишайников, найденными в парке (на фото показаны талломы лишайников парковой территории, *слева*, и фоновой территории, *справа*).

На участке № 1 площадью 240 кв. м было подсчитано 276 растений – 223 дерева и 53 кустарника: береза пушистая, осина обыкновенная, тополь бальзамический, ель сибирская, рябина обыкновенная, лиственница сибирская; акация желтая, боярышник, ива, пузыреплодник калинолистный. Из них местными являются восемь видов, инорайонными – три вида. Высота деревьев колеблется от 12 до 20 метров, кустарников от 0.5 до 7.0 метров. Из общего числа растений на нашем участке 23 дерева имели одновременно морозобоины, механические повреждения и болезни, два дерева оказались сухими, одна береза в галлах, одна старая осина с большим дуплом, два пузыреплодника к началу лета были сильно обломаны, но к осени восстановили свою крону. В целом деревья чувствуют себя неплохо.

На территории парка, разбитой на девять зон, собрано по девять видов накипных и листоватых лишайников.

Много лишайника *Skoliciosporum*, любящего расти в загрязненных местах. В среднем для каждой зоны отмечено по семь видов лишайников, из них пять – поражены различными болезнями. Было выявлено, что

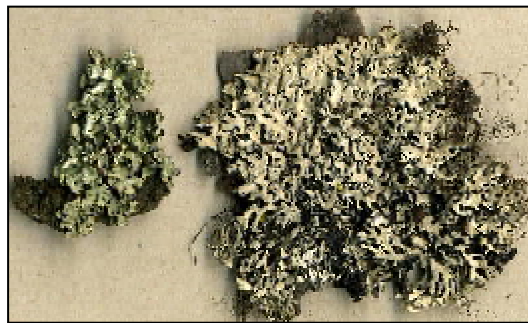
такие повреждения, как отмирание таллома и мелкие размеры характерны для лишайников, находящихся в начале парка, а точечный некроз и поражение грибами – для лишайников, находящихся в центре парка. Наибольшее количество видов лишайников отмечено на тополе (10 видов). На березе – восемь, сосне и лиственнице – по семь видов, осине – четыре, ели и рябине – по три вида, яблоне и черемухе – по два,

ольхе – один вид.

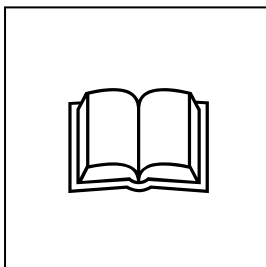
Мы также выяснили, что вокруг парка расположено много загрязнителей воздуха: два гаража АТП и небольшая котельная, а также ул. Димитрова и Октябрьский проспект с интенсивным движением транспорта.

В целом, экологическое состояние растений можно считать удовлетворительным, хотя на отдельных экземплярах встречаются морозобоины, проявления болезни и механические повреждения. Состояние талломов лишайников можно назвать неудовлетворительным, так как имеется низкое видовое разнообразие и высокая степень повреждения талломов, при этом во всех девяти зонах парка количество видов и количество пораженных болезнями видов лишайников приблизительно одинаково.

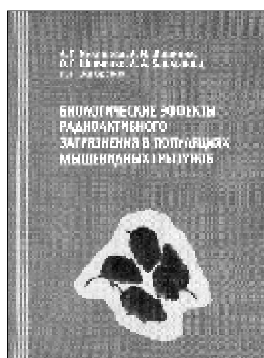
На наш взгляд, необходимо завершить инвентаризацию и продолжить наблюдение за лишайниками парка, проводить весенние и осенние субботники по очистке территории парка от мусора; продолжить выборочные рубки ухода, посадку деревьев и кустарников, увеличивая число их видов; проводить среди населения пропаганду для привлечения сил по оздоровлению и сохранности парка.



¹ Научный руководитель: К.Л. Пыстина, педагог дополнительного образования и руководитель клуба «ЮНЭК» средней школы № 16. Научные консультанты: к.б.н. Л.А. Скупченко и к.б.н. Т.Н. Пыстина (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН).



ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ



Биологические эффекты радиоактивного загрязнения в популяциях мышевидных грызунов / **А.Г. Кудяшева**, Л.Н. Шишкина, **О.Г. Шевченко**, Л.А. Башлыкова, **Н.Г. Загорская**; отв. ред. **А.И. Таскаев**, **В.Г. Зайнуллин**. – Екатеринбург, 2004. – 214 с.

Обобщены материалы многолетних исследований, проведенных на природных популяциях мелких млекопитающих, обитающих на территориях с нормальным и повышенным уровнем естественной радиоактивности (стационары в Республике Коми). Проведен анализ динамики численности, половозрастной структуры животных, морфофизиологических параметров, системы регуляции перекисного окисления липидов, активности ферментов антиоксидантной защиты и энергетического обмена, процессов размножения и развития, микроядерного теста, цитогенетических показателей в клетках тканей диких грызунов.

Напримере полевки-экономки выявлены основные закономерности и особенности ответных реакций исследуемых показателей у грызунов в зависимости от эколого-физиологического состояния животных и степени радиоактивного загрязнения участков. На основе анализа комплекса всех изученных параметров обнаружены качественные различия субпопуляций полевок-экономок, обитающих в разных радиоэкологических условиях.

Представляет интерес для экологов, радиобиологов, генетиков, биологов различного профиля.

Библ. 289 назв. Илл. 59, табл. 39.

- | | | | |
|----|--|----|---|
| ① | КУРЕНКОВА СВЕТЛАНА ВЛАДИМИРОВНА
СКУПЧЕНКО ЛЮДМИЛА АЛЕКСЕЕВНА
КОДРЯНУ ЕЛЕНА ГРИГОРЬЕВНА | ①③ | СТЕНИНА АНГЕЛИНА СТЕПАНОВНА
МАШУКОВА СЕРАФИМА АНДРЕЕВНА |
| ② | ВОЛКОВА ЕЛЕНА АРВИДОВНА
ИЧЕТКИНА АННА ВЛАДИМИРОВНА | ①⑥ | ТУРБУАНОВА ЛЮДМИЛА ПАВЛОВНА
СИТНИКОВА ВЕРА ВИТАЛЬЕВНА |
| ③ | ШАПОШНИКОВ МИХАИЛ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ | ②⑦ | МИШУРОВ ВЯЧЕСЛАВ ПИМЕНОВИЧ
ВОЛКОВА ГАЛИНА АРСЕНТЬЕВНА
ГАРМАШ ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА |
| ④ | БАШЛЫКОВА ГАЛИНА ВЕНИАМИНОВНА | ②① | ДЕГТЕВА СВЕТЛАНА ВЛАДИМИРОВНА
ПАНИУКОВ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ |
| ⑥ | БЕШЛЕЙ ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВИЧ | ②② | ХОЛОПОВА ВАЛЕНТИНА ИВАНОВНА |
| ⑦ | РУБАН ГАЛИНА АЛЕКСЕЕВНА | ②③ | ТУМАНОВА ЕВГЕНИЯ АЛЕКСЕЕВНА |
| ⑧ | ЕЛИСЕЕВ СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ | ②⑥ | СЕЛИВАНОВ АЛЕКСАНДР СТЕПАНОВИЧ |
| ⑨ | МАРКАРОВА МАРИЯ ЮРЬЕВНА | ②⑧ | БАШЛЫКОВА ЛЮДМИЛА АНАТОЛЬЕВНА
РОБАКИДЗЕ ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА
СУНДУКОВ ЕВГЕНИЙ ЮРЬЕВИЧ
ПОРОШИН ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ |
| ①① | КЫЗЬБЮРОВА ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА
ЩЕМЕЛИНИНА ТАТЬЯНА НИКОЛАЕВНА | ②⑨ | КОНОНОВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА
РЕШЕТНИКОВ МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ |
| ①② | ШУКТОМОВА ИДА ИВАНОВНА
ТЕРЕЩУК НЕЛЯ АНАТОЛЬЕВНА
ЧЕРЕПАНОВ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ | ③⑦ | МИНЕЕВ ОЛЕГ ЮРЬЕВИЧ |

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

При подготовке материалов для научно-информационного издания “Вестник ИБ”:

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



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

ВЕСТНИК ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ 2004 № 8(82)

Ответственный за выпуск **Т.К. Головки**
Компьютерный дизайн и стилистика **Р.А. Микушев**
Компьютерное макетирование и корректура **Е.А. Волкова**

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

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

Компьютерный набор.
Подписано в печать 17.08.2004. Тираж 170. Заказ № 27(04).

Распространяется бесплатно.