



## В номере

### СТАТЬИ

- Володин В.** Состояние и перспективы биотехнологических исследований в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН: от решения фундаментальных проблем до инновационных проектов ..... 2
- Володин В., Чадин И., Володина С.** Значение этноботанических исследований в поиске биологически активных веществ адаптогенного действия ..... 6
- Володина С., Володин В., Таранов А., Орловская Н.** Начальные стадии онтогенеза некоторых представителей семейства Orchidaceae в условиях *in vitro* ..... 10
- Уфимцев К., Ширшова Т.** Фитозкдистероиды – защита растений от насекомых-фитофагов? ..... 15
- Ширшова Т., Бешлей И., Чадин И., Канев В., Груздев И.** Лук *Allium schoenoprasum* L. (Alliaceae J. Agardh) в культуре и природе ..... 19

### СООБЩЕНИЯ

- Зензеров В., Дворецкий А., Володина С., Володин В.** Содержание экидистероидов в гемолимфе камчатского краба Баренцева моря ..... 24
- Алексеева Л., Тетерюк Л.** Биологическая активность растений рода *Thymus* ..... 26

### ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Тарабукин Д., Донцов А.** Ферментативный гидролиз как способ повышения питательной ценности трудноусваиваемых компонентов кормов сельскохозяйственной птицы ..... 29

### ПАТЕНТ

- Маркарова М.** Комплексная технология глубокой очистки от нефти и нефтепродуктов водоемов, заболоченных территорий, вод амбаров и сточных вод ..... 31

### КОНФЕРЕНЦИИ

- Володин В.** Симпозиум «Результаты фундаментальных и прикладных исследований для создания новых лекарственных средств» ..... 34
- Володин В.** XII международный съезд «Фитофарм-2008» ..... 35

Издается  
с 1996 г.

Главный редактор: к.б.н. А.И. Таскаев  
Зам. главного редактора: д.б.н. С.В. Дегтева  
Ответственный секретарь: И.В. Рапота  
Редакционная коллегия: д.б.н. М.М. Долгин, д.б.н. Т.И. Евсева,  
к.б.н. В.В. Елсаков, д.б.н. С.В. Загирова, к.б.н. К.С. Зайнуллина,  
к.х.н. Б.М. Кондратенко, к.б.н. Е.Г. Кузнецова, к.б.н. С.П. Маслова,  
к.б.н. Е.А. Порошин, к.э.н. Е.Ю. Сундуков, к.б.н. И.Ф. Чадин,  
к.б.н. Т.П. Шубина



**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
В ИНСТИТУТЕ БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УРО РАН:  
ОТ РЕШЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ДО ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ\***

д.б.н. проф. **В. Володин**  
зав. лабораторией биохимии и биотехнологии  
E-mail: [volodin@ib.komisc.ru](mailto:volodin@ib.komisc.ru), тел. (8212 ) 21 67 14

Научные интересы: *биологически активные вещества растений, биотехнология*

**Н**а современном этапе главной целью государственной политики в области развития науки и технологий является переход к инновационному пути развития страны. В этом отношении большие надежды возлагаются на развитие биотехнологии. Цель настоящего доклада – ознакомить с наиболее значимыми инновационными разработками Института биологии Коми НЦ УрО РАН в области биотехнологии, обозначить проблемы, оценить перспективу развития биотехнологического направления в Республике Коми и возможный вклад республиканской академической науки в это развитие.

Биотехнология – достаточно широкая область, но у нее, как и у любой науки, есть свои рамки. К сожалению, ее иногда определяют либо в очень узком смысле, как технику рекомбинантных ДНК, либо трактуют слишком широко и включают другие самостоятельные направления смежных наук. По определению акад. Ю.А. Овчинникова, биотехнология определяется как область науки и техники, использующая биологические процессы и агенты для промышленных целей. До последнего времени она включала в себя четыре направления: промышленную микробиологию, инженерную энзимологию, генную и клеточную инженерию. В настоящее время сформировалось еще одно современное направление – нанобиотехнология, включающая в себя разработку систем направленного транспорта лекарств в клетки-мишени, самовоспроизводящихся геномов и др. В связи со сказанным выше совершенно очевидно, что чисто декларативно создать такие современные направления науки и техники в Республике Коми было бы невозможно без определенного достигнутого уровня развития науки и наличия высококвалифицированных научных кадров.

Биотехнологические исследования начаты в Коми научном центре УрО РАН по инициативе акад. М.П. Рощевского в 1985 г. с создания группы биотехнологии, которую возглавила к.х.н. Т.И. Ширшова. В качестве приоритетных были выбраны направления исследований по биоконверсии целлюлозосодержащего сырья и биотехнологии биологически активных соединений. В настоящее время данная концепция развития биотехнологии в Республике Коми находит свое отражение в фундаментальных и прикладных исследованиях лаборатории биохимии и биотехнологии Института биологии Коми НЦ УрО

РАН. Усилия специалистов-биотехнологов объединены в нескольких актуальных направлениях: инженерной энзимологии, экологической биотехнологии, фитобиотехнологии и нанобиотехнологии.

В области инженерной энзимологии проводятся исследования по микробиологическому синтезу ферментов-гидролаз и разработке малоотходных технологий ферментативного гидролиза целлюлозосодержащего сырья с целью получения углеводов кормового и пищевого назначения, питательных сред и полупродуктов для микробиологической, фармацевтической и медицинской промышленности, а также нового типа порошковых целлюлоз для использования в нанотехнологиях. Внедрение указанных разработок будет способствовать и решению экологической проблемы утилизации целлюлозосодержащих отходов лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности и сельского хозяйства в Республике Коми. В области экологической биотехнологии разрабатываются высокоэффективные микробиологические и ферментные препараты для биоремедиации нефтезагрязненных почв, эффективные в условиях низких температур. В области фитобиотехнологии проводятся исследования растений местной флоры на содержание важнейших классов биологически активных веществ (экдистероидов, тритерпеновых и стероидных гликозидов, алкалоидов, липидов, фенольных соединений) и создаются научные основы технологии их получения из растительного сырья. Показана принципиальная возможность получения ценных биологически активных веществ с помощью клеточных технологий. В области нанобиотехнологии на принципах биомиметики синтезированы конъюгаты экдистероидов с высшими жирными кислотами и получены их липосомальные формы ранозаживляющего действия.

Наибольшие результаты получены в области фундаментальных и прикладных исследований фитоекдистероидов – растительных аналогов гормонов линьки насекомых – для которых показана перспектива использования в составе эффективных адаптогенных лекарственных средств и биологически активных добавок к пище (БАД). Следует отметить, что успех биотехнологических разработок во многом зависит от выбора объектов исследования, а также оценки перспектив и конкурентоспособности разрабатываемых технологий и биотехнологи-

\* Доклад на совместном заседании президиума Коми НЦ УрО РАН «Перспективы развития фундаментальной и прикладной науки в Республике Коми» 16-17 июня 2008 г.

ческой продукции на внутреннем и внешнем рынке. Обоснованием комплексных исследований в области фитоэкдистероидов является необходимость разработки и внедрения новых лечебно-профилактических препаратов и БАДов на основе лекарственных растительного сырья для коррекции адаптивных реакций организма в условиях неблагоприятных факторов среды, высоких физических и эмоциональных нагрузок, что является важным направлением восстановительной медицины и валеологии (медицины здорового человека). О необходимости включения растительных адаптогенов (или в их современном звучании – микронутриентов) в структуру питания человека свидетельствует и опыт традиционной медицины многих народов мира, который обеспечивал защиту человека от неблагоприятных для жизни природных факторов, поддерживал необходимую для существования этносов продолжительность жизни.

Адаптогены включают в себя некоторые классы БАВ – метаболических регуляторов, которые увеличивают способность организма к адаптации и устраняют повреждения, вызываемые факторами окружающей среды. Изначально термин «адаптоген» был введен в качестве официального термина в СССР, а с 1998 г. он был официально признан для определенных продуктов в США. К сожалению, этот термин стал часто бесосновательно использоваться в отношении некоторых других препаратов тонизирующего и стимулирующего действия без достаточных экспериментальных доказательств их соответствия критериям, которым должны отвечать адаптогены. Следует отметить все возрастающий интерес западных стран к опыту использования природных адаптогенов в медицине, о чем может свидетельствовать тот факт, что совсем недавно (2007 г.) Комитет по растительным лекарственным средствам Европейского медицинского агентства принял особую статью, в которой изложена адаптогенная концепция, раскрыта суть термина, показаны различия между адаптогенами и другими группами лекарственных средств, роль адаптогенов в фитотерапии, дан анализ проведенных в мире доклинических и клинических исследований, при этом указано на необходимость дополнительных клинических исследований, организованных по международным стандартам. Недавними исследованиями показано, что адаптогены проявляют свое действие, действуя на гипоталамо-гипофизарно-адреналовую ось и симпатoadреналовую систему. Таким образом, механизм действия адаптогенов связан с регуляцией стресса – нейроэндокринно-иммунного комплекса и заключается в биохимической адаптации клеток и организма к стрессу.

Биологически активные вещества адаптогенной природы на сегодняшний день делятся на две группы: фенольные соединения и тетрациклические тритерпеноиды (тритерпеновые гликозиды). Фенольные соединения, такие как фенилпропаноиды, фенилэтановые производные и лигнаны структурно подобны катехоламинам, которые являются важными медиаторами симпатoadреналовой системы, активируя систему стресса на ранних стадиях стрессового ответа. С другой стороны, тритерпеновые

глиозиды кукурбитацин R диглюкозид и гинзенозид Rb 1 являются структурно подобными кортикостероидам – гормонам стресса, защищающими организм от перенапряжения в ответ на действие стрессовых факторов или агентов. Исходя из сказанного, экстракты корневищ родиолы розовой, элеутерококка колючего, так же как и плоды лимонника, принадлежат к первой группе адаптогенов, в то время как экстракты женьшеня, переступня и витании являются представителями второй группы. Исходя из различной химической природы, существует и различие в механизме действия и фармакологической активности различных адаптогенов.

Следует отметить, что в медико-фармакологических кругах в России, а сейчас и за рубежом больше известны адаптогены растений группы женьшеня и родиолы розовой, для которых кроме многочисленных эмпирических данных в настоящее время получены и результаты клинических испытаний, проведенных по международным стандартам. Известно также растение левзея сафлоровидная (рапонтикум сафлоровидный), действующее начало которого – 20-гидроксиэкдизон (основной представитель группы фитоэкдистероидов) – включен в состав разработанного в СССР в 80-е годы тонизирующего препарата Экдистен. Однако систематических исследований фитоэкдистероидов с позиций их соответствия критериям адаптогенов до настоящего времени не проводилось.

На сегодняшний день из растений выделено более 150 различных фитоэкдистероидов, которые по своей структуре тождественны или близки гормонам линьки насекомых. Обнаружены они у представителей более 100 семейств папоротникообразных, голосеменных и покрытосеменных растений. Наибольшее число экдистероидсодержащих видов обнаружено в семействах *Amaranthaceae* (23 вида, принадлежащих девяти родам), *Asteraceae* (23 вида, в основном принадлежащих родам *Rhaponticum* и *Serratula*), *Caryophyllaceae* (125 видов, в основном из родов *Silene* и *Lychnis*), *Chenopodiaceae* (13 видов из восьми родов), *Lamiaceae* (14 видов, причем 13 – из рода *Ajuga*), *Ranunculaceae* (30 видов, из которых 11 видов из рода *Helleborus*). Интересно отметить, что в традиционных медицинах у разных народов мира в качестве общеукрепляющих средств издавна использовались растения, в которых впоследствии были обнаружены экдистероиды: *Achyranthes fauriei* и *Cyathula capitata* («го-шитсу») – в древнем Китае, *Ajuga iva* («ченджоура») – в Северной Африке, *Pfaffia iresinoides* («сума») – в Латинской Америке, *Rhaponticum carthamoides* («маралий корень») и *Serratula coronata* («серпия») – в Сибири. Известно применение отваров смолёвок *Silene tatarica* и *Oberna behen* для ослабленных пожилых людей у коми-зырян (коми название растений «шлэкан турун»). Экдистероиды попадают в организм человека и с довольно обычными пищевыми растениями, такими как, например, шпинат. Высокое содержание экдистероидов обнаружено и в забытом пищевом растении марь доброго Генриха (*Chenopodium bonus-henricus*), которое в средние века широко использовалось в пищу во многих европейских

странах. Совсем недавно экдистероиды обнаружены в растении этого же рода *Chenopodium quinoa* (квиноа или рисовая лебеда), которое с древности возделывалось ацтеками в горах Южной Америки. Из семян квиноа местное население Перу и Чили до сих пор получает муку и крупу, а молодые листья используются вместо шпината.

После обнаружения гормонов линьки насекомых в растениях большой исследовательский интерес представляло изучение их физиологической активности на организмы, которые не способны к их эндогенному продуцированию. На первом этапе ставились цели чисто научного характера, в частности, по сравнительному изучению действия экдистероидов на различные типы животных с позиций филогенеза. Поскольку у членистоногих экдистероиды, будучи истинными гормонами линьки, стимулируют синтез белков, представляло интересным выяснить, происходит ли стимуляция синтеза белка при введении экдистероидов млекопитающим.

Еще в 60-х годах XX в. японские исследователи показали, что экдистероиды действительно стимулируют синтез белка в клетках млекопитающих. Оказалось, что анаболической активностью обладают многие структурно модифицированные фитоэкдистероиды. В то же время сравнительные эксперименты с кортизолом, индуцирующим синтез специфических белков у млекопитающих, не показали положительного эффекта у насекомых. Результаты этих экспериментов, по-видимому, можно объяснить тем, что у млекопитающих, расположенных по сравнению с насекомыми выше на эволюционной лестнице, гормональная система регуляции является более узкоспециализированной и не может вызывать соответствующих эффектов у низших организмов. Более примитивная же гормональная система насекомых влияет на более общие стороны метаболизма клетки, и гормоны насекомых (экдистероиды) сохраняют свою активность и у высших организмов. Однако, влияя на общие стороны метаболизма клетки, экдистероиды в организме млекопитающих утрачивают свойства гормонов. Факт отсутствия у экдистероидов гормонального (андрогенного, эстрогенного/антиэстрогенного) действия на млекопитающих, доказанный в 70-х годах, предопределил перспективу использования этих соединений в медицине.

В 80-х годах XX в. углубленные фармакологические исследования по действию фитоэкдистероидов на млекопитающих и человека были проведены в Советском Союзе (Институт химии растительных веществ АН УзССР, Институт биохимии им. А.В. Палладина АН УССР). Эти исследования, как уже указывалось выше, привели к созданию тонизирующего экдистероидсодержащего препарата Экдистен, содержащего 20-гидроксиэкдизон из корневищ рапонтника сафлоровидного (*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Pjin). Экдистен был рекомендован в качестве тонизирующего средства при астенических и астенодепрессивных состояниях, сопровождающихся ослаблением процессов белкового синтеза, при длительных инфекциях и интоксикациях, при неврастении, неврозах и гипотонии, у спортсменов во время интенсивных тренировок при дисфункции

сердечно-сосудистой системы, особенно с выраженными признаками перенапряжения миокарда и усилением белкового катаболизма в период подготовки к соревнованиям. Разработка препарата, главным образом, основывалась на ярко выраженном анаболическом и актопротекторном действии 20-гидроксиэкдизона. Препарат Экдистен оказался настолько эффективным и безвредным при использовании в период подготовки высококвалифицированными спортсменами, что в настоящее время, опираясь на «российский опыт», во многих зарубежных странах, особенно в США, появился целый ряд различных препаратов, содержащих экстракт левзеи или других экдистероидсодержащих растений, а также 20-гидроксиэкдизон различной степени очистки. Начиная с конца 90-х годов и до настоящего времени наблюдается новая волна интереса к использованию фитоэкдистероидов в медицине, поскольку для этих соединений были открыты и открываются новые специфические активности.

Анализ фармакологических эффектов экдистероидов на млекопитающих и человека дан в исчерпывающем обзоре Р. Лафона (Франция) и Л. Дайнана (Великобритания), перевод которого был опубликован с согласия авторов на страницах Вестника Института биологии Коми НЦ УрО РАН (№ 3, 2005). Какие же новые активности обнаружены у фитоэкдистероидов? Показано ранозаживляющее действие экдистероидов. 20-гидроксиэкдизон стимулирует дифференциацию кератиноцитов в условиях *in vitro*. Изложенные выше результаты положены в основу ряда патентов, касающихся использования экдистероидов в косметике. В то же время показано ингибирующее действие экдистероидов на пролиферацию опухолевых клеток. Имеются данные о генопротекторных свойствах экдистероидов: они предотвращают повреждение хроматина под действием различных химических агентов. Показано, что препараты, содержащие фитоэкдистероиды, могут использоваться в качестве антидиабетических средств. Установлено, что экдистероиды способствуют повышению чувствительности тканей к инсулину. Весьма важным является обнаружение влияния фитоэкдистероидов на липидный обмен. Например, экдистероиды ингибируют синтез холестерина и увеличивают его катаболизм. Недавно было показано, что экдистероиды обладают нейропротекторными свойствами, что открыло перспективу их использования в терапии психических и поведенческих расстройств. Они могут предохранять от амнезии, вызванной диазепамом или алкоголем. Весьма интересны данные о гемореологических свойствах фитоэкдистероидов, указывающие на перспективу их использования при постинсультных состояниях. Показаны разнообразные иммуномодулирующие эффекты экдистероидов. В связи с далеко не полным перечнем упомянутых фармакологических эффектов фитоэкдистероидов невольно может возникнуть сомнение, может ли одно соединение (или группа близких по структуре соединений) претендовать на некую «универсальность». Мы далеки от такого утверждения. Однако следует заметить, что широта физиологического спектра действия фитоэкдистероидов кроется в самой их природе: будучи гор-

монами для членистоногих, они сохраняют свое влияние на общие стороны энергетического и пластического обмена в клетках более высокоорганизованных животных (млекопитающих), утрачивая у последних свойства гормонов. Следует отметить, что упомянутые фармакологические свойства фитоэктистероидов свойственны веществам адаптогенной природы, однако, систематических исследований фитоэктистероидов, как уже говорилось выше, с позиций их влияния на биохимические маркеры реакции стрессового ответа, к сожалению, не проводились.

Учитывая актуальность разработки новых эктистероидсодержащих лекарственных препаратов и пищевых добавок адаптогенного действия, на протяжении последних 16 лет лабораторией биохимии и биотехнологии проводился широкий скрининг растений географически удаленных флор, основанный на принципах хемосистематики и данных этноботанических исследований, что позволило существенно расширить список перспективных видов растений – источников фитоэктистероидов. Коллективом лаборатории проведены углубленные исследования состава и динамики содержания эктистероидов в растениях серпухи венценосной. По сравнению с известным эктистероидсодержащим видом рапонтникумом сафлоровидным, в растениях серпухи венценосной содержание эктистероидов на порядок выше. При этом для переработки можно использовать не корневища, а надземную часть ра-

стений в фазу бутонизации – начала цветения, что дает дополнительное преимущество с точки зрения воспроизводства растительного сырья. Результаты фундаментальных исследований о влиянии фитоэктистероидов на личинки насекомых-фитофагов послужили основой для создания при Институте биологии научного производства эктистероидов в качестве биорегуляторов развития насекомых по заказам зарубежных университетов. Исследование физиологической активности фитоэктистероидов серпухи венценосной у млекопитающих показало высокий уровень их актопротекторного действия, выражающегося в значительном (в 1.6-2.0 раза) повышении компенсаторных физических возможностей организма при максимальных физических нагрузках, особенно сильно выраженный у неполовозрелых и молодых животных. Установлено, что развитие и сохранение работоспособности животных, получавших фитоэктистероиды, не сопровождается нарушением системы терморегуляции и не имеет пирогенного осложнения, что указывает на экономизацию энергопотребления при выполнении физической работы после приема препарата. Дальнейшими исследованиями было показано гематопротекторное, противолучевое и нейротропное действие. Результаты доклинических исследований, проведенных в ЗАО «Адаптоген» (г. Санкт-Петербург), показали, что эктистероидсодержащая субстанция из серпухи венценосной обладает более выраженным гипополипидемическим и противоишемическим дей-



ствием по сравнению с известным зарубежным препаратом Аторвастатин (Pfizer, Германия), а также проявляет значительное антидиабетическое действие. Полученные данные открыли перспективу реализации инновационного проекта по созданию эрдистероидсодержащих БАДов в практику.

Технологии получения эрдистероидов из растений серпухи венценосной, а также их использование в качестве актопротекторного, тонизирующего, противолучевого, противоишемического, гиполипидемического и антидиабетического средств запатентованы. На субстанцию эрдистероидов серпухи венценосной получен товарный знак Серпистен. На основании данных доклинических исследований в марте 2008 г. произведена процедура государственной регистрации субстанции Серпистен, в стадии государственной регистрации – три капсулированные формы БАД на ее основе: Кардистен – противоишемического, Диастен – противоидиабетического и Адастен – адаптогенного и иммуностимулирующего действия. Найдены инвестор. Получено санитарно-эпидемиологическое заключение на производство. Организована производственная плантация серпухи венценосной и создано опытное производство субстанции Серпистен. В настоящее время необходимы меры по развитию сырьевой базы, в связи с чем видится целесообразным привлечение к этой деятельности фермерских хозяйств. Среди проблем, сдерживающих внедрение получаемых фундаментальных результатов в практику, прежде всего отсутствие механизма коммерциализации научных разработок (эта ситуация существует не только в нашей республике, но и в целом по России). Кроме того, как это было указано на состоявшемся в Москве в июне 2008 г. симпозиуме «Фундаментальные науки – новым лекарствам», – это еще и

отсутствие координации между академической, медицинской и сельскохозяйственной наукой, недостаточная роль государства, необходимость развития в России венчурного капитала. В качестве положительных примеров следует указать на опыт организации агрофармбизнеса в странах Северной Европы и участие Института биологии Коми НЦ УрО РАН в международной программе Баренц-секретариата, поддерживавшей совместный с норвежскими и финскими партнерами проект «Растения Баренц-региона – природный источник для улучшения здоровья и развития бизнеса».

Таким образом, опыт становления биотехнологического направления в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН свидетельствует о реалистичности доведения разработок от фундаментальных исследований до инновационных проектов, однако в этой области при планировании исследований чрезвычайно важен прогноз ожидаемых результатов, от которого, в конечном счете, зависит конкурентоспособность создаваемой биотехнологической продукции на внутреннем и внешнем рынке (см. рисунок). При формировании концепции биотехнологического инновационного центра в Республике Коми следует учесть опыт Института биологии Коми НЦ УрО РАН в этой области, а также предусмотреть комплексный подход при создании и реализации новых инновационных проектов. В частности, для ускорения внедрения наукоемких биотехнологий, создаваемых в академических учреждениях, необходимо привлекать в творческие коллективы представителей вузовской науки (особенно технических вузов), сельскохозяйственной науки, учреждений здравоохранения и других заинтересованных организаций.

## ЗНАЧЕНИЕ ЭТНОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПОИСКЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ АДАПТОГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ



д.б.н., проф. **В. Володин**  
зав. лабораторией биохимии  
и биотехнологии  
E-mail: [volodin@ib.komisc.ru](mailto:volodin@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 21 67 14

Научные интересы: *биологически активные вещества растений, биотехнология*



к.б.н. **И. Чадин**  
зам. директора  
по научным вопросам  
E-mail: [chadin@ib.komisc.ru](mailto:chadin@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 24 57 72

Научные интересы: *вторичные метаболиты растений, биохимическая экология*



к.б.н. **С. Володина**  
с.н.с. этой же лаборатории  
E-mail: [volodina@ib.komisc.ru](mailto:volodina@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 43 14 31

Научные интересы: *растительные ресурсы, технология растительного сырья*

**П**роблема улучшения качества жизни людей на Севере (в особенности пожилых людей) имеет не только медицинский, но и социально-экономический аспект. Проживание населения в условиях Севера, в частности, в Республике Коми, отя-

гощено целым рядом экологически неблагоприятных факторов среды (низкие температуры, условия гипоксии, особый световой режим, на некоторых территориях повышенный радиационный фон) – все это в совокупности со стрессовыми воздействиями нынеш-

него времени неизбежно усугубляют картину течения основных заболеваний [1]. Сказанное относится и к профессиям людей, занятых освоением Севера в геологоразведке, лесной и добывающей отраслях промышленности вахтовым методом, на транспор-

те, т.е. в тех случаях, когда у людей происходит нарушение циркадных ритмов (частая смена часовых поясов).

В настоящее время при разработке концепции здорового образа жизни в условиях Севера, профилактики и лечения многих заболеваний у северян большое внимание уделяется использованию лекарственных растений, витаминов и природных биологически активных добавок (БАД). Результаты медико-биологических исследований, касающихся вопросов особенностей адаптации человека к экстремальным природным условиям Крайнего Севера, свидетельствуют об актуальности данной проблемы. Рассматривая вопросы адаптации человека к условиям Севера, полезно также учитывать традиции коренных северных народов и опыт народной медицины, которые обеспечивают защиту человека от неблагоприятных для жизни природных факторов, поддерживают необходимую для существования этноса продолжительность жизни [3]. Известно, что коренное население европейского Севера (архангелогородцы, вологжане, коми, коми-пермяки, ненцы) издавна использовало десятки видов растений для лечения многих заболеваний. На севере широко использовалась морошка как противочинготное средство, из березы крестьяне извлекали березовый сок. Об этом же, в частности, свидетельствуют сохранившиеся до наших дней воспоминания английского ботаника Традесканта-старшего, посетившего российский Север в 1618 г. В его ботанических сборах среди лекарственных растений, употреблявшихся местным населением, упоминаются шавель, дягиль, лапчатка, душица и др. Для своего сада в Англии Традескандт увез живые образцы черемухи и шиповника, семена морошки и шведского дегена. Научные архивы сохранили также ценнейшие материалы исследований И. Молчанова (1813), академика Палласа (1789), И. Костылева (1862), Н. Кузнецова (1888), М. Куклина (1922) по использованию северными народами лекарственных растений [4].

По данным И.В. Ильиной на сегодняшний день нам известно об использовании в народной медицине коми около 150 видов растений, различных средств животного и минерального происхождения, а также целебных свойств воды, тепла и т.д. Исключительное место в народной медицине коми занимали средства, направленные на общее укрепление организма и предупреждение заболеваний. Осо-

быми целительными силами коми народ наделял растения венерин башмачок (коми название «адам глава турун») и первоцвет весенний, сон-трава («чаром петам турун»), называя их травами от «ста болезней» [3].

В официальной медицине России наиболее известны адаптогенные растения женьшенеподобного действия: женьшень, аралия маньчжурская, элеутерококк колючий, лимонник китайский и некоторые другие. В последнее время с позиций углубленного изучения химического состава и фармакологического действия большое внимание привлекают и другие адаптогенные растения. Это родиола розовая (золотой корень), произрастающая на арктическом побережье Европы, в горах Средней Европы, Средней Азии и Алтая и широко используемая в медицине многих народов мира. О давнем использовании родиолы розовой имеются сведения не только в традиционной медицине Алтая и коми, но и у наших северных соседей скандинавов. Самые старинные источники о целебных свойствах золотого корня относятся к временам похода короля Кристиана IV в 1599 г. из норвежской области Финмарк в Колу. На использование золотого корня в печеном и вареном виде жителями Гренландии указывает священник Хедман Руг в 1762 г. По его сведениям местные жители Аляски также использовали золотой корень в пищу в вареном виде, листья употребляли в свежем виде или, измельчая с другими компонентами, использовали для выпечки хлеба.

Менее известно в медицине растение *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin (рапоникум сафлоровидный или маралий корень – эндемик Горного Алтая). В тибетской и монгольской медицине маралий корень входит в состав общеукрепляющих сборов. В настоящее время экстракт марального корня входит в Российскую фармакопею как стимулирующее средство при функциональных расстройствах центральной нервной системы, повышающее работоспособность при физическом и умственном переутомлении. Работами советских исследователей было показано, что действующим началом марального корня являются фитостероиды, вещества, структурно идентичные или близкие истинным гормонам линьки и метаморфоза насекомых. В 80-е годы в СССР был создан тонизирующий препарат Экдистен, содержащий очищенный 20-гидроксиэкдизон из корневищ этого растения. Несмотря на то, что в настоя-

щее время разработана технология культивирования марального корня (его культивировали и в Республике Коми как кормовое растение), к сожалению, этот препарат оказался малодоступным для потребителей главным образом из-за низкого содержания 20-гидроксиэкдизона и, как следствие этого, малым объемом производства и дороговизной препарата.

Включаясь в разработку новых адаптогенных препаратов растительного происхождения, коллективу нашей лаборатории предстояло ответить на принципиально важные вопросы – встречаются ли на территории Республики Коми экдистероидсодержащие растения и есть ли среди них виды с высоким содержанием экдистероидов, пригодные для технологической переработки. Еще более важным является вопрос, как искать? Какова должна быть методология поиска растений, содержащих определенную группу биологически активных веществ и есть ли место в этой методологии этноботаническим исследованиям? Прежде чем ознакомить читателя с методологией наших исследований, несколько слов об открытии самих фитостероидов.

Впервые эти соединения были обнаружены в растениях японским исследователем К. Наканиси в 1966 г. во время этноботанической экспедиции на о-в Тайвань [21]. Из листьев *Podocarpus nakai*, которые местные жители использовали в качестве противоопухолевого средства, было выделено соединение понастерон А, обладающее активностью гормона линьки насекомых и отличающееся от экдизона лишь положением в молекуле одной гидроксильной группы. На сегодняшний день из растений выделено более 150 различных по структуре экдистероидов. Обнаружены они у представителей более 100 семейств папоротникообразных, голосеменных и покрытосеменных растений.

Интересно отметить, что в традиционных медицинах у разных народов мира в качестве общеукрепляющих средств издавна использовались растения, в которых впоследствии были обнаружены экдистероиды: *Achyranthes fauriei* и *Cyathula capitata* («гошитсу») – в древнем Китае, *Ajuga iva* («ченджоура») – в Северной Африке, *Pfaffia iresinoides* («сума») – в Латинской Америке, *Rhaponticum carthamoides* («маралий корень») и *Serratula coronata* («серпия») – в Сибири, *Silene tatarica* и *Oberina behen* («шлачкан турун») – на европейском севере у коми-зырян (табл. 1) [3, 6, 20]. Экдистерои-

ды попадают в организм человека и с довольно обычными пищевыми растениями, такими, например, как шпинат [18]. Высокое содержание экдистероидов обнаружено в забытом пищевом растении мари доброго Генриха (*Chenopodium bonus-henricus*), которое в средние века широко использовалось в пищу во многих европейских странах [15], и в рисовой лебеде (или квиноа) (*Chenopodium quinoa*), которая с древних времен возделывается в горах Южной Америки. Из семян квиноа местные жители получали муку и крупу, а молодые листья (табл. 2) употребляли в свежем виде [13].

Вернемся к поставленному вопросу – как искать эти соединения среди всего многообразия видов растений (например, во флоре европейского северо-востока России около 1300 видов высших растений) и каково место этноботаническим исследованиям в этом поиске. Строго говоря, изучение распространения отдельных веществ или их групп в системе растений является предметом хемотаксономии и сравнительной биохимии. Методологической основой поиска новых

перспективных видов лекарственных растений служит принцип их филогенетического родства. Этот принцип уже давно используется при изучении распространения важнейших классов биологически активных веществ (или вторичных метаболитов) в царстве растений. Так, обнаружение перспективных источников алкалоидов наиболее вероятно в семействах лютиковых и рутовых; оксиметилантрахинонов – в гречишных и крушиновых; кумаринов – в зонтичных и рутовых и т.д. Эти же принципы лежат и в основе внутрисемейственного поиска. Флавоноиды, катехины и лейкоантоцианы можно найти в родах *Polygonum* L., *Fagopyrum* Mill. *Rheum* L.; оксиметилантрахиноны – в родах *Rumex* L. и *Rheum* L. Однако, в пределах указанных родов могут также оказаться виды, не содержащие ожидаемых веществ. Поэтому априорное предположение о сходстве химического состава растений на основе систематической близости таксонов не всегда оправдано [3]. Однако на рубеже 80-90-х годов уровень знаний о распространении фитоэкдисте-

роидов был недостаточен, чтобы с уверенностью применить этот принцип к поиску растений – продуцентов этой группы веществ. Напротив, считалось, что закономерностей в распространении экдистероидов в системе растений нет [5, 17].

Анализ данных литературы позволил нам сделать предположение, что среди цветковых растений на внутрисемейственном уровне прослеживается тенденция сосредоточения экдистероидсодержащих видов в трибах. Наибольшее число экдистероидсодержащих видов обнаружено в семействах *Amaranthaceae* (23 вида, принадлежащих девяти родам), *Asteraceae* (23 вида, в основном принадлежащих родам *Rhaponticum* и *Serratula*), *Caryophyllaceae* (125 видов, в основном из родов *Silene* и *Lychnis*), *Chenopodiaceae* (13 видов из восьми родов), *Lamiaceae* (14 видов, причем 13 – из рода *Ajuga*), *Ranunculaceae* (30 видов, из которых 11 видов из рода *Helleborus*).

Принцип «положительных триб» был использован нами для составления хемотаксономического прогноза обнаружения экдистероидов во флоре европейского северо-востока России. Суть разработанной нами методологии скрининга растений на присутствие экдистероидов заключалась в следующем: вначале для исследования привлекались виды из тех родов и триб, в которых уже были обнаружены экдистероидсодержащие виды – в этих таксонах вероятность обнаружения экдистероидов является наибольшей. Для анализа привлекались виды растений и из неисследованных ранее семейств. При обнаружении экдистероидов в каком-либо виде скринингу подвергали как можно большее число представителей рода и трибы, к которым данный вид принадлежит. Следует сказать, что объем некоторых родов и триб внутри изучаемых семейств весьма большой. Это могут быть десятки, а иногда и сотни близкородственных видов. Вот здесь на помощь приходят данные этноботанические исследования. Для анализа мы старались, прежде всего, отобрать образцы тех видов, для которых имелись сведения об их использовании в народной медицине в качестве общеукрепляющих и тонизирующих средств или имелись указания на некоторые свойства, за которые могли быть ответственны экдистероиды. Что касается методики анализа, то нами использовались такие чувствительные методики, как биотесты на культурах клеток насекомых, радиоиммунный

Таблица 1

Растения народной медицины, в которых обнаружены экдистероиды

Вид	Народное название	Физиологическое действие	Автор и источник
<i>Achyranthes fauriei</i>	Го-шицу (Китай)	Мочегонное, тонизирующее	Hikino & Takemoto [16]
<i>Ajuga iva</i>	Ченджоура (Сев. Африка)	Противодиабетическое	Wessner et al. [12]
<i>Cyatula capitata</i>	Го-шицу (Китай)	Мочегонное, тонизирующее	Hikino & Takemoto [16]
<i>Helleborus sp.</i>	Морозник (Кавказ, Индия)	Кардиотоническое, при лечении кори и оспы, инсульта, противоопухолевое	Растительные ресурсы СССР [8]
<i>Ipomoea caloniction</i>	Каладана (Индия)	Жаропонижающее	Calonica et al. [11]
<i>Rhaponticum carthamoides</i>	Маралий корень (Горный Алтай)	Общеукрепляющее, антидепрессивное	Сыров, Курмуков [9]
<i>Paris polyphylla</i>	Цие ичжихуа (Китай)	Гипотензивное, противовоспалительное, при укусах змей, противоопухолевое	Singh & Thakur [21]
<i>Pfaffia iresinoides</i>	Сума, бразильский женьшень (Бразилия)	Общеукрепляющее	Nishimoto et al. [14]
<i>Serratula centauroides</i>	А бьяг-цхер (Тибет)	При переломах костей	Убашеев и др. [7]
<i>S. coronata</i>	Серпия (Сибирь)	При лечении желтухи, анемии, эпилепсии, злокачественных опухолей	Махов [6]
<i>Silene repens, S. jenienseensis</i>	Ра-суг-ба (Тибет)	Ранозаживляющее, противовоспалительное	Убашеев и др. [7]
<i>Silene sp.</i>	Шлачкан-турун (Коми)	Общеукрепляющее для пожилых людей	Ильина [3]



Таблица 2

Экдистероидсодержащие растения, употребляемые в пищу

Вид	Часть растения	Применение	Автор и источник
<i>Spinacia oleracea</i> шпинат	Лист	Салаты	Lafont & Dinan [18]
<i>Chenopodium bonus-henricus</i> марь доброго Генриха	То же	То же	Bathori et al. [15]
<i>Ch. quinoa</i> квиноа, рисовая лебеда	Семя Лист	Мучные изделия, салаты	Ec dysteroids from ancient... [13]
<i>Ch. album</i> марь белая	То же	То же, супы	Растительные ресурсы СССР [8]

анализ и жидкостная хроматография. При необходимости для идентификации экдистероидов использовались методы масс-спектропии и ЯМР-спектрометрии. Всего на содержание экдистероидов нами было проанализировано 411 видов из 308 родов и 82 семейств. Большая часть из них (381 вид) представляла собой случайную выборку видов растений, произрастающих на нашей территории. Другая часть (30 видов) была отобрана из «положительных» триб, в которых мы ожидали высокую вероятность обнаружения экдистероидов.

Скрининг флоры европейского северо-востока России показал, что экдистероиды присущи большому числу видов покрытосеменных растений, причем содержание экдистероидов у растений различных видов варьирует в очень широком интервале концентраций: от предельно малых (менее 0.1 мкг/г) до необычно высоких (более 10<sup>4</sup> мкг/г). Среди продуцентов экдистероидов выделяется небольшая группа видов с гормонально активными концентрациями экдистероидов, активными в биотесте. Эти виды принадлежат семействам, в различной степени удаленным в филогенетическом отношении друг от друга. Наибольшее число экдистероидсодержащих видов обнаружено в семействах Caryophyllaceae и Asteraceae, относящихся к ведущим семействам изучаемой флоры. Хемотаксономический прогноз давал нам высокую вероятность обнаружения экдистероидов в семействе гвоздичных (Caryophyllaceae) в родах смолевка (*Silene*) и лихнис (*Lychnis*). Вероятность обнаружения в этих родах усиливалась и сведениями народной медицины. Известно, что отвары смолевки (конкретный вид не указан, на коми языке «шлаккан-турун») давали пожилым ослабленным людям вместе с молоком и хлебом. Эти данные с учетом положительного хемотаксономического прогноза очень точно указали на возможность обнаружения в этих растениях экдистероидов, поскольку известно, что эти соединения реализуют свое анаболизирующее и тонизирующее действие на фоне приема пищи, обогащенной растительным и животным белком. Проведенный нами анализ подтвердил наличие этих веществ в трех видах этого рода. По данным С.О. Володиной, самое высокое количество экдистероидов содержится в соцветиях смолевки татарской в фазу начала цветения растений. Несколько уступает содержание экдистероидов в листьях смолевки ползучей. А вот в смолевке обыкновенной содер-

жание экдистероидов, напротив, очень низкое [10].

Мы нашли сведения об использовании в народной медицине и других видов растений, в которых обнаружили экдистероиды. Это растения живучки ползучей, отвары которой (и опять же с молоком) использовались при язвенной болезни, простудных заболеваниях, а наружно – при гнойных ранах, для укрепления и роста волос. Свежие молодые листья употребляют как салат, а также добавляют в супы. Это вороний глаз («гэг-турун»), свежие ягоды которого едят, не раскусывая, при нарывах и фурункулах. Марь белая («пэк-турун») в вареном виде используется для откорма молодняка. Водные растения рода рдест («сирпине-турун») используются как кормовые растения. Высушенные размолотые клубни рдеста плавающего в голодные годы использовали для приготовления муки.

Таким образом, этноботанические исследования являются важным дополнительным инструментом в поиске ценных биологически активных веществ в растениях и создания новых адаптогенных препаратов и БАДов. Эти междисциплинарные исследования следует всячески укреплять.

В своих исследованиях мы не ограничиваемся только выявлением ценных биологически активных веществ в растениях. На сегодняшний день нами осуществлена процедура государственной регистрации новой адаптогенной экдистероидсодержащей биологически активной добавки «Серпистен» из листьев серпухи венценосной. Разработанная биодобавка рекомендована для использования в практике гериатрии в качестве общеукрепляющего, противоишемического, гиполлипидемического, гемореологического и сахароснижающего средства. Серпистен может быть также рекомендован в качестве адаптогенного средства лицам с неблагоприятными условиями труда (повышенные физические и умственные нагрузки,

повышенный радиационный фон и др.).

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке программ прези-



Морозник (*Helleborus* sp.).



Женьшень бразильский (*Pfaffia iredesinoides*).



Смолевка ползучая (*Silene repens*).

диума РАН «Фундаментальные науки – медицине Урала» и «Адаптация народов и культур к изменениям природной среды, социальным и техногенным трансформациям», а также гранта международной программы Parents Secretariat «Растения Баренц-региона для улучшения здоровья и развития бизнеса» совместно с финскими и норвежскими учеными.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бойко Е.Р.* Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург, 2005. 190 с.
2. *Высочина Г.И.* Хемотаксономический метод в подборе объектов интродукции // Ускорение интродукции растений Сибири: Задачи и методы. Новосибирск: Наука, 1989. С. 56-60.
3. *Ильина И.В.* Народная медицина коми. Сыктывкар, 1997. 115 с.
4. *Кашин В.И.* История познания северных лекарственных растений // Изучение и охрана растительности Севера. Сыктывкар, 1984. С. 115-120.
5. *Лафон Р.* Фитоэктистероиды и мировая флора: разнообразие, распределение и эволюция // Физиология растений, 1998. Т. 45. С. 326-346.
6. *Махов А.А.* Зеленая аптека. Лекарственные растения Сибири. Красноярск, 1993. 528 с.
7. Раны и их лечение в тибетской медицине / *И.О. Убашеев, В.Э. Назаров-Рыгдылон, С.М. Баторова* и др. Новосибирск: Наука, 1990. 192 с.

8. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Magnoliaceae–Limoniaceae. Л.: Наука, 1984. 460 с.

9. *Сыров В.Н., Курмуков А.Г.* Тонизирующие свойства эктистерона, выделенного из рапонтикума сафлоровидного // ДАН УзССР, 1977. Т. 34 (12). С. 27-30.
10. Эктистероидсодержащие растений: ресурсы и биотехнологическое использование / *В.В. Володин, С.О. Володина, И.Ф. Чадин* и др. Екатеринбург, 2007. 127 с.
11. A novel model of isolation of phytoecdysteroids from kaladana seeds / *L. Canonica, B. Danieli, G. Ferrary* et al. // Phytochem., 1975. Vol. 14. P. 525-527.
12. Ecdysteroids from *Ajuga iva* / *M. Wessner, B. Champion, J.-P. Girault* et al. // Phytochem., 1992. Vol. 31. P. 3785-3788.
13. Ecdysteroids from ancient Andine crop of high nutritional value / *S. Kumpun, A. Maria, N. Evard-Todeschi* et al. // Insect Sci., 2007. Vol. 7. Article 13. P. 32.
14. Ecdysteroids from *Pfaffia iresinoides* and reassignment of some <sup>13</sup>C NMR signal shifts / *N. Nishimoto, Y. Shiobara, M. Fujino* et al. // Phytochem., 1987. Vol. 26. P. 2505-2507.

15. Ecdysteroids in *Spinacia oleracea* and *Chenopodium bonus-henricus* / *M. Bathori, I. Toth, K. Szendrey* et al. // Phytochem., 1982. Vol. 21. P. 236-238.

16. *Hikino H., Takemoto T.* Arthropod moulting hormones from plants *Achyranthes* and *Cyathula* // Naturwissenschaften, 1972. Vol. 59. P. 91-98.
17. *Lafont R., Bouthier A., Wilson I.D.* Phytoecdysteroids: structures, occurrence, biosynthesis and possible ecological significance // Proceedings of Conference on Insect Chemical Ecology (Tabor, 1990). The Hague, 1991. P. 197-214. – (Academia Prague and SPB Acad. Publ.).
18. *Lafont R., Dinan L.* Practical uses of ecdysteroids in mammals and human: an update // Insect Sci., 2003. Vol. 3. № 7. 30 p.
19. *Singh S.B., Thakur R.S.* Structure and stereochemistry of paristerone, a novel phytoecdysone from the tubers of *Paris polyphylla* // Phytochem., 1982. Vol. 38. P. 2189-2194.
20. *Slama K., Lafont R.* Insect hormones – ecdysteroids: their presence and actions in vertebrates // Eur. J. Entomol., 1995. Vol. 92. P. 355-377.
21. The structure of ponasteron A an insect moulting hormone from the leaves of *Podocarpus nakaii* Hay. / *K. Nakanishi, M. Koreeda, S. Sasaki* et al. // Chem. Commun., 1966. P. 915-917. ❖

НАЧАЛЬНЫЕ СТАДИИ ОНТОГЕНЕЗА НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА ORCHIDACEAE В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*



к.б.н. **С. Володина**  
с.н.с. лаборатории биохимии и биотехнологии  
E-mail: [volodina@ib.komisc.ru](mailto:volodina@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 43 14 31

Научные интересы: *растительные ресурсы, технология растительного сырья*



д.б.н., проф. **В. Володин**  
зав. лабораторией биохимии и биотехнологии  
E-mail: [volodin@ib.komisc.ru](mailto:volodin@ib.komisc.ru)  
тел. (8212 ) 21 67 14

Научные интересы: *биотехнология растений*



**А. Таранов**  
выпускник 2007 г. химико-биологического факультета СыктГУ

Научные интересы: *микроразмножение растений*



к.б.н. **Н. Орловская**  
доцент Сыктывкарского государственного университета

Научные интересы: *флористика, редкие виды растений*

**Д**ля решения проблемы сохранения редких и исчезающих видов растений стали широко использоваться биотехнологические методы микроразмножения растений [2, 3, 5]. К настоящему времени полностью разработаны технологии клонального микроразмножения лишь для тропических эпифитных видов орхидных. При введении в культуру видов орхидных умеренной зоны

исследователи наталкиваются на ряд трудностей, связанных с биологическими и экологическими особенностями этих видов. Одной из главных проблем размножения орхидных умеренной зоны в условиях *in vitro* является утрата способности семян к прорастанию в асимбиотической культуре по мере их созревания. Однако некоторый опыт микроразмножения ряда стеблеложных и корне-

вищных видов с использованием как асимбиотических, так и симбиотических методов культивирования (т.е. в отсутствии или присутствии грибов-симбионтов в культуре *in vitro*) уже накоплен.

#### Асимбиотическое культивирование незрелых семян

Проблемы асимбиотического культивирования незрелых семян орхидных умеренной зоны детально исследованы Андроновой с соавт. [6]. Установлено, что процент прорастающих семян при асимбиотическом культивировании значительно варьирует в пределах вида. Как правило, лучше прорастают семена, извлеченные из незрелых плодов. В связи с этим было сделано предположение, что стадия развития семени и зародыша в момент посева может быть определяющим фактором для получения максимальной доли прорастающих семян *in vitro*. Данное предположение было проверено при посеве семян представителей рода *Dactylorhiza*, изолированных в разные сроки после начала цветения (25-60 дней). Было показано, что доля прорастающих семян, посеянных через 25 дней после начала цветения на среду, содержащую цитокинин и ауксин, была очень низка. При этом семена прорастали неравномерно: наряду с мелкими и немногочисленными довольно крупными протокормами можно было наблюдать и массу непроросших семян. Максимальное прорастание (до 100 %) было отмечено при посеве семян *Dactylorhiza baltica*, *D. maculata* и *D. flavescens* на стадии 40-45 дней после начала цветения на среду, содержащую регуляторы роста. Семена прорастали одновременно, и протокормы развивались примерно с одинаковой скоростью. Зрелые семена из вскрытых плодов (60 дней после начала цветения) имели очень низкий процент прорастания. Цитоморфологический и гистохимический анализ изменений структур семени на стадии 40-45 дней после начала цветения показал прекращение делений клеток в зародыше и начало накопления запасных питательных веществ в них, а также полную дегенерацию клеток внутреннего интегумента и начало дегенерации клеток наружного интегумента, что свидетельствует о переходе семени к созреванию. По мере созревания семени (45-60 дней после начала цветения) формируется механизм торможения прорастания, что является причиной снижения способности семян к прорастанию в асимбиотической культуре. Было показано, что оптимальная для посева стадия развития семени у *Calypso bulbosa* соответствует 35-40 дням после опыления, у *Liparis loeselii* – 45-50 дням, *Cypripedium calceolus* – 30-35, *C. macranthon* – 35-50, *Orchis militaris* – 20-25, *Listera ovata* – до 20 дня после опыления. Эти данные свидетельствуют о видоспецифическом характере зависимости прорастания от стадии развития зародыша и структур семени.

Между способностью к прорастанию и состоянием клеток интегументов (особенно внутреннего) Андропова и соавт. [6] также выявили корреляцию: семена были способны к прорастанию до тех пор, пока клетки интегументов оставались живыми. Например, у *Cypripedium calceolus* в период 35-40 дней после опыления клетки обоих интегументов

полностью отмирают, семенная кожура приобретает темно-бурую окраску, а способность семян к прорастанию *in vitro* полностью утрачивается. У *Cypripedium macranthon* отдельные клетки внутреннего интегумента остаются живыми до 50-55 дней после опыления, и в них хорошо просматриваются ядра. Семена данного вида отчасти сохраняют способность к прорастанию *in vitro* до поздних стадий созревания [4]. В целом, орхидные умеренной зоны приобретают способность к асимбиотическому прорастанию *in vitro* на более ранних стадиях своего развития, чем представители тропических и субтропических групп данного семейства.

Таким образом, анализ данных литературы позволяет заключить, что асимбиотическое культивирование незрелых семян в условиях *in vitro* на определенной специфичной для данного вида стадии развития является эффективным способом получения проростков для большинства изученных видов, особенно обладающих наиболее затрудненным прорастанием семян (виды родов *Cypripedium* и *Orchis*, *Epipactis palustris*, *Listera ovata*, *Dactylorhiza incarnata*).

#### Асимбиотическое культивирование зрелых семян

Как уже отмечалось выше, одной из главных проблем размножения орхидных умеренной зоны является то, что семена теряют способность к прорастанию в асимбиотической культуре *in vitro* по мере созревания. Семена, изолированные на стадии вскрытия плода, обычно не прорастают. Возможны два объяснения механизма торможения прорастания зрелых семян орхидных: накопление ингибиторов прорастания, например, абсцизовой кислоты, непроницаемость покровов семени.

Для снятия физиологического механизма торможения прорастания используют длительное вымачивание семян в воде или стерильном питательном растворе либо длительную холодную стратификацию семян при низких положительных температурах после посева на среду. Такими способами удается стимулировать прорастание у некоторых видов (*Epipactis palustris*, *Cypripedium reginae*), в то время как для других они не дают положительных результатов. Поэтому возможно, что механизм торможения прорастания в ряде случаев определяется не только ингибиторами прорастания, а может иметь более сложную природу. Одним из надежных способов стимулирования прорастания покоящихся семян орхидных считается длительная их обработка раствором гипохлорита кальция или натрия, одновременно стерилизующим семена и повышающим проницаемость покровов семени. Другими перспективными методами, приводящими к увеличению доли прорастания зрелых семян, являются: механическая изоляция зародышей из семян и предпосевная обработка семян гидролитическими ферментами, разрушающими покровы семени.

Таким образом, для выведения семян орхидных из покоя наиболее эффективно сочетание обработки, повышающей проницаемость их покровов и устраняющей физиологический механизм торможения прорастания.

**Влияние экзогенных регуляторов роста  
на прорастание семян  
в асимбиотической культуре *in vitro***

Показано, что прорастание семян орхидных умеренной зоны в асимбиотической культуре в значительной степени определяется наличием регуляторов роста в питательной среде. Использование сред без регуляторов роста часто оказывается неэффективным. Особенно важно это учитывать при культивировании незрелых семян. Однако влияние регуляторов роста на прорастание *in vitro* семян в разных группах орхидных существенно различается.

Установлено, что у видов рода *Dactylorhiza*, семена которых не обладают глубоким покоем, наличие регуляторов роста в среде не увеличивает долю зрелых прорастающих семян, а более высокие концентрации регуляторов роста вызывают ее заметное снижение. В то же время регуляторы роста способствуют значительному ускорению развития проростков *Dactylorhiza* в асимбиотической культуре [6]. Напротив, семена *Cypripedium calceolus* и *C. macranthos* не способны прорасти на среде без регуляторов роста, тогда как добавление ауксина или цитокинина в питательную среду существенно стимулировало прорастание семян. Добавление в питательную среду только цитокинина способствовало более значительному возрастанию доли прорастающих семян по сравнению с вариантом питательной среды, содержащей только ауксин. Однако рост значительного большинства образующихся протокормов останавливался на ранней стадии, и для получения наибольшей доли активно растущих проростков требовалось одновременное наличие ауксина и цитокинина в составе среды [4].

Таким образом, зависимость процессов прорастания семян и развития проростков от концентраций регуляторов роста в питательных средах и их соотношения видоспецифична. Для одних видов прорастание семян стимулируется регуляторами роста, для других – нет или даже ингибируется. Однако отсутствие регуляторов роста в питательной среде приводит к замедленному развитию проростков большинства изученных видов орхидных умеренной зоны. Только применение экзогенных ауксинов и цитокининов позволяет достигнуть скорости роста асимбиотических проростков, сравнимой с наблюдаемой в симбиотической культуре. Велика вероятность того, что в природных условиях поставщиками экзогенных регуляторов роста, необходимых для развития проростков, являются симбиотические грибы.

**Морфогенез проростков в культуре *in vitro*  
и естественных условиях произрастания**

Метод асимбиотического культивирования проростков *in vitro* позволяет существенно облегчить изучение ранних стадий онтогенеза орхидных умеренной зоны, но вопрос о соответствии процессов морфогенеза в асимбиотической культуре и природных условиях продолжает оставаться дискуссионным [6]. Обычно считается, что различия между проростками орхидных, развивающимися *in vitro* и *in vivo*, касаются лишь незначительных деталей, например, формы и степени утолщения протокор-

мов. Однако существенные различия между условиями роста в природе и асимбиотической культуре могут вызывать возникновение *in vitro* форм послесеменного развития, резко отличающихся от наблюдаемых в природе.

У асимбиотических проростков *Cypripedium* может наблюдаться формирование вторичных протокормоподобных структур, образование нескольких точек роста на одном протокорме, формирование каллуса, что нехарактерно для проростков, обнаруживаемых в природных местообитаниях. На более поздних стадиях развития асимбиотические проростки *Cypripedium* и *Listera ovata* отличаются от наблюдаемых в природе существенным увеличением числа и размеров придаточных корней, развивающихся на первичном побеге до перехода его к формированию надземных ассимилирующих листьев, а также склонностью осей первичных побегов к ветвлению. У асимбиотических проростков *Calypso bulbosa* быстро формируется побег с единственным зеленым листом и туберидием, а уже после этого начинается разрастание базальной части протокорма, приводящее к формированию коралловидной структуры. В природных условиях, наоборот, коралловидное разрастание протокорма предшествует развитию надземного побега.

У представителей трибы Orchideae на ранних стадиях развития *in vitro* нередко встречается сильное вытягивание протокормов в длину, не наблюдавшееся в природных условиях. На более поздних этапах развития асимбиотические проростки отличаются от наблюдаемых в природе (а также в симбиотической культуре) увеличением числа и размеров придаточных корней на первичном побеге, задержкой разворачивания ассимилирующих листьев, торможением или полным отсутствием дифференциации побегов возобновления с формирующимися на них корнеклубнями. Вместо этого часть придаточных корней, развившихся на первичном побеге, утолщается и приобретает облик запасающих органов. Таким образом, особенностью асимбиотических проростков видов трибы Orchideae является более длительный моноподиальный рост первичного побега и задержка или полное отсутствие перехода к симподиальному росту. Эти особенности морфогенеза могут быть связаны с влиянием экзогенных регуляторов роста, входящих в состав питательных сред, и неоптимальным температурным режимом культивирования.

Для большинства исследованных видов орхидных умеренной зоны характерна четкая сезонная периодичность роста *in vitro*, однако совпадение ритма развития проростков в условиях *in vitro* с наблюдаемым в природных местообитаниях не обнаруживалось. Проростки *Cypripedium* и некоторых представителей трибы Orchideae, развивающиеся *in vitro*, после образования почки с зачатками надземных ассимилирующих листьев впадают в покой. После содержания в течение 3-4 мес. при пониженной температуре (2-5 °C) проростки разворачивают зеленые листья и образуют на первичных побегах почки возобновления, из которых после второго периода покоя развиваются побеги следующей генерации и, таким образом, происходит переход к

симподиальному росту. Иногда рост побегов удается стимулировать без периода охлаждения путем пересадки на свежую среду, но в дальнейшем такие проростки не переходят к нормальному чередованию периодов роста и покоя. У некоторых видов (*Calypso bulbosa*, *Liparis loeselii*, *Malaxis monophyllos*) для прохождения покоя проросткам не требуется охлаждение, и их рост сохраняет нормальную периодичность при постоянной комнатной температуре. Таким образом, для представителей орхидных умеренной зоны характерна потребность в низких температурах для прохождения покоя, тогда как представители преимущественно тропических групп сохраняют сезонный ритм роста при высоких температурах или обладают непрерывным ростом.

Таким образом, как указывают авторы [4, 6], для понимания процесса развития проростков в природных условиях нельзя опираться только на изучение морфогенеза проростков в культуре *in vitro*. С другой стороны, не имеется достоверных сведений о том, что и в природных условиях развитие проростков одного и того же вида протекает абсолютно одинаково и не зависит от погодных условий либо от географического местоположения популяции.

#### Объекты и методы исследования

В качестве модельных объектов использовали несколько видов сем. *Ochidaceae*, отличающихся жизненной формой и способом размножения.

*Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. – кокушник комариный – растение с двумя пальчатолопастными клубнями, четырьмя-шестью линейно-ланцетными или линейными листьями. Соцветия колосовидные, цветки розовато-лиловые, немного душистые, с длинными тонкими шпорцами. Размножается в основном семенами. Бореальный евроазиатский вид. Встречается на осоково-сфагновых болотах, сыроватых лугах, в травяно-сфагновых сосняках, зеленомошных, травяных и сфагновых ельниках, сырых травянистых смешанных лесах, а также на известняковых, мергелевых и гипсовых обнажениях. Распространен по всей лесной зоне, включая лесной пояс Урала [7, 9].

*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Vermeulen – пальчатокоренник (ятрышник) Фукса – жизненная форма вегетативного однолетника с пальчатораздельным стеблекорневым тубероидом; вегетативно неподвижный вид; автотроф; размножается семенами. Растение с пятнистыми продолговато-ланцетными листьями, нижние – на верхушке закругленные. Губа с толстоватым шпорцем, с рисунком в виде толстых коротких дуговидных линий. На начальных этапах онтогенеза и в период вторичного покоя находится в симбиозе с грибами (сильно микотрофные растения). Микориза развивается в коровой паренхиме придаточных корней и неутолщенной корневой части тубероида; наибольшее количество микоризной инфекции наблюдали у ювенильных растений. Бореальный евроазиатский вид. Встречается чаще, чем другие виды ятрышника, в сырых смешанных лесах, травянистых и зеленомошных березняках, брусничных, черничных и сфагновых сосняках. Вид распространен по всей таежной зоне [1, 7, 9]. Для пальчатокоренника в качестве эксплантов д.б.н.

М.М. Ишмуратова рекомендует использовать в большей степени семена, а также надземные и подземные вегетативные и репродуктивные органы. Прием культивирования – асимбиотический и симбиотический с чередованием высоких и низких температур.

*Platanthera bifolia* Rich. – любка двулистная – растение с двумя подземными клубнями и двумя (редко одним) листьями. Белые или зеленоватые душистые цветки с длинным шпорцем собраны в кисть. Бореальный евроазиатский вид. Встречается на сыроватых или избыточно увлажненных местах; в березняках черничных, дернисто-осоковых, осинниках травяных, ельниках зеленомошных, черничных, долгомошных, сосняках сфагновых, а также в сырых смешанных лесах, на болотах, иногда на влажных лугах. Вид распространен по всей таежной зоне; больше всего сборов из бассейнов Летки, Сысолы, Вычегды [7, 9].

*Coeloglossum viride* (L.) S.Hartm. – полोलепестник зеленый – растение с лопастными подземными клубнями и олиственными стеблями. Соцветия колосовидные, цветки сидячие, желтовато-зеленоватые (реже красноватые). Губа трехраздельная с коротким и толстым шпорцем. Голарктический бореальный вид. Встречается одиночными экземплярами в напочвенном покрове различных типов ельников, сосняков, по краям болот, на разнотравных пойменных лугах, задерненных склонах, в ивняках на травянистых прогалинах, на известняковых, мергелевых и гипсовых обнажениях. Вид распространен неравномерно, больше всего сборов с Вычегды, Печорской Пижмы и низовьев Северной Двины [7, 9].

Для микрклонального размножения использовались семена растений различной степени зрелости. Коробочки с семенами были собраны в следующих географических точках:

– *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Vermeulen – в зарослях кустарника в м. Радиобиология (окрестности Сыктывкара);

– *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. – в пойме р. Вожаель, вблизи объездной дороги Ухта–Киров;

– *Coeloglossum viride* (L.) S.Hartm. – собраны к.б.н Л.В. Тетерюк на известняковых обнажениях р. Большая Сойва;

– *Platanthera bifolia* Rich. – у дренажной канавы вдоль дороги в местечке Радиобиология (окрестности Сыктывкара).

Собранный материал подвергали холодной стерилизации в растворе гипохлорита натрия в течение 30 мин. Затем коробочки вскрывали в потоке стерильного воздуха в ламинарном боксе с помощью стерильного скальпеля, семена переносили в чашки Петри на питательную среду. В работе использовалась модифицированная среда по Malmgren [10] следующего состава:  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  – 75,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 86,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 75,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 12, витамины по Стаба – 1 и кинетин – 5 мг/л, сахароза – 10 и агар – 2 г/л. В среду также добавлялся предложенный нами комплексный аминокислотный препарат оригинального состава (1 г/л). Семена инкубировали в чашках Петри в темноте при температуре 26 °С до образования протокормов, которые затем переноси-

ли на свет. Проростки переносили в увлажненный сфагнум и после определенного периода адаптации растения были переведены в состояние физиологического покоя при пониженной температуре (4 °С) и отсутствии света.

### Результаты

Как показывает опыт прежних исследований, метод культуры клеток позволяет решить проблемы, связанные с преодолением глубокого физиологического покоя семян представителей сем. Orchidaceae. В ранних работах по культивированию орхидных в условиях *in vitro*, проведенных в лаборатории биохимии и биотехнологии растений [8], удалось добиться прорастания семян *Cypripedium calceolus* на основной среде Мурасиге-Скуга с добавлением гормонов. Однако с течением времени наблюдалась гибель протокормов. В отдельных случаях происходило образование нескольких точек роста на одном протокорме, а также сильное вытягивание протокормов в длину, однако формирования побегов не наблюдали. Использование среды по Malmgren с добавлением аминокислот позволило создать условия не только для прорастания семян и формирования протокормов, но и для дальнейшего развития растений. Семена орхидных высевали на питательную среду и культивировали в отсутствие освещения. Через 9 мес. чашки с протокормами переносили на свет, после чего были проведены на-

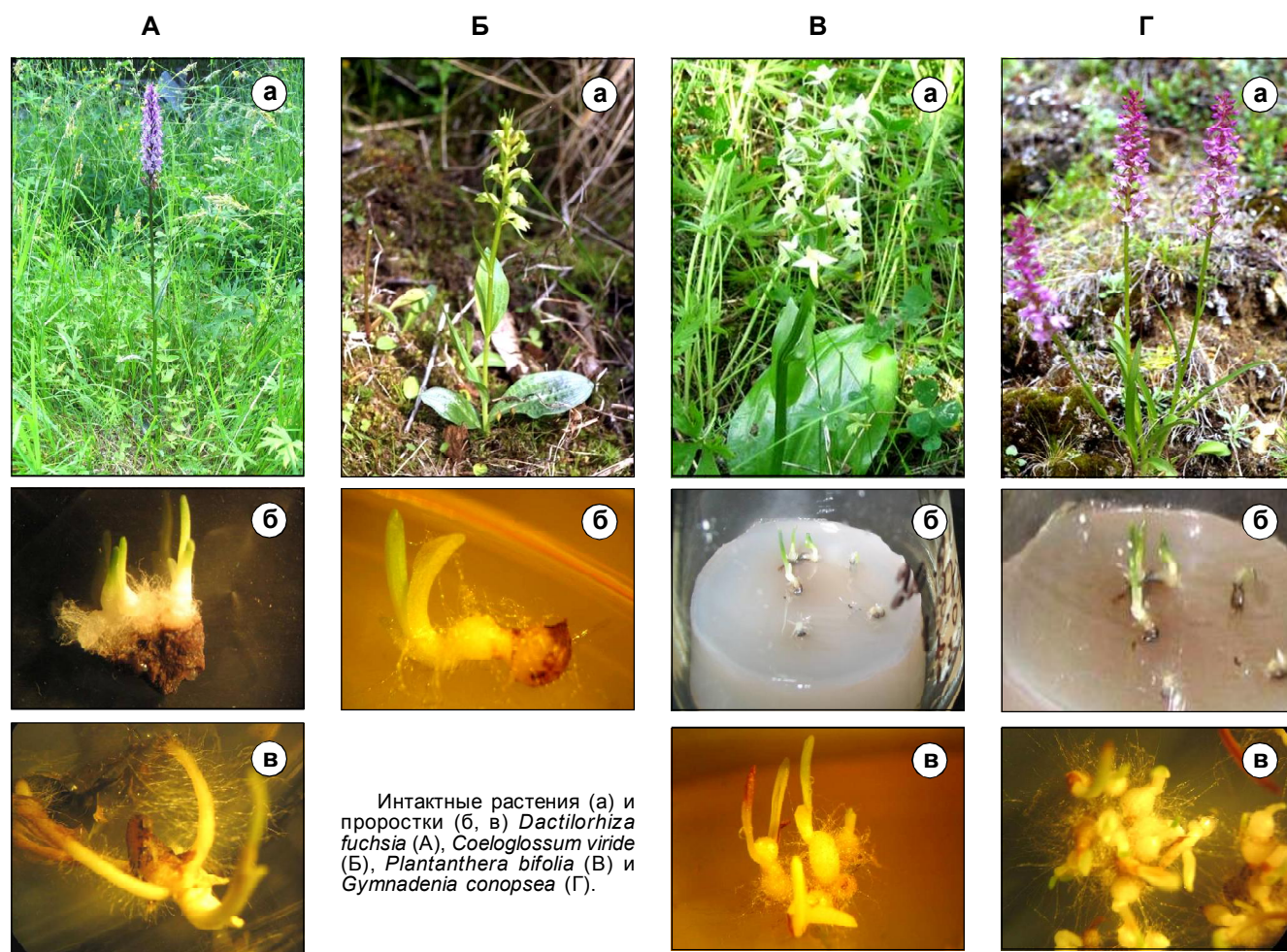
блюдения за начальными стадиями онтогенеза изучаемых видов в условиях *in vitro*.

*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Vermeulen (см. рисунок). Через 9 мес. после посадки наблюдали образование небольшого количества протокормов, сконцентрированных группами. Чашки были перенесены на свет. Спустя год после посадки в условиях освещения наблюдали массовое образование протокормов и проростков (некоторые проростки при этом оставались бесхлорофильными).

*Coeloglossum viride* (L.) S.Hartm. (см. рисунок). Через 9 мес. после посадки наблюдалось образование небольшого количества протокормов. Чашки были перенесены на свет. Спустя год после посадки в условиях освещения сформировалось небольшое количество проростков.

*Platanthera bifolia* Rich. (см. рисунок). Через 9 мес. после посадки образовалось небольшое количество протокормов. Чашки были перенесены на свет. Спустя год после посадки в условиях освещения наблюдали массовое образование протокормов и проростков.

*Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. (см. рисунок). Через 6 мес. наблюдали массовое образование протокормов. Затем их переносили на среду того же состава и помещали на свет. Спустя еще 4 мес. развивались проростки с утолщениями в основании, большинство из которых были бесхлорофильные. Через 2 мес. проростки были пересажены на свежую питательную среду.



Интактные растения (а) и проростки (б, в) *Dactylorhiza fuchsii* (А), *Coeloglossum viride* (Б), *Platanthera bifolia* (В) и *Gymnadenia conopsea* (Г).

Через 14 мес. после посадки была произведена высадка проростков в чашки с увлажненным сфагнумом. Еще через 5 мес. – перевод в состояние физиологического покоя (помещение в холод и темноту). При этом наблюдали значительную гибель проростков пальчатокоренника Фукса, частичную гибель проростков остальных видов за счет поражения плесневыми грибами. Наиболее устойчивыми к заражению оказались проростки *Platanthera bifolia* Rich. Полученные данные о влиянии видовой специфичности на проращивание семян в условиях *in vitro* и развитие проростков будут учтены в дальнейших исследованиях.

Таким образом, нами подобран состав питательных сред для асимбиотического проращивания семян и микрклонального размножения представителей сем. Orchidaceae, произрастающих в подзоне средней тайги Республики Коми в условиях *in vitro*, образования протокормов и развития проростков. Изучение начальных стадий онтогенеза четырех видов сем. Orchidaceae: *Gymnadenia conopsea*, *Platanthera bifolia*, *Dactylorhiza fuchsii* и *Coeloglossum viride* показало, что процессы прорастания семян и развития проростков в условиях *in vitro* видоспецифичны. Более быстрые темпы прорастания семян наблюдались для видов *Gymnadenia conopsea* и *Platanthera bifolia* по сравнению с *Dactylorhiza fuchsii* и *Coeloglossum viride*. Наибольшее количество проросших семян было получено для *Dactylorhiza fuchsii*, наименьшее – для *Coeloglossum viride* и *Platanthera bifolia*. Видовая специфичность проявилась также на стадии физиологического покоя проростков (2 мес., t = 4 °С, темнота), на протяжении которого наблюдалась массовая гибель проростков *Dactylorhiza fuchsii* и только частичная гибель проростков

остальных изученных видов. Наиболее устойчивыми по отношению к фитопатогенным грибам оказались проростки *Platanthera bifolia*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биология и экология редких растений Республики Коми / В.А. Мартыненко, И.И. Полемаева, Б.Ю. Тетерюк и др. Екатеринбург, 2003. 237 с.
2. Биотехнология растений: культура клеток / Под ред. Р.Г. Бутенко. М., 1989. 280 с.
3. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. М., 1999. 160 с.
4. Куликов П.В. Экология и репродуктивные особенности редких орхидных Урала: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1995. 30 с.
5. Культура клеток растений / Под ред. Р.Г. Бутенко. М.: Наука, 1981. 166 с.
6. Проблемы и перспективы семенного размножения *in vitro* орхидных умеренной зоны / Е.В. Андропова, П.В. Куликов, Е.Г. Филиппов и др. // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепция / Под ред. Т.Б. Батыгиной. СПб., 2000. Т. 3. Системы репродукции. С. 513-524.
7. Смирнова Е.С. Морфология побеговых систем орхидных. М.: Наука, 1990. 209 с.
8. Филиппова В.Н., Володин В.В. Микрклональное размножение как способ сохранения редких и исчезающих видов растений // Вестн. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН, 2002. № 6 (56). С. 17-18.
9. Флора северо-востока европейской части России. В 4-х томах / Под ред. А.И. Толмачева. Л.: Наука, 1977. Т. 2. Семейства Cyperaceae – Caryophyllaceae. 316 с.
10. Malmgren S. Large scale asymbiotic propagation of *Cypripedium calceolus* – plant physiology from a surgeon's point of view // Bot. gardens, 1992. P. 59-63. ❖

ФИТОЭКДИСТЕРОИДЫ – ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ НАСЕКОМЫХ-ФИТОФАГОВ?



к.б.н. К. Уфимцев  
н.с. лаборатории биохимии  
и биотехнологии

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



к.х.н. Т. Ширшова  
с.н.с. этой же лаборатории  
E-mail: [shirshova@ib.komisc.ru](mailto:shirshova@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 21 67 14

Научные интересы: химия биологически активных природных соединений, биологическая активность органических соединений

**Н**асекомые – наиболее многочисленная группа животных, населяющих нашу планету. Их видовое разнообразие столь велико, что превышает количество видов всех остальных животных и растений вместе взятых. Точное количество видов насекомых, живущих на планете, определить невозможно. В настоящее время определено и описано более миллиона их видов, но перечень этот постоянно пополняется. Насекомые относятся к беспозвоночным животным, не имеющим костных скелетов. Тела взрослых особей покрыты кути-

кулой, состоящей в основном из хитина. Развитие особей насекомых (метаморфоз) происходит по стадиям и сопровождается глубокими преобразованиями строения организма. В процессе метаморфоза личинка превращается во взрослую особь, при этом на той или иной стадии онтогенеза животные выполняют разные функции, способствующие сохранению и процветанию вида.

Циклические процессы роста и линьки насекомых согласно классической схеме гормональной регуляции развития контролируются тремя вза-

имодействующими гормонами – проторакотропным (ПТТГ), ювенильным (ЮГ) и гормоном линьки (ГЛ). Периодически в ответ на сигнал окружающей среды нейросекреторные клетки секретируют ПТТГ к синтезу прогормона линьки экдизона (Е), который в периферических тканях при участии фермента экдизон-20-монооксигеназы превращается в истинный гормон линьки 20-гидроксидекдизон (20Е). В результате его действия на эпидермальные клетки инициируется процесс линьки: отделение эпидермиса от старой кутикулы, отложение новой кути-

кулы и окончательное сбрасывание старой кутикулы. 20E существенно более активен, чем E, и согласно современным воззрениям считается, что экдизон является прогормоном, а 20E – истинным гормоном линьки [5, 14].

Количественное изучение титра ГЛ у представителей различных отрядов насекомых позволило установить, что титр экдистероидов изменяется в онтогенезе насекомых и представлен двумя или тремя пиками. В ходе метаморфоза четырех видов Diptera Брайерс с соавт. [11] обнаружил три пика экдистероидов: первый на предкуколичной стадии, второй (почти в три раза выше) – при формировании пупария и третий – при куколично-имагинальном аполизисе. Здарек и Делинжер [19] показали, что падение титра экдистероидов, наблюдаемое у *Sarcophaga bullata* на предкуколичной стадии, необходимо для нормального протекания куколичного экдизиса. У насекомых с экспериментально сохраненным высоким уровнем экдистероидов последний задерживался или предотвращался. Влияние изменения титра экдистероидов на развитие *Drosophila melanogaster* было прослежено Ричардом с соавт. Согласно предложенной ими гипотезе [12, 18], ЮГ у *Drosophila* инициирует ранние стадии вителлогенеза и синтез экдистероидов в яичниках, а главную роль в непосредственном контроле оогенеза играет 20E, стимулируя синтез желточных белков в жировом теле и фолликулярных клетках и их поглощение ооцитами. Соллером с соавт. [16] было экспериментально показано, что развитие вителлогенетических ооцитов стимулируется ЮГ, а 20E регулирует пре-

вителлогенетические стадии развития ооцитов. Это позволило авторам предположить, что для нормального протекания оогенеза у *Drosophila* определяющим является поддержание баланса ЮГ и 20E. Раушенбах с сотр. на примере *Drosophila virilis* подтвердил, что экспериментальное повышение титра 20E у молодых самок изменяет уровень ЮГ. Постоянный сдвиг баланса гонадотропинов в пользу 20E резко снижает плодовитость особей линии дикого типа [1]. Таким образом, влияние стрессирующих внешних факторов, по-видимому, может приводить к изменению баланса эндогенных гормонов и вызывать нарушение нормального развития насекомых.

Естественно, что при обнаружении экдистероидов в растениях (фитоэкдистероидов, ФЭ), содержание которых на несколько порядков превышает содержание гормонов линьки у насекомых, встал вопрос о роли этих вторичных метаболитов. Гипотеза об экологической функции ФЭ считается наиболее предпочтительной из всех существующих в настоящее время. Предполагается, что способность растений к накоплению ФЭ – результат их биохимической коэволюции с растительоядными беспозвоночными, а ФЭ выполняют роль аллелохимических токсинов для неадаптированных видов насекомых-фитофагов [4]. Исследования в этом направлении ведутся во всем мире уже многие годы. Но несмотря на определенные достижения в изучении распространения экдистероидов в растительном мире, их структурного многообразия (в настоящее время число обнаруженных в растениях экдистероидов с доказанным строением достигает 200), однозначного ответа на этот вопрос нет.

Известно, что насекомые обладают различной чувствительностью по отношению к экзогенным ФЭ. По мнению некоторых исследователей, наиболее чувствительными являются моно- и олигофаги, которые в природных условиях кормятся на растениях, не содержащих экдистероиды или содержащих их в крайне малых количествах. Изучение действия ФЭ при добавлении их в диету личинок 17 видов бабочек с учетом содержания ФЭ в составе их природных растений-хозяев показало, что гусеницы первой группы, представленной моно- и олигофагами, питающиеся на растениях, не содержащих экдистероиды, отторгали пищу, содержащую очень низкие концентрации 20E. При более высоком содержании 20E наблюдались дефекты развития. Во второй группе – олиго- и полифагов, к которой относились гусеницы чешуекрылых, питающихся растениями из семейств, содержащих большое количество экдистероидсодержащих видов, наблюдалось нарушение в развитии при высоких концентрациях ФЭ и устойчивость к низким концентрациям. В третьей группе – полифагов, круг хозяев которых включает многие виды растений с высоким содержанием ФЭ, гусеницы оказались устойчивы к высоким концентрациям 20E в диете благодаря наличию у них различных механизмов детоксикации экзогенных экдистероидов [10]. Однако дальнейшее развитие исследований в этом направлении привело к эволюции взглядов на данную проблему.

Начатые нами в 1998 г. исследования действия экдистероидов на гусениц капустной совки *Mamestra brassicae* L. и кукурузного мотылька *Ostrinia*



## НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

кандидату биологических наук,  
старшему научному сотруднику  
**Сергею Васильевичу Ильчукову**

кандидату биологических наук,  
старшему научному сотруднику  
**Василию Ивановичу Пономареву**



с награждением Почетными грамотами Российской академии наук и профсоюза работников РАН за многолетний добросовестный труд на благо российской науки, практический вклад в проведение фундаментальных и прикладных научных исследований.

Постановление № 59/4 Президиума РАН  
и Совета профсоюзов работников РАН от 24 июля 2008 г.



*nubilalis* Hb. показали, что оба вида чешуекрылых чрезвычайно чувствительны к экзогенным экдистероидам в диете, на которой они питались [2]. Фитомасса, экстракты из фитомассы растения серпухи венценозной *Serratula coronata* L. – продуцента экдистероидов, а также индивидуальные экдистероиды, выделенные из этого растения, добавленные в диету личинок кукурузного мотылька и капустной совки, оказывали сильное антифидантное действие на гусениц I возраста, вызывая массовую миграцию гусениц с корма и их гибель. Антифидантное действие экдистероидсодержащей диеты на личинок капустной совки старших возрастов (III и IV) было менее выражено: не вызывая массовой гибели гусениц, приводило к нарушениям в их развитии и поведении, выражающимся во вспышках каннибализма, значительном увеличении стадии куколки и образовании нежизнеспособных аномальных куколок. Если для капустной совки, которая является олигофагом, такая реакция объяснима с точки зрения предложенной гипотезы, то для кукурузного мотылька, который является полифагом и зарегистрирован на более чем 200 видах растений-хозяев, рамки этой гипотезы тесны. Полученные нами результаты согласуются с результатами воздействия экдистероидов на сенсорные рецепторы личинок четырех видов чешуекрылых (*Bombyx mori*, *Ostrinia nubilalis*, *Mamestra brassicae*, *Spodoptera littoralis*), согласно которым гусеницы кукурузного мотылька и капустной совки оказались чрезвычайно чувствительными по отношению к E, 20E и понастеронам. Более глубокие исследования по вкусовому обнаружению фитоэкдистероидов при помощи сенсилл личинок трех видов насекомых – *Bombyx mori* (монофаг), *Ostrinia nubilalis* и *Spodoptera littoralis* (полифаги) – привели к неоднозначному результату [15]. Авторы исходили из предположения, что «детеррентные клетки», расположенные в медиальных сенсиллах, у насекомых-полифагов менее чувствительны к экдистероидам, чем у насекомых-монофагов или олигофагов. Это предположение авторы использовали в качестве гипотетической модели для объяснения смены насекомыми растения-хозяина. Однако полученные результаты не соответствовали этой гипотезе. Если высокая чувствительность к 20E, обнаруженная у *Bombyx mori*, который является монофагом, соответствовала прогнозу, то высокая чувствительность

вкусовых сенсилл *Ostrinia nubilalis*, являющегося полифагом, была неожиданной. Главным растением-хозяином кукурузного мотылька является кукуруза *Zea mays*, которая не содержит определяемый уровень экдистероидов. Отсюда встает вопрос о том, а не лишены ли фитоэкдистероидов те 200 растений-хозяев, на которых питается этот полифаг, и до какой степени в дикой природе он избегает растений – продуцентов экдистероидов [15].

Неоднозначные результаты были получены и при изучении влияния экзогенных экдистероидов на гусениц египетской хлопковой совки *Spodoptera littoralis*, которая относится к полифагам и проявляет устойчивость по отношению к высоким концентрациям фитоэкдистероидов, содержащихся в кормовом рационе. В природных условиях она охотно питается листьями растения марь белая *Chenopodium album*, в которых концентрация экдистероидов достигает 175 ppm. Японскими исследователями было показано, что 20E не оказывал детеррентного воздействия на *Spodoptera littoralis* в довольно высоких концентрациях [13, 17]. В более поздних исследованиях английские ученые Блэкфорд и Дайнан [8, 9] показали, что *Spodoptera littoralis* может быть длительное время устойчива к искусственной диете, содержащей 100 ppm 20E, и даже более высокие концентрации 20E и экдизона не оказывали неблагоприятного влияния на ее рост и развитие.

Проведенные нами в 2001-2006 гг. исследования на личинках египетской хлопковой совки дали, однако, другие результаты. Мы изучали влияние на развитие личинок разных возрастов питательных сред, включающих разные части растения серпухи венценозной с различным содержанием экдистероидов, выделенных из нее индивидуальных веществ – 20E, E, 25S-инокостерона (In) в различных концентрациях. Кроме того, мы вели наблюдение за их развитием на свежих листьях имматурного растения *S. coronata*.

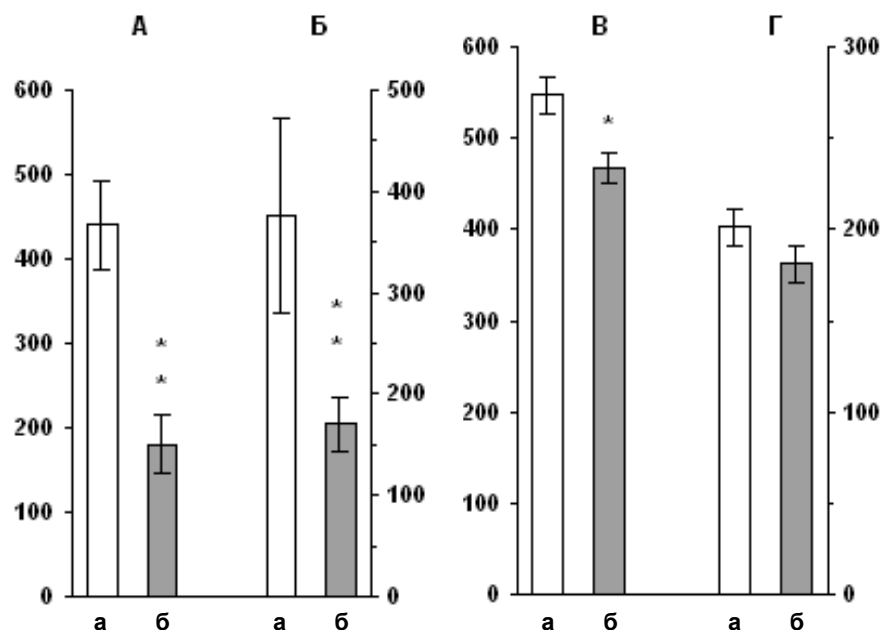
У гусениц IV возраста *Spodoptera littoralis* введение 10 % (мас.) мелкоизмельченных сухих частей генеративного растения *Serratula coronata* с различным содержанием экдистероидов приводило к проявлению сильного гормонального эффекта, выразившегося в нарушении развития, смещении начала времени окукливания, увеличении стадии куколки, а также в снижении плодовитости имаго [3, 6]. Однако четкая корреляция между выра-

женностью эффектов и количественным содержанием ФЭ отсутствует. Одной из возможных причин этого могут быть различия в качественном и количественном составе других вторичных метаболитов, содержащихся в сухих частях растений.

Диета, содержащая 0.01 % (100 ppm) и 0.1 % (1000 ppm) 20E, влияла на развитие гусениц египетской хлопковой совки IV и VI возрастов. При питании гусениц *Spodoptera littoralis* последнего (VI) возраста средой, содержащей 0.1 % 20E, было обнаружено, что экзогенный 20E вызывает снижение массы гусениц, задержку развития гусениц на 3-5 суток, гибель 27 % особей на стадии куколки, значительное снижение плодовитости имаго. Различия средней массы гусениц, завершивших питание, были статистически достоверны (546 и 488 мг в контроле и опыте соответственно). Анализ содержания экдистероидов в гемолимфе завершивших питание гусениц показал, что титр 20E в контроле существенно выше, чем при кормлении экзогенным 20E (440 и 180 нг/мл соответственно). Подобный результат может быть связан со снижением синтеза эндогенного 20E и активацией ферментов его деградации в результате длительного экспериментального повышения уровня гормона за счет экзогенного 20E (см. рисунок).

При питании гусениц *Spodoptera littoralis* последнего возраста экспериментальной средой (ЭПС), содержащей 0.1 % экдизона, не отмечено снижение веса завершивших питание гусениц (542 ± 16 и 537 ± 18 мг на ЭПС и в контроле соответственно). Однако у гусениц, питавшихся ЭПС, происходила задержка начала окукливания на двое суток и отмечалась высокая смертность на личиночной и особенно куколочной стадиях (смертность гусениц и куколок составила 17.5 и 42.5 % на ЭПС, 3 и 14 % в контроле соответственно). При этом в варианте с ЭПС из-за высокой смертности не удалось получить яйцекладки от вышедших бабочек и оценить плодовитость [3].

Изучение распределения экдистероидов в растениях серпухи венценозной, находящейся в генеративном возрастном состоянии, показало, что наибольшее количество экдистероидов накапливается в молодых развивающихся частях растений (молодые листья) в фазах отрастания, бутонизации и начала цветения, а также в генеративных органах (семенах) в фазу плодоношения, т.е. в тех органах,



Развитие *Spodoptera littoralis* в контроле (а) и под влиянием экзогенного 20Е (б): титры эндогенного 20Е в гемолимфе (нг/мл) гусениц последнего возраста, завершивших питание (А); плодовитость самок (яиц/самку) резко снижается при питании гусениц средой, содержащей 0.1 % 20Е (Б); масса (мг) гусениц (В) при завершении питания достоверно снижается на среде с 20Е, при этом различия в массе куколок (Г) недостоверны [3].

которые прежде всего нуждаются в защите от насекомых-фитофагов. Растения первого года жизни уже способны к биосинтезу экдистероидов, однако уровень биосинтеза значительно ниже, чем у взрослых растений, находящихся в генеративном возрастном состоянии. Так, содержание 20Е в розеточных листьях растения серпухи венценосной в иматурном возрастном состоянии составляет 0.15-0.20 %, в то время как в генеративных оно находится в интервале 0.9-1.1 % (надземная масса растений). В средних стеблевых листьях растений в генеративном возрастном состоянии в фазу бутонизации и начала цветения содержание 20Е достигает 2.0 %, т.е. на порядок больше. Таким образом, наиболее уязвимыми для атаки фитофагов должны быть молодые растения первого года жизни, характеризующиеся низким уровнем биосинтеза экдистероидов [7]. Изучение поведения гусениц египетской хлопковой совки на свежих листьях растений серпухи венценосной первого года жизни, находящихся в иматурном возрастном состоянии, представляло большой интерес для проверки этой гипотезы.

Наши наблюдения за развитием гусениц египетской хлопковой совки на свежих листьях серпухи венценосной в иматурном возрастном состоянии показали отсутствие детеррентного эффекта. По всем показателям развития экспериментальная группа мало отличалась от контрольной.

Смертность гусениц в группе питающихся листьями была несколько ниже, чем в контроле (6.7 и 12.0 % соответственно). Незначительно отличались они по максимальной средней массе, числу образовавшихся куколок, средней массе одной куколки. Однако гусеницы, питающиеся на свежих листьях, были более активными и отличались от контрольной группы более темной и яркой окраской. Наиболее существенные различия были обнаружены в плодовитости – число яиц на одну самку в эксперименте на листьях было ощутимо выше, чем в контроле ( $572 \pm 75$  и  $448 \pm 19$  соответственно). Эксперимент показал, что гусеницы египетской хлопковой совки способны питаться свежими листьями иматурного растения серпухи венценосной, пройдя полный цикл развития. Эти данные подтверждают высказанное предположение о наибольшей уязвимости молодых растений первого года жизни, характеризующихся низким уровнем биосинтеза экдистероидов, при атаке фитофагов. По-видимому, содержание экдистероидов в иматурном растении еще недостаточно для реализации ими функций детеррента или антифиданта.

В экспериментах по вкусовому обнаружению фитоэкдистероидов при помощи сенсилл личинок *Spodoptera littoralis* были получены неоднозначные результаты. В более ранних работах английских ученых [8, 9] была показана нечувствительность личинок

*Spodoptera littoralis* к различным экдистероидам как при скармливании диеты с довольно высоким содержанием экдистероидов, так и при воздействии экдистероидов на сенсорные рецепторы. Однако более поздние исследования показали, что при наличии выбора личинки *Spodoptera littoralis* избегают пищи, содержащей ФЭ. Авторы пришли к выводу, что полученные ими данные подтверждают гипотезу о защитной роли ФЭ против насекомых-фитофагов, однако не считают эту ситуацию окончательно доказанной.

Таким образом, несмотря на многолетние и многосторонние исследования вопрос о роли фитоэкдистероидов в растительном мире остается открытым.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 20-гидроксиэкдизон взаимодействует с ювенильным гормоном и дофамином в контроле плодовитости *Drosophila virilis* / И.Ю. Раушенбах, Н.Е. Грунтенко, ..., В.В. Володин // ДАН, 2005. Т. 400, № 6. С. 847-849.
- Действие экдистероидов *Serratula coronata* L. на поведение и развитие личинок некоторых видов насекомых-фитофагов / К.Г. Уфимцев, Т.И. Ширшова, ..., В.В. Володин // Растит. ресурсы, 2001. Т. 37, вып. 3. С. 23-33.
- Действие экзогенных экдистероидов на рост и развитие египетской хлопковой совки *Spodoptera littoralis* Boisid. (Lepidoptera: Noctuidae) / К.Г. Уфимцев, Т.И. Ширшова, В.В. Володин, С.О. Володина и др. // ДАН, 2006. Т. 411, № 6. С. 1-4.
- Дайнен Л. Стратегия оценки роли фитоэкдистероидов как детеррентов по отношению к беспозвоночным-фитофагам // Физиология растений, 1998. Т. 45, № 3. С. 347-359.
- Раушенбах И.Ю. Нейроэндокринная регуляция развития насекомых в условиях стресса. Новосибирск, 1990.
- Уфимцев К.Г., Ширшова Т.И., Володин В.В. Влияние диеты, содержащей различные части растения *Serratula coronata* L. – продуцента экдистероидов, на развитие гусениц египетской хлопковой совки *Spodoptera littoralis* Boisid. (Lepidoptera: Noctuidae) // Сиб. экол. журн., 2006. № 5. С. 669-676.
- Чадин И.Ф., Колегова Н.А., Володин В.В. Распределение 20-гидроксиэкдизона в генеративных растениях *Serratula coronata* L. // Сиб. экол. журн., 2003. № 1. С. 49-53.
- Blackford M., Clarcke B., Dinan L. Tolerance of Egyptian cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) to ingested phytoecdysteroids // J. Insect Physiol., 1996. Vol. 42. P. 931-936.

9. Blackford M., Clarke B., Dinan L. Distribution and metabolism of exogenous phytoecdysteroids in the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) // Arch. Insect Biochem. Physiol., 1997. Vol. 34. P. 329-346.

10. Blackford M.I.P., Dinan L. The effects of ingested 20-hydroxyecdysone on the larvae of *Aglais urticae*, *Inachis io*, *Cynthia cardui* (Lepidoptera: Aretidae) and *Tyria jacobaea* // J. Insect Physiol., 1997. Vol. 43. P. 315-327.

11. Briers T., Van Beek E., De Loof A. Ecdysteroid activity during metamorphosis and in male and female adults of four blowfly species // Comp. Biochem. Physiol., 1983. Vol. 74A. P. 521-524.

12. Ecdysteroids regulate yolk protein uptake by *Drosophila melanogaster*

oocytes / D.S. Richard, N.L. Watkins, R.B. Serafin et al. // J. Insect Physiol., 1998. Vol. 44. P. 637-644.

13. Kubo I., Klocke J.A., Asano S. Effects of ingested phytoecdysteroids on the growth and development of two Lepidopterous larvae // J. Insect Physiol., 1983. Vol. 29. P. 307-316.

14. Lafont R. Understanding insect endocrine systems: molecular approaches. // Entomol. Exp. Appl., 2000. Vol. 97. P. 123-136.

15. Marion-Poll F., Descoins C. Taste detection of phytoecdysteroids in larvae of *Bombyx mori*, *Spodoptera littoralis* and *Ostrinia nubilalis*. // J. Insect Physiol., 2002. Vol. 48. P. 467-476.

16. Soller M., Bownes M., Kubli E. Control of oocyte maturation in sexually

mature *Drosophila* females // Develop. Biol., 1999. Vol. 208. P. 337-351.

17. Tanaka Y., Naya S.-I. Dietary effect of ecdysone and 20-hydroxyecdysone on larval development of two Lepidopteran species // Appl. Entomol. Zool., 1995. Vol. 30. P. 285-294.

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

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

### ЛУК *ALLIUM SCHOENOPRASUM* L. (ALLIACEAE J. AGARDH) В КУЛЬТУРЕ И ПРИРОДЕ



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

Научные интересы: химия биологически активных природных соединений, биологическая активность органических соединений



**И. Бешлей**  
м.н.с. этой же лаборатории  
E-mail: [beshley@ib.komisc.ru](mailto:beshley@ib.komisc.ru)

Научные интересы: биорганическая химия, биологически активные вещества растений



к.б.н. **И. Чадин**  
зам. директора  
по научным вопросам  
E-mail: [chadin@ib.komisc.ru](mailto:chadin@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 24 57 72

Научные интересы: вторичные метаболиты растений, биохимическая экология



к.б.н. **В. Канев**  
н.с. отдела флоры  
и растительности Севера  
E-mail: [kanev@ib.komisc.ru](mailto:kanev@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 42 50 12

Научные интересы: ботаника, сравнительная флористика



к.х.н. **И. Груздев**  
с.н.с. экоаналитической  
лаборатории  
E-mail: [gruzdev@ib.komisc.ru](mailto:gruzdev@ib.komisc.ru)  
тел.: (8212) 24 50 12

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

В коллекции ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН насчитывается более 130 видов, разновидностей и форм лука, интродуцированных семенами и луковичками из различных научных центров России и зарубежных стран. Изучение онтогенеза и морфобиологических особенностей этого полезного растения в ботаническом саду Института биологии проводится уже много лет [3]. Из 300 видов лука, произрастающих на территории бывшего СССР [11], лишь три – *Allium angulosum* L., *A. schoenoprasum* L., *A. strictum* Schrad. – встречаются на территории Республики Коми.

*Allium angulosum* L. – лук угловатый, редкий вид, включенный в Красную книгу Республики Коми [7]. В дикой флоре республики он произрастает на заливных осоковых лугах, поэтому имеет второе название – лук луговой.

*Allium strictum* Schrad. – лук торчащий (лук прямой), во флоре республики встречается в предгорьях и горах Урала, на обнажениях известняков у рек Кожим, Щугор и Илыч [10].

*Allium schoenoprasum* L. (лук скорода, резанец, шнитт) – евросибирский бореальный вид, имеет го-

раздо более широкий ареал распространения и встречается на всей территории европейского северо-востока России. Произрастает он группами на галечниковых бечевниках, каменистых отмелях рек среди несомкнутой растительности и на пойменных задернованных кочкарно-осоковых лугах, среди прибрежных ивняков с лабазником (*Filipendula ulmaria*) и вероникой длиннолистной (*Veronica longifolia*), на разнотравно-хвощовых лугах с лютиком ползучим (*Ranunculus repens*), иногда образует заросли (п-ов Канин Нос, реки Печора, Вычегда, верховья р. Уса) [10]. В Республике Коми он растет в Большеземельской тундре, на Полярном, Приполярном и Северном Урале. На юге доходит до р. Вычегда.

Объектом наших исследований являются природные образцы и интродуценты этого вида лука, содержащего богатый набор биологически активных веществ (БАВ) широкого спектра действия: витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С, Е, каротиноиды, инулин, липиды, высшие жирные кислоты, стероидные гликозиды и другие полезные вещества [4, 12]. Несмотря на то, что шнитт-лук уже давно используют в пище, выращивают на дачных и приусадебных участках, его химический состав, особенно содержание БАВ, исследован мало, а сведения о жирнокислотном составе и содержании стероидных гликозидов в литературе появились сравнительно недавно [2, 12].

Нами был изучен химический состав, содержание нейтральных липидов (НЛ), высших жирных кислот (ВЖК) и стероидных гликозидов (СГ) в образцах лука *Allium schoenoprasum* L., собранных в фазе бутонизации и цветения в 110 км северо-западнее г. Сыктывкар (село Гам) и на Северном Урале, координаты определены с помощью системы GPS. Для сравнения был взят лук-интродуцент, выращенный в ботаническом саду Института биологии (БС) из семян, поступивших из Главного ботанического сада (Москва, 1985 г.). Образец 1 (высота цветоноса 35-50 см), собранный в конце мая (26.05.2006 г.) до фазы бутонизации в БС, представляет собой молодой, только что отросший лук с нежными листьями. Образец 2 (высота цветоноса 50-65 см) собран в БС в фазу бутонизации и цветения (16.06.2006 г.). Образцы 3 и 4 (высота цветоноса соответственно 36-50 и 45-52 см) собраны в окрестностях с. Гам вдоль дороги (62°06' с.ш., 49°39' в.д.; 22.06.2006 г.) и на пойменном лугу (62°06' с.ш., 49°42' в.д.; 25.06.2006 г.). Образцы 5 и 6 (высота цветоноса соответственно 42-56 и 47-62 см) привезены с Северного Урала (бассейн р. Щугор и исток р. Паток): образец 5 собран (64°41' с.ш., 59°41' в.д.; 08.07.2006 г.) на правом берегу р. Паток, в долине стекающего с гор ручья (586 м над уровнем моря), образец 6 (64°41' с.ш., 59°41' в.д.; 10.07.2006 г.) – на юго-западном склоне правого берега р. Паток (615 м над уровнем моря).

Растения были разделены на части – корни и/или корневища, луковичи, покровные чешуи, листья, бутоны, соцветия, измельчены и высушены при комнатной температуре и постоянном вентилировании. Экстракцией гексаном были выделены НЛ, определен их количественный выход и качественный состав. Качественный состав полученных НЛ определяли при помощи метода тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинках «Silufol» (Чехия) в системе растворителей гексан–диэтиловый эфир–ледяная уксусная кислота 73:25:5 v/v/v. Обнаружение компонентов НЛ осуществляли обработкой высушенных пластинок 10 %-ным раствором фосфорно-молибденовой кислоты в этаноле с последующим выдерживанием в сушильном шкафу при t = 100 °С до появления темно-синих пятен. В качестве стандартов для идентификации НЛ использовали Lipid Standart (Sigma). Жирнокислотный состав установлен методом газо-жидкостной хроматографии метиловых эфиров высших жирных кислот (МЭЖК), полученных по методу Синяка [1], на газовом хроматографе «Кристалл 2000М» (Россия) с

пламенно-ионизационным детектором. МЭЖК разделяли в изотермическом режиме при температуре термостата колонок 200 °С на кварцевой капиллярной колонке 30 м × 0.2 мм (TR-WAX, Thermo). Газ-носитель – гелий, чистота 99.99 %. Скорость потока газа-носителя через колонку 0.6 мл/мин., деление потока – 1:50. Расход вспомогательных газов: водород – 20 мл/мин., воздух – 200 мл/мин. Температура испарителя и детектора 250 °С. Регистрацию и обработку хроматограмм осуществляли с помощью системы сбора и обработки хроматографических данных «Хроматэк» (Кристалл, Россия). Идентификацию МЭЖК проводили методом хромато-масс-спектрометрии на приборе TRACE-DSQ (Thermo). Количественный анализ проводили по методу внутреннего стандарта (2,4,5-трихлорфенол).

Для выделения СГ обезжиренное сырье подвергли трехкратной экстракции 70 %-ным водным раствором этанола. Экстракты объединяли, упаривали в вакууме на роторном испарителе до полного удаления спирта. Выпавший из водного остатка при стоянии на холоде в течение суток осадок, представляющий собой сумму СГ (ССГ) в основном спиро-аноловой группы (СпГ), отделяли центрифугированием при 12000 об./мин. в течение 5 мин. Надосадочную жидкость сливали, осадки высушивали и определяли их массу. Из водных маточников экстракцией бутанолом были выделены СГ фурустаноловой природы (ФГ).

Качественный состав ССГ определяли методом ТСХ на пластинках «Sorbfil» (Россия, тип сорбента – силикагель) в системах растворителей хлороформ–метанол–вода: I. 65:35:8; II. 66:27:4; III. 65:12:1.5 (v/v/v). Обнаружение СГ осуществляли обработкой высушенных пластинок ванилин-фосфорной кислотой (ВФК: 1 г ванилина в 100 мл 50 %-ной фосфорной кислоты) и реактивом Санье (1 %-ный раствор ванилина в концентрированной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), позволяющим обнаружить как спиро-, так и фурустаноловые гликозиды, а также специфическим для фурустаноловых гликозидов реактивом Эрлиха (1 %-ный раствор n-диметиламинобензальдегида в 50 %-ном этаноле, содержащем 5 % соляной кислоты). В качестве стандартов для идентификации СГ методом ТСХ использовали диосгенин (Diosgenin (25R)-5-spirosten-3β-ol, чистота 95 %, Sigma) стероидные гликозиды фурустанолового ряда дельтозид и протодиосцин, любезно предоставленные д.х.н. В.А. Пасешниченко (Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН, Москва). Количественный химический анализ (С, N, S, H, Cu, Pb, Cd, Zn, Ni, Co, Mn, Fe) выполнен экоаналитической лабораторией ИБ Коми НЦ УрО РАН.

Химический состав шнитт-лука представлен широким спектром ценных минеральных веществ, вполне покрывающих суточную потребность в них человека. Согласно литературным данным [6], преобладающим элементом является калий, содержание которого в надземной зеленой массе лука достигает 2.39 % на воздушно-сухую массу. Авторами выявлено благоприятное соотношение содержания в листьях калия и натрия, что на фоне наличия СГ обеспечивает высокий плазмолитический эффект лука. Шнитт-лук содержит 1.10 % кальция

Таблица 1

Содержание минеральных веществ в луке *Allium schoenoprasum* L. (мг/кг на воздушно-сухую массу)

Часть растения	Cu	Zn	Ni	Mn	Fe
Образец 1					
Лист	6.4 ± 1.3	38.0 ± 8.0	2.3 ± 0.8	26.0 ± 8.0	70.0 ± 20.0
Образец 2					
Лист	1.9 ± 0.4	12.5 ± 2.5	2.0 ± 0.7	5.6 ± 1.7	81.0 ± 23.0
Луковица	2.3 ± 0.5	23.0 ± 5.0	3.8 ± 1.3	7.5 ± 2.2	170.0 ± 50.0
Образец 3					
Фитомасса	2.2 ± 0.4	9.3 ± 1.9	0.62 ± 0.2	14.0 ± 4.0	45.0 ± 13.0
Образец 4					
Лист	2.3 ± 0.5	13.6 ± 2.7	7.7 ± 2.7	220.0 ± 70.0	73.0 ± 20.0
Луковица	1.7 ± 0.3	10.7 ± 2.1	11.0 ± 4.0	То же	43.0 ± 12.0
Фитомасса	2.7 ± 0.5	13.6 ± 2.7	11.0 ± 4.0	250.0 ± 80.0	87.0 ± 24.0
Образец 5					
Лист	3.0 ± 0.6	15.0 ± 3.0	1.7 ± 0.6	14.0 ± 4.0	56.0 ± 16.0
Луковица	3.6 ± 0.7	27.0 ± 5.0	4.2 ± 1.5	7.8 ± 2.3	33.0 ± 9.0

(Ca), 0.51 % магния (Mg), и 0.55 % фосфора (P), что уравнивает его с такими ценными зелеными растениями, как петрушка, салат, шпинат и щавель. Во многих видах лука обнаружено высокое содержание железа (Fe), что делает его чрезвычайно полезным при пониженном содержании гемоглобина в крови человека, при профилактике анемии. Наиболее богаты Fe *Allium angulosum* (275 мг/кг), *A. rubens* (168.81 мг/кг), *A. galanthum* (131.45 мг/кг) и др. По этому показателю луки незначительно уступают шпинату – наиболее богатому железом зеленому растению (300 мг/кг). В исследуемых нами образцах содержание Fe колеблется от 170 мг/кг (луковицы, образец 2) до 33 мг/кг в луковицах образца 5 с Северного Урала (табл. 1). Содержание Fe в листьях всех образцов отличается незначительно – от 70 до 81 мг/кг. Микроэлементы, содержащиеся в зеленой надземной массе исследуемых образцов (табл. 1), по убыванию их количественного содержания можно расположить в следующем ряду: Fe > Zn > Mn (за исключением образца 4) > Cu. В молодых листьях лука-интродуцента (образец 1) содержание Zn, Mn, и Cu значительно превышает их содержание в листьях лука более позднего сбора (образец 2). Самые большие отличия обнаружены для образца 4, во всех частях которого содержание Mn достигает 220-250 мг/кг, многократно выше, чем во всех остальных образцах, что, несомненно, требует дополнительных исследований. Ни в одном из описанных в литературе видов лука такого высокого содержания Mn не было обнаружено. Обычно оно изменяется от 11 до 42 мг/кг [6].

Данные о количественном содержании НЛ в разных частях растения всех изучаемых нами образцов (табл. 2) показывают, что в луке-интродуценте раннего сбора (образец 1) наиболее высокое содержание НЛ обнаружено в луковицах и листьях. В луке-интродуценте более позднего сбора (образец 2) максимальное содержание НЛ было получено из покровных чешуй и корней. Самое низкое содержание НЛ было обнаружено в образце 4. Качественный состав НЛ, установленный методом ТСХ, для всех частей лука всех образцов одинаков и представлен пятью основными группами соединений: стерины, свободные жирные кислоты, эфиры стерин и жирных кислот, триацилглицериды. В незначительных количествах содержатся моно- и диацилглицериды.

Жирнокислотный состав НЛ изучаемых нами образцов *A. schoenoprasum* представлен молекулами кислот с длинными цепями (C<sub>16</sub>-C<sub>20</sub>) с четным числом углеродных атомов, что соответствует данным литературы [4]. Основными по содержанию являются ненасыщенные ВЖК: олеиновая (C 18:1), линолевая (C 18:2) и линоленовая (C 18:3). Самой значительной по содержанию насыщенной кислотой является пальмитиновая (C 16:0). Стеариновая (C 18:0) и арахиновая (C 20:0) содержатся

в небольших количествах (табл. 3). Почти во всех образцах преобладает линолевая кислота. Ее содержание в корнях во всех образцах достигает 52-64 %. В соцветиях лука-интродуцента (образец 2) ее содержание достигает 68, а в семенах – 73.4 %. Несколько ниже содержание линолевой кислоты в луковицах (от 32 до 49 %) и листьях (от 22.8 до 46.0 %). В листьях всех образцов наряду с высоким содержанием линолевой содержится 33-39 % линоленовой кислоты. Олеиновая кислота в больших количествах встречается в соцветиях и покровных чешуях. Содержание пальмитиновой кислоты в разных образцах значительно различается. В луковицах лука-интродуцента (образец 2) оно составляет 36.40 %, в образцах 5 и 6 – соответственно 40.40 и 45.58 %, а в образце 4 – 56.04 %. Значительные различия в содержании пальмитиновой кислоты наблюдаются в соцветиях: у лука-интродуцента (образец 2) оно составляет 8.19 %, а в соцветиях образцов 3, 4 и 5 превышает 20 % (табл. 3). Сравнивая полученные нами результаты для лука *A. schoenoprasum* L. с данными литературы для других видов, можно сделать вывод, что в нейтральных липидах всех видов лука и чеснока главными кислотами являются пальмитиновая, олеиновая, линолевая и линоленовая. Различия в количественном соотношении этих кислот, как и химический

Таблица 2

Доля нейтральных липидов в воздушно-сухой массе лука *Allium schoenoprasum* L., %

Часть растения	Образец				
	1	2	4	5	6
Корень	0.66	1.85	0.35	1.0	0.89
Луковица	1.23	0.66	0.24	0.53	0.63
Покровная чешуйка	0.56	5.24	0.64	0.99	0.55
Лист*	1.94	1.32	0.77	1.58	1.85
Соцветие	–	–	1.56	2.02	–

\* Сумма экстрактивных веществ включает пигментные вещества (хлорофиллы). Здесь и далее: прочерк – не определяли.

состав, могут зависеть от многих факторов – видовых и сортовых отличий, экологических условий места происхождения и культивирования, агротехнических приемов выращивания.

Обнаруженные сравнительно недавно в растениях рода *Allium* стероидные гликозиды обладают разнообразными биологическими свойствами: гипохолестеринемическим, антиоксидантным, противовоспалительным, противоопухолевым действием, проявляют фунгицидные и антимикробные свойства, способствуют устойчивости растений к фитопатогенным микроорганизмам, обладают аллелопатическими свойствами, играя определенную роль во взаимоотношениях между растениями. Известны СГ с сильным антифидантным действием на насекомых-фитофагов. Использование лука в качестве источника сырья для получения стероидных препаратов представляет значительный интерес вследствие ряда причин: луки давно введены в культуру, их можно возделывать в различных агроклиматических зонах, при вегетативном размножении луков сорт-популя-

ция сохраняет свои характеристики без изменения на неопределенно долгое время [5, 9]. В мировой фармацевтической промышленности стероидные лекарственные препараты (кортикостероиды, половые гормоны, контрацептивы) получают в основном из стероидов растительного происхождения. Производство гормональных стероидов базируется на природных растительных соединениях, входящих в группы спиростана (диосгенин, тигогенин), стероидных алкалоидов и стеринов. Чаще всего сырьем для синтеза стероидных препаратов является диосгенин, который в наиболее значительных количествах содержится в корнях и листьях растения рода *Dioscorea* [8]. Из растений рода *Allium* наиболее перспективным является лук поникающий *A. nutans* L., содержание диосгенина в котором достигает 2.3 %, а также лук темно-фиолетовый *A. fuscoviolaceum* Fomin, содержащий 2.1 % этого генина. Диосгенин является самым распространенным в растительном мире генином. Он был найден в 18 видах лука. К настоящему времени из растений указанного рода

выделено более 40 гликозидов фураностаноловой и спиростаноловой природы, в состав углеводных цепей которых входят D-глюкоза, D-ксилоза, D-галактоза, L-рамноза и L-арабиноза.

Суммы экстрактивных веществ (табл. 4) представляют собой смесь гликозидов с некоторыми сопутствующими им веществами. Так как экстракция велась водным этанолом, то весьма вероятно присутствие в экстрактах сахаров. Самые большие различия в количественном содержании СГ были обнаружены в образцах лука-интродукента раннего сбора (образец 1) и более позднего сбора (образец 2). Во всех частях растения более раннего сбора содержание СГ было значительно выше. Количественное содержание как спиростаноловых, так и фураностаноловых гликозидов во всех образцах различается в той или иной степени, однако самое высокое содержание обнаружено в соцветиях, что соответствует данным литературы и результатам, полученным нами ранее [12]. Качественный состав ССГ установлен методом ТСХ с использованием специфических для спиростаноловых и фураностаноловых гликозидов реактивов. Использование реактива Санье и ФВК позволило обнаружить во всех случаях два мажорных гликозида спиростаноловой природы и от двух до четырех минор-

Таблица 3  
Содержание высших жирных кислот (доля их общей массы, %) в нейтральных липидах лука *Allium schoenoprasum* L.

Часть растения	Высшая жирная кислота					
	пальмитиновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	линоленовая	арахиновая
Образец 1						
Корень	24.42	1.62	3.74	64.06	4.80	1.35
Луковица	32.77	1.47	2.59	56.20	6.27	0.71
Покровная чешуйка	21.70	2.75	27.23	40.28	7.31	0.72
Лист	30.27	2.87	1.72	28.80	34.56	1.78
Образец 2						
Корень	26.68	2.71	5.87	56.27	6.94	1.53
Луковица	36.40	2.75	2.96	48.50	8.44	0.95
Покровная чешуйка	30.69	6.22	12.82	31.06	16.69	2.52
Лист	24.46	3.32	1.82	22.80	38.67	0.16
Соцветие	8.19	2.52	13.64	68.00	6.86	0.79
Семя	4.85	1.40	14.13	73.40	5.72	0.50
Образец 3						
Фитомасса	32.09	5.34	2.98	33.05	24.14	2.40
Соцветие	22.01	3.38	5.42	55.14	10.43	3.61
Образец 4						
Корень	31.06	3.32	8.91	52.55	2.92	1.24
Луковица	56.04	3.58	5.77	32.25	0.99	1.37
Покровная чешуйка	39.23	8.25	19.20	28.80	1.79	2.72
Лист	25.85	3.24	2.76	32.32	34.38	1.45
Соцветие	21.94	2.85	16.58	45.51	8.47	4.65
Фитомасса	28.25	5.59	3.89	27.95	31.04	3.27
Образец 5						
Корень	24.68	2.55	4.43	52.77	14.91	1.20
Луковица	40.40	2.02	2.91	49.32	4.37	0.98
Покровная чешуйка	32.70	4.34	7.49	43.96	6.05	1.23
Лист	24.58	2.84	2.06	46.02	37.39	1.42
Соцветие	24.58	3.96	7.04	31.72	14.15	4.24
Образец 6						
Корень	29.88	2.50	5.96	52.15	7.98	1.54
Луковица	45.58	2.44	3.60	43.80	3.62	0.97
Покровная чешуйка	26.44	4.80	21.70	39.16	6.60	1.29
Лист	28.10	2.30	2.15	32.52	33.75	1.21

Таблица 4

Доля суммы экстрактивных веществ, содержащих спиростаноловые (верхняя строка) и фураностаноловые (нижняя строка) гликозиды, в воздушно-сухой массе лука *Allium schoenoprasum* L., %

Часть растения	Образец				
	1	2	4	5	6
Корень	3.07	0.88	1.07	1.60	6.63
	2.07	2.63	1.68	2.15	2.42
Луковица	1.79	0.31	4.07	0.80	1.56
	0.89	1.06	1.65	1.50	2.58
Покровная чешуйка	0.55	0.49	0.95	0.60	0.56
	0.96	0.60	0.48	0.74	0.74
Лист	2.00	0.37	1.29	2.66	2.40
	2.06	1.33	2.52	3.18	3.24
Соцветие	–	2.24	2.32	1.95	–
	–	3.32	5.83	6.23	–
Семя	–	0.87	–	–	–
	–	0.82	–	–	–

ных СГ. При помощи реактива Эрлиха обнаружены два основных гликозида фураностаноловой природы.

Нами показано, что условия произрастания лука *Allium schoenoprasum ex situ* или *in situ* незначительно влияют на количественное содержание и качественный состав первичных метаболитов (нейтральных липидов), но отражаются на количественном соотношении ВЖК. Содержание вторичных метаболитов (стероидных гликозидов) в природных образцах почти в два раза выше, чем в луке-интродуценте. Изученный нами вид является ценной овощной культурой и может быть рекомендован как исходное сырье для производства биологически активных и пищевых добавок.

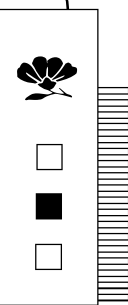
Авторы выражают благодарность сотрудникам экоаналитической лаборатории А.М. Естафьевой, Н.В. Бадулиной за выполнение большого объема работы по количественному анализу образцов лука. В выполнении работы принимали участие Н.В. Матистов и О.В. Петухова, студенты IV курса химико-биологического факультета Сыктывкарского государственного университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 542932, СССР, G 01 N 1/28 Способ приготовления проб липидов / К.М. Синяк, И.И. Даниленко, З.П. Васюренко и др.; Киевский НИИ эпидемиологии, микробиологии и паразитологии; № 2138675; заявл. 26.05.75; опубл. 15.01.1977. Бюл. № 2.
2. Бешлей И., Волкова Г., Ширшова Т. Биологическая ценность лука *Allium schoenoprasum* L. // Вестн. ИБ, 2006. № 7 (105). С. 14-18.
3. Волкова Г.А. Сибирские виды рода *Allium* L. (лук) в интродукции на европейском северо-востоке // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: Матер. I междунар. конф. Кемерово, 2006. С. 38-41.
4. Дейнеко Г.И. Липиды, жирные кислоты и углеводы видов *Allium* L. // Раст. ресурсы, 1985. Т. 21, вып. 2. С. 221-229.
5. Казакова А.А. Культурная флора СССР. Л., 1978. Т. 10. 264 с.
6. Корневищные луки Северной Азии: биология, экология, интродукция // В.А. Черемушкина, Ю.М. Днепровский, В.П. Гранкина и др. Новосибирск: Наука, 1992. 158 с.
7. Красная книга Республики Коми (редкие и находящиеся под угрозой виды растений и животных) / Под ред. А.И. Таскаева. Москва-Сыктывкар, 1998. 528 с.
8. Пасениченко В.А., Васильева И.С. Стероидные гликозиды растений и культуры клеток диоскореи // Прикладная биохим. микробиол., 1995. Т. 31, № 1. С. 73-79.
9. Содержание диосгенина в разных органах *A. nutans* L. при интродукции в Московскую область. // О.А. Черкасов, А.Ф. Азаркова, В.А. Стихин и др. // Раст. ресурсы, 1985. Т. 21, № 4. С. 455-458.
10. Флора северо-востока европейской части СССР / Под ред. А.И. Толмачева. Л.: Наука, 1976. Т. 2. 316 с.
11. Фризен Н.В. Луковые Сибири. Новосибирск: Наука, 1988. 118 с.
12. Ширшова Т.И., Волкова Г.А. Биологически активные вещества некоторых видов рода *Allium* L. // Раст. ресурсы, 2006. Т. 42, вып. 3. С. 59-66. ❖

ЮБИЛЕЙ

2008 г. для **Татьяны Александровны Мухиной** вдвойне юбилейный: в марте она отметила свое 55-летие, а в августе исполняется 30 лет ее трудовой деятельности. Поступив на работу в Институт биологии в 1978 г., она быстро освоилась в коллективе ботанического сада. С ее участием – технической помощью по подготовке рукописей – вышли многие труды Ботанического сада: монографии, сборники, статьи. За время работы в отделе она расширила свои познания в области растениеводства и интродукции растений, владеет латинской терминологией, что облегчает подготовку рукописей по делектусам, каталогам и т.д. Татьяна Александровна активно участвует также в полевых работах по уходу за декоративными растениями, обработке полученных материалов, обмолоте и очистке семян местной репродукции. К ней обращаются за советом и помощью многие сотрудники из других подразделений Института биологии, со всеми она сотрудничает безотказно.



Дорогая Татьяна Александровна!

Мы, сотрудники ботанического сада, горячо от всей души поздравляем Вас с 55-летием со дня рождения и 30-летием трудовой деятельности в Институте биологии!

Сотрудники отдела Ботанический сад

СОДЕРЖАНИЕ ЭКДИСТЕРОИДОВ В ГЕМОЛИМФЕ КАМЧАТСКОГО КРАБА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Значительные запасы камчатского краба на Дальнем Востоке и у берегов Аляски во второй половине прошлого столетия позволяли обеспечивать высокий уровень добычи ценного промыслового ракообразного [9]. В результате этого научные исследования камчатского краба на протяжении ряда лет сводились к решению сугубо практических промысловых задач: определению его численности, прогнозу общего допустимого улова (ОДУ), изучению особенностей сезонного распределения, размеров, пола, а также исследованию морфологических и других, внешне проявляющихся биологических характеристик: межлиночных стадий, зрелости самок, состояния конечностей. Абсолютный подрыв запасов в Беринговом море (Аляска), а в настоящее время и на российском Дальнем Востоке [8], направил исследования камчатского краба в названных районах на его воспроизводство и аквакультуру [1, 12]. Нетрудно прогнозировать, что с дальнейшим развитием промысла камчатского краба в Баренцевом море возможен подрыв его запасов и в новом месте обитания. В связи с этим актуальны фундаментальные исследования, направленные на изучение физиологических и экологических особенностей камчатского краба. Именно поэтому исследования ученых ряда научных организаций тихоокеанского региона (Россия, США, Япония) и северо-восточной Атлантики (Россия, Норвегия) в настоящее время направлены на более глубокое исследование различных аспектов биологии краба, и в частности, родовых процессов – линьки.

Как известно, стимуляция линьочного процесса у ракообразных проходит за счет вырабатываемых Y-органом соединительной экдизона (Е) и 25-дезоксиэкдизона, которые затем гидроксилируются в некоторых тканях до 20-гидроксиэкдизона (20Е) и 25-дезокси-20-гидроксиэкдизона (понастерона А) и обнаруживаются в гемолимфе [10, 13]. Линька контролируется X-органом, который находится в глазных стебельках ракообразных и секретирует нейропептид – гормон, ингибирующий линьку. Он ингибирует продукцию экдизона [10]. Линька может быть индуцирована как удалением X-органа [6, 7], так и аутономией большого числа конечностей, которая ведет к повышению концентрации экдистероидов и влечет за собой линьку животного, обеспечивающую частичное восстановление утраченных конечностей [11].

В процессе работы решались следующие задачи: отработка метода



д.б.н. **В. Зензеров**  
в.н.с. отдела макрофитов и бентоса  
Мурманского морского биологического  
института, Кольский НЦ РАН  
E-mail: [science@mmbi.info](mailto:science@mmbi.info)  
Научные интересы: *морфология, физиология, эндокринология гидробионтов Арктических морей*



к.б.н. **А. Дворецкий**  
н.с. этого же отдела  
E-mail: [vdvoretzkiy@mmbi.info](mailto:vdvoretzkiy@mmbi.info)  
Научные интересы:  
*биология камчатского краба*



к.б.н. **С. Володина**  
с.н.с. лаборатории биохимии  
и биотехнологии Института биологии  
Коми НЦ УрО РАН  
E-mail: [volodina@ib.komisc.ru](mailto:volodina@ib.komisc.ru)  
Научные интересы: *получение экдистероидов из растений и клеточных культур*



д.б.н. **В. Володин**  
зав. этой же лабораторией  
E-mail: [volodin@ib.komisc.ru](mailto:volodin@ib.komisc.ru)  
Научные интересы: *вторичные метаболиты растений, биохимическая экология, биотехнология*

фиксации гемолимфы краба; метода хранения и транспорта проб; методики определения экдистероидов в гемолимфе камчатского краба с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии; определение титров экдистероидов краба зависимости от его размера.

Отбор гемолимфы проводили по общепринятой методике [3]. Гемолимфу фиксировали 95 %-ным этиловым спиртом. Отбор гемолимфы сопровождали полным полевым биологическим анализом крабов, включающим определение ширины карапакса (ШК), длины карапакса, массы животного, стадии межлиночного состояния экзоскелета, зрелости икры самки и наличия поврежденных конечностей [4].

Камчатские крабы, у которых отбирали гемолимфу, были отловлены в двух губах Баренцева моря. В Сайда-губе в начале июня 2005 г. произвели отбор гемолимфы у 37 крабов, отловленных при помощи донных ставных ловушек. Величина ШК крабов варьировала в интервале от 55.6 до 105.3 мм, масса – от 116 до 649 г. Проанализированные крабы были представлены 11 самцами и 26 самками второй линьочной категории. В губе Дальнезеленецкой в августе этого же года отобрана гемолимфа у 25 камчатских крабов, среди которых было три неполовозрелых краба с ШК 43.6-75.3 мм и 22 взрослые самки, величина ШК которых варьировала в интервале 136-178 мм, масса – 1400-3200 г. Крабы были отловлены водолазным способом.

Лабораторный анализ гемолимфы проводили в лаборатории биохимии и биотехнологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Для определения титров гормонов линьки (20Е и Е) камчатского краба образец гемолимфы (точная навеска) экстрагировали 70 %-ным этанолом в течение суток. Затем пробу центрифугировали (1200 об./мин.) в течение 30 мин. 3 мл супернатанта пропускали через концентрирующий патрон ДИАПАК С-16 (ЗАО «Биохиммак», Москва). Очищенную пробу анализировали на хроматографической системе Varian, Pro Star (USA). Элюент: ацетонитрил/вода 20 : 100; скорость подачи элюента 1 мл/мин.; λ = 242 нм; колонка: 150×4 мм; Diasorb 130 С16 Т; 7 мкм (ЗАО «Биохиммак», Москва).

В результате проведенных анализов в гемолимфе камчатского краба были обнаружены два экдистероида: 20Е и Е, причем концентрация 20Е была на порядок выше, чем концентрация Е. Анализ зависимости титров гормонов линьки от размера краба обеих выборок (июньской



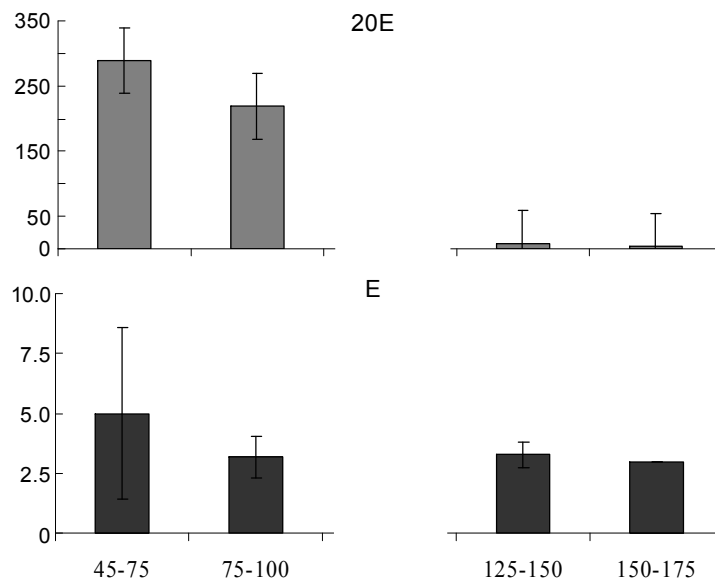
и августовской) выявил определенную связь между ШК и концентрацией гормонов в гемолимфе камчатских крабов. Установлено, что с увеличением ШК крабов происходит уменьшение количества 20Е в гемолимфе: от 0.0289 мг/мл у крабов размерной группы 45-75 мм по ШК до 0.00037 мг/мл у крабов с ШК 150-175 мм. Уровень Е в гемолимфе крабов (см. рисунок) был очень низким, однако, так же как и в случае с 20Е, максимальный уровень Е (0.0005 мг/мл) был у крабов наименьших размеров (ШК 45-75 мм).

Полученные результаты определения количества экдистероида 20Е объясняются тем, что крабы с меньшей шириной карапакса линяют гораздо чаще по сравнению с половозрелыми крабами [2], соответственно уровень гормона линьки 20Е у них выше. Подобную связь наблюдали и у других ракообразных, а именно настоящих крабов – крабов-стригунов опилио *Chionoecetes opilio* [5].

Полученные данные не позволяют сделать однозначные выводы о различиях в содержании экдизонов в гемолимфе крабов в зависимости от района, пола, стадии линьки краба в связи с тем, что в ряде случаев точные значения по содержанию гормонов линьки находились на пределе чувствительности измерительного оборудования. В перспективе работа нацелена на разработку биорегуляторов для синхронизации линьки и ускорения онтогенеза камчатского краба при его искусственном разведении в условиях аквакультуры на основе экдистероидсодержащих препаратов, получаемых из растений серпухи венценосной (*Serratula coronata* L., Asteraceae), накапливающей значительное количество экдистероидов: 20Е и иннокостерона в качестве мажорных компонентов, Е и макистерона А в качестве минорных. Работа выполнена в рамках договора о творческом сотрудничестве между Институтом биологии Коми НЦ УрО РАН и Мурман-



Камчатский краб.



Влияние ширины карапакса (мм; по оси абсцисс) на концентрацию (10<sup>-4</sup> мг/мл; по оси ординат) 20-гидроксиэксдизона (20Е) и эксдизона (Е) в гемолимфе камчатских крабов. Вертикальные линии показывают стандартную ошибку.

ским морским биологическим институтом Кольского НЦ РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов П.Ю., Щербакова Н.В. Опыт и проблемы выращивания камчатского краба в контролируемых заводских условиях // Изв. ТИНРО, 2005. Т. 143. С. 305-326.
2. Кузьмин С.А., Гудимова Е.Н. Вселение камчатского краба в Баренцево море. Особенности биологии, перспективы промысла. Апатиты, 2002. 236 с.
3. Павлов В.Я. Жизнеописание камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1885). М., 2003. 110 с.
4. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Десятерода дальневосточных морей / В.Е. Родин, А.Г. Слизкин, В.И. Мясоедов и др. Владивосток, 1979. 60 с.

5. Cormier R.J., Fraser A.R. Hemolymph ecdysone concentration as a function of sexual maturity in the male snow crab (*Chionoecetes opilio*) // Can. J. Fish. Aquat. Sci., 1992. Vol. 49, № 8. P. 1619-1623.
6. Echaliier G. Role de l'organe Y fans le determinisme de la mue de *Carcinides (Carcinus) maenas* L (Crustacea: Decapodes): Experiences d'implantation // C. R. Acad. Sci. (Paris), 1955. Vol. 240. P. 1581-1583.
7. Havens K., McConaughy J. Molting in the mature female blue crab, *Callinectes sapidus*, Rathbun // Bull. Mar. Sci., 1990. Vol. 46. P. 37-47.
8. Kruse G.H., Funk F.C., Zheng J. Were Alaskan red king crabs overfished? // High latitude crabs: biology, management, and economics. Fairbanks (USA), 1996. P. 295-300. – (Alaska Sea Grant College Program Report; № 96-02).
9. Otto R.S. An overview of Eastern Bering Sea king and tanner crab fisheries // Proceedings of the international symposium on king and tanner crabs (Anchorage, Alaska, USA, November 28-30, 1989). Alaska (Fairbanks, USA), 1990. P. 926. – (Sea Grant College Program, University of Alaska).
10. Passano L.M. Molting and its control // The physiology of Crustacea / Ed. T.H. Waterman. New York-London: Acad. Press, 1960. P. 473-536.
11. Skinner D.M. Molting and regeneration // The biology of Crustacea / Ed. D.E. Bliss. Vol. 9. Integument, pigments, and hormonal processes. Orlando (Florida, USA): Acad. Press, 1985. P. 43-146.
12. Stevens B.G., Swiney K.M. Hatch timing, incubation period, and reproductive cycle for captive primiparous and multiparous red king crab, *Paralithodes camtschaticus* // J. Crustac. Biol., 2007. Vol. 27. P. 37-48.
13. Watson R.D., Spaziani E., Bollenbacher W.E. Regulation of ecdysone biosynthesis in Insects and Crustacea: a comparison // Ecdysone: from chemistry to mode of action. Stuttgart-New York: Thieme Med. Publ., 1989. P. 188-203.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ РОДА THYMUS**



к.х.н. Л. Алексеева  
с.н.с. лаборатории биохимии  
и биотехнологии  
E-mail: [alexeeva@ib.komisc.ru](mailto:alexeeva@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 21 67 14

Научные интересы: биологически активные вещества растений

к.б.н. Л. Тетерюк  
н.с. отдела флоры  
и растительности Севера  
E-mail: [tetryuk@ib.komisc.ru](mailto:tetryuk@ib.komisc.ru)  
тел. (8212) 24 50 12

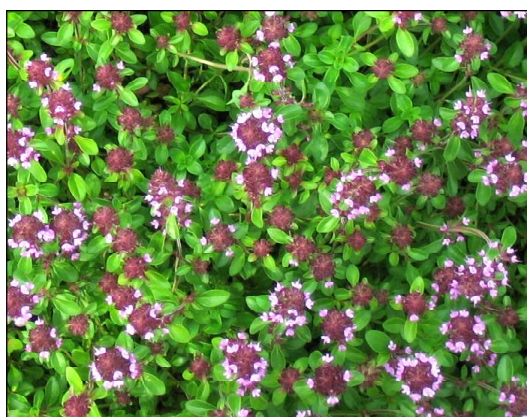
Научные интересы: популяционная биология редких видов растений



Семейство Labiatae (Губоцветные) содержит более 200 родов и около 3200 видов, обитающих во всех зонах Земного шара [3]. Многие представители этого семейства содержат большое количество эфирных масел и издавна используются человеком: мята, шалфей, розмарин, лаванда, Melissa, душица. Широко используются в медицине и парфюмерии представители рода *Thymus* (тимьян). Научное название рода *Thymus* происходит от латинского «thymos» – «сила», «дух» из-за лечебного воздействия на организм человека. Тимьян применяли еще в древнем Египте: жрецы делали из него масла, которые входили в состав средств для бальзамирования. Раскопки на территории Месопотамии свидетельствуют о том, что тимьян был важным компонентом лекарственных напитков, а древние греки делали на его основе прохладительные напитки. Любимым и очень известным был тимьяновый мед. История использования тимьяна как специй для приправы к рыбе, птице, супам и овощам славянскими народами насчитывает уже больше десяти веков. В центральной Европе это растение выращивали монахи-бенедиктинцы. Во Франции тимьяновое вино считали лекарством от головной боли, боли в грудной клетке, им лечили легкие, печень, желудок, пищеварительную систему, селезенку и почки. В XVII в. тимьян считался стимулятором мозговой деятельности, а в XVIII в. его включали во многие медицинские препараты.

В роде *Thymus* насчитывается около 400 видов, распространенных в умеренном поясе Европы, Азии и Северной Африке. Это многолетние полукустарнички (см. фото) с лежачими или восходящими одревесневающими стеблями, приподнимающимися или прямостоячими травянистыми цветоносными побегами. Листья цельные, мелкие, реснитчатые, большей частью на черешках, расположены супротивно. Цветки мелкие, лиловые, розовые или белые, собраны в головчатые или прерывисто-колошвидные соцветия, плоды – эллиптические или шаровидные орешки. Во флоре бывшего СССР насчитывалось 136 видов [6], на европейской части России – 29 видов [11].

В официальной медицине России признаны и широко используются два вида – *Thymus serpyllum* L. (тимьян ползучий) и *T. vulgaris* L. (тимьян обыкновенный). Оба вида внесены в Государственную фармакопею. *Thymus serpyllum* (тимьян ползучий) произрастает в лесных и лесостепных районах европейской части России, Закавказья и



Западной Сибири. Растет на борových песках, в разреженных сосновых и смешанных лесах. Основные заготовки этого вида раньше велись на Украине, в Белоруссии, Воронежской и Ростовской областях, Армении, Краснодарском и Ставропольском краях. *Thymus vulgaris* (тимьян обыкновенный) происходит из стран Средиземноморья, на территории России культивируется в северных районах как однолетник. Активно его выращивают в Европе и Южной Америке, самыми крупными производителями являются Италия, страны бывшего Советского Союза, Болгария, Германия, Испания, Португалия, Франция и Греция [6]. В качестве лекарственного сырья заготавливают траву этих видов в фазу цветения (май-июль), сушат на открытом воздухе в тени или под навесами, разложив тонким слоем. Траву используют в виде настоя как отхаркивающее, а также болеутоляющее средство при радикулитах и невритах. Жидкий экстракт тимьяна входит в состав препарата «Пертуссин», который применяется как отхаркивающее и смягчающее кашель средство при бронхитах и других заболеваниях верхних дыхательных путей. Отвары травы чабреца широко используются для приготовления лечебных ванн, в качестве примочек, влажных повязок при различных кожных заболеваниях.

Изучение химического состава представителей рода *Thymus* показало высокое содержание в них биологически активных соединений. Продолжающиеся исследования открывают новые соединения и связанные с ними новые свойства растений данного рода. Характерным для тимьянов является наличие эфирных масел, основные компоненты которого – тимол, карвакрол, п-цимол, α-пинен, β-пинен, γ-терпинен, лимонен и гераниол [10]. Методом хромато-масс-спектрометрии в растениях *Thymus eriophorus* (тимьян хлопчатый) обнаружены 70 компонентов эфирного масла [5], в *T. serpyllum* (тимьян ползучий) – 64 [1], в *T. migricus* (тимьян мигрийский) – 41 [5]. Кроме эфирных масел во многих видах рода *Thymus* обнаружены фенолкарбоновые

кислоты: розмариновая, кофейная, 5-кофеилхиновая и 1-кофеилхиновая кислоты [10]. Также во многих растениях рода *Thymus* содержатся флавоноиды апигенин и лютеолин. *Thymus vulgaris* (тимьян обыкновенный), наиболее изученное растение из рода *Thymus*, наряду с распространенными флавоноидами содержит и редкие: флавоны ксантомикрол, цирзимаритин, 5,4'-дигидрокси-6,7,8,3'-тетраметоксифлавоны,

кирзилинеол, кенкванин, 5-гидрокси-7,4'-диметоксифлавонол, тимонин, апигенин-7-рутинозид, виценин-2, и лютеолин-7-глюкозид [21], флавонолы эриодитол, эриодитрин, гесперидин [22]. Флавонол кверцетин, который был обнаружен в *Thymus vulgaris*, хотя и часто встречается в других растениях, для растений рода *Thymus* не характерен.

В растениях рода *Thymus* обнаружены тритерпеновые кислоты: в *Thymus karamarjanicus* (тимьян карамарьянский) – урсоловая кислота, в *T. nummularius* (тимьян монетный), *T. pseudohumillimus* (тимьян ложнопоземистый), *T. dimorphus* (тимьян двуформенный) и *T. serpyllum* (тимьян ползучий) – урсоловая и олеаноловая кислоты [10]. Содержание липидов в растениях рода *Thymus* малоизучено, известно лишь, что в семенах *T. serpyllifolius* (тимьян зеравшанский) обнаружены пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линоленовая, линолевая кислоты [10].

Важным свойством экстрактов растений рода *Thymus* является их антимикробная активность, которая объясняется высоким содержанием эфирных масел [17]. *Thymus vulgaris* (тимьян обыкновенный) показал противогрибковую активность против *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus flavus*, *Aureobasidium pullulans*, *Microsporium gypseum*, *Trichophyton rubrum* и *Trichoderma viride* [15], *Salmonella typhimurium*, *Ataphylococcus bacteria*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Saprolegnia*, *Zygorhynchus*. *Thymus striatus* (тимьян набразденый) [17] и *Thymus spinulosus* (синоним *T. acicularis*) (тимьян иглолистный) показали антибактериальную активность против грамположительных (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Bacillus subtilis* и *B. cereus*) и грамотрицательных (*Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* и *Pseudomonas aeruginosa*) бактерий [18]. Существует синергический эффект антибиотиков с экстрактами растений *Thymus* против резистентных бактерий, который ведет к новым способам лечения инфекционных болезней. Обнаружен антибактериальный синергический эффект двух традиционных лекарственных растений *Thymus vulgaris* (тимьян обыкновенный) с *Rosmarinus officinalis* (розмарин лекарственный), что обещает разработку потенциально активных антибактериальных синергических агентов [12].

Показана эффективность *Thymus vulgaris* (тимьян обыкновенный), *T. zygis* (тимьян иглолистный) и *T. pulegoides* (тимьян болотный) для лечения респираторных заболеваний. *Thymus zygis* (тимьян иглолистный), *T. vulgaris* (тимьян обыкновенный), *T. serpyllum* (тимьян ползучий) предложены в состав композиции для профилактики и лечения микробиологических желудочно-кишечных и дерматологических расстройств [8]. Другое очень важное свойство экстрактов растений рода *Thymus* – антиоксидантная активность. В настоящее время антиоксиданты широко изучаются для профилактики и лечения рака и заболеваний сердца. Известно, что многие специи и травы имеют антиоксидантную активность. Еще в 1952 г. среди 32 специй, задерживающих окисление липидов, был назван *Thymus vulgaris*. Недавно было показано, что тимол и карвакрол – преобладающие компоненты эфирного масла растений рода *Thymus* – показывают высокую ан-

тиоксидантную активность. Флавоноид эриодитол также является эффективным антиоксидантом [14]. Также показана антиоксидантная активность для некоторых веществ, которые входят в химический состав растений рода *Thymus*. Установлено, что апигенин ингибирует фосфорилирующее окисление глутамата, лютеолин является ингибитором дыхания и окислительного фосфорилирования в митохондриях [2]. Кофейная кислота является одной из наиболее сильных антиоксидантов среди всех гидроксисбензойных кислот [13, 22].

Кроме антимикробной и антиоксидантной активности для *Thymus vulgaris* показаны новые, ранее не изучавшиеся, свойства. Расслабляющий эффект гладкой мускулатуры *Thymus vulgaris* сравним с теofilлином [16]. *Thymus vulgaris* и его эфирные масла используют в качестве fumигантов [19]. Экстракты *Thymus vulgaris* обладают антинематодной активностью против *Meloidogyne incognita* и *Helicotylenchus dihystra* [20]. Растения рода *Thymus* не изучены как противоопухолевые средства, однако для апигенина [2], урсоловой и олеаноловой кислот, входящих в состав этих растений, данный эффект показан. Урсоловая и олеаноловая кислоты ингибируют или подавляют рост таких распространенных злокачественных новообразований, как лейкемия, лимфома, меланома [9]. Кроме того, тритерпеновые кислоты обладают противовирусной активностью по отношению к вирусам гриппа [4] и ВИЧ [9].

Изучение химического состава и широкого спектра биологической активности веществ представителей рода *Thymus* до сих пор остается актуальным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Банаева Ю.А., Покровский Л.М., Ткачев А.В. Исследование химического состава эфирного масла представителей рода *Thymus* L., произрастающих на Алтае // Химия растительного сырья, 1999. № 3. С. 41-48.
2. Влияние некоторых флавонолов на энергетический метаболизм митохондрий / Р.П. Рустамова, Г.М. Ирашова, З.А. Хушбакова и др. // Вопр. нейрохирургии, 2005. № 4. С. 39-44.
3. Гладкова В.Н., Меницкий Ю.Л. Сем. Lamiaceae – Яснотковые // Флора европейской части СССР. М.: Наука, 1978. Т. III. С. 124-209.
4. Исследование противогриппозной активности тритерпеноидов / В.Г. Платонов, А.Д. Зорина, М.А. Гордон и др. // Хим.-фарм. журн., 1995. № 2. С. 35-42.
5. Касумов Ф.Ю. Компоненты эфирных масел тимьянов // Химия природных соединений, 1981. № 4. С. 522.
6. Клоков М.В. Род *Thymus* // Флора СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. XXI. С. 470-591.
7. Красная книга Республики Коми: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. М., 1998. 528 с.
8. Патент 2157697, Россия, А61К35/78. Фармацевтические композиции на основе эфирных масел, полученных из растений, для использования в области медицины и ветеринарии / Д. Нинков. Ропфарм; заявл. 24.05.1996; опубл. 20.10.2000.
9. Патент 2253657, Россия, С2. Полимерные водорастворимые производные тритерпеноидов и способ их получения / О.В. Назарова, А.Д. Зорина, Е.Ф.

Панарин и др. Ин-т высокомолекулярных соединений РАН; заявл. 08.07.2002; опубл. 10.06.2005. Бюл. № 16.

10. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hippuridaceae – Lobeliaceae. СПб.: Наука, 1991. С. 100-109.

11. Флора северо-востока европейской части СССР. Т. 4. Семейства Umbelliferae – Compositae. Л.: Наука, 1977. С. 92-96.

12. Antibacterial activities of some plant extracts utilized in popular medicine in Palestine / B. Abu-Shanab, G. Adwan, D. Abu-Safiya et al. // Turk. J. Biol., 2004. № 28. P. 99-102.

13. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic / M.P. Kahkonen, A.I. Hopia, H.J. Vuorela et al. // J. Agric. Food Chem., 1999. № 47. P. 3954-3962.

14. Antiperoxidative components in *Thymus vulgaris* / H. Haraguchi, T. Saito, H. Ishikawa et al. // Planta Med., 1996. № 62. P. 217-221.

15. Aromatic plants of tropical Central Africa. Pt. XXXII. Chemical composition and antifungal activity of thirteen essential oils from aromatic plants of Cameroon / Z. Amvam, L. Biyiti, F. Tchoumboungang et al. // Flavour and fragrance J., 1998. Vol. 13, № 2. P. 107-114.

16. Boskabady M.H., Aslani M.R., Kiani S. Relaxant effect of *Thymus vulgaris* on guinea-pig tracheal chains and its possible mechanism(s) // Phytotherapy Res., 2006. Vol. 20. № 1. P. 28-33.

17. Chemical analysis and antifungal activity of *Thymus striatus* / M. Couladis, O. Tzakou, S. Kujundzic et al. // Phytotherapy Res., 2004. Vol. 18, № 1. P. 40-42.

18. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from *Thymus spinulosus* Ten. (Lamiaceae) / V. Feo, M. Bruno, B. Tahiri et al. // J. Agric. Food Chem., 2003. Vol. 51, № 13. P. 3849-3853.

19. Isolation and identification of antioxidative flavonoid glycosides from Thyme (*Thymus vulgaris* L.) / M. Wang, J. Li, G.S. Ho et al. // J. Food Lipids, 1998. Vol. 5, № 4. P. 313-321.

20. Korayem M., Hasabo S., Ameen H. Effects and mode of action of some plant extracts on certain plant parasitic nematodes // J. Pest Sci., 1999. Vol. 66, № 2. P. 32-36.

21. Miura K., Nakatani N. Antioxidative activity of flavonoids from Thyme (*Thymus vulgaris* L.). // Agric. Biol. Chem., 1989. Vol. 53, № 11. P. 3043-3045.

22. Rauha J.-P. The search for biological activity in Finnish plant extracts containing phenolic compounds. Helsinki, 2001. 72 p.



## ЮБИЛЕЙ

6 августа 2008 г. — юбилейная дата в жизни **Анатолия Николаевича Киселенко**.

Коллектив лаборатории проблем транспорта, сотрудники Института биологии сердечно поздравляют его с Юбилеем!

Научные интересы А.Н. Киселенко связаны с управлением и экологической безопасностью транспортных систем.

Большая часть жизни и научная деятельность А.Н. Киселенко связана с Республикой Коми. После окончания в 1971 г. Рижского института инженеров гражданской авиации (факультет автоматики и вычислительной техники) окончил аспирантуру Центрального научно-исследовательского института автоматизированных систем управления гражданской авиации (1979 г.). А.Н. Киселенко — доктор экономических наук, доктор технических наук, профессор.

Научная деятельность А.Н. Киселенко имеет значительное практическое применение в экономике Республики Коми и региона. Им разработана (в соавторстве) инвестиционная политика газовой отрасли РК, разработаны основные требования к стабилизации и устойчивому функционированию пассажирского и пригородного транспорта РК, обоснованы варианты строительства железной дороги Вендинга — Карпогоры и к побережью Баренцева моря, обосновано (совместно с ГПИ и НИИГА Аэропроект, г. Москва) строительство гражданского сектора аэропорта Советский в Заполярье. Под его руководством осуществлены предпроектные исследования круглогодичного транспортного обеспечения населенных пунктов РК, а также разработаны и исследованы варианты усиления наземных путей сообщения РК с соседними регионами.

В 1971-1983 гг. Анатолий Николаевич работал в Центральном научно-исследовательском институте автоматизированных систем управления гражданской авиации. Начиная с инженера, затем был руководителем группы. С 1983 г. работает в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН, а с 1996 г. — в должности заведующего лабораторией проблем транспорта этого Института.

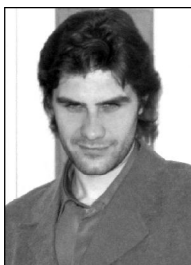
А.Н. Киселенко — автор более 100 научных трудов (в том числе шести монографий и четырех учебных пособий), посвященных проблемам управления и экологической безопасности транспортных систем.

Отличительной чертой в характере Анатолия Николаевича является трудолюбие и упорство в достижении поставленных целей научных исследований.

Сердечно поздравляем дорогого Анатолия Николаевича с юбилеем — 60-летием!  
Желаем крепкого здоровья, семейного благополучия, долгих лет жизни  
и дальнейших успехов в научной деятельности.



**ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ ТРУДНОУСВАИВАЕМЫХ КОМПОНЕНТОВ КОРМОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ**



**Д. Тарабукин**  
 м.н.с. лаборатории биохимии  
 и биотехнологии  
 E-mail: [DVTarabukin@ib.komisc.ru](mailto:DVTarabukin@ib.komisc.ru)

Научные интересы: инженерная энзимология, биоконверсия растительного сырья



к.х.н. **А. Донцов**  
 н.с. этой же лаборатории  
 E-mail: [dontsov@ib.komisc.ru](mailto:dontsov@ib.komisc.ru)

Научные интересы: физико-химические методы выделения и очистки ферментов

В настоящее время бактериальные и грибные ферментные препараты амилолитического и целлюлолитического действия применяются в птицеводческом хозяйстве для повышения усваиваемости кормов и снижения себестоимости готовой продукции. Включение в состав кормов компонентов с низкой питательной ценностью, богатых клетчаткой и другими не крахмальными полисахаридами, таких как фуражное зерно, отходы растениеводства, жмыхи и шроты маслоделения целесообразно с точки зрения экономики. Однако их применение без предварительной обработки может вызывать у птицы такие болезни, как гастроэнтерит и закупорка отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [1]. Добавка ферментов в комбикорма частично решает эту проблему, но условия переваривания в ЖКТ сельскохозяйственной птицы не соответствуют оптимуму их действия. В связи с этим применение компонентов кормов с низкой питательной ценностью для частичной замены дорогостоящих высококалорийных кормов ограничено.

Нами исследована возможность применения ферментативного гидролиза модельной кормосмеси, содержащей трудноусваиваемые компоненты, с целью увеличения содержания в ней сахаров и, следовательно, повышения ее калорийности. В качестве субстратов модельной смеси использовались измолотые стебли серпухи венценосной (*Serratula coronata* L.), измолотые неочищенные зерна овса, измельченный подсолнечный шрот.

Измолотые стебли серпухи могут быть потенциальным источником биологически активных веществ для профилактики болезней птицы, но их усвоение без предварительной обработки затруднено. Подсолнечный шрот, образующийся при производстве растительного масла, является хорошим

заменителем дорогостоящих кормов, но наличие в нем лузги – дополнительного источника клетчатки – снижает его пищевые качества. Неочищенные зерна овса содержат значительное количество клетчатки, β-глюканов, некрахмалистых полисахаридов, которые сильно набухают в ЖКТ, образуя вязкие клееобразные растворы, ограничивающие всасывание уже переваренного белка, крахмала, жира и других важных биологических соединений [2]. Ферментативный гидролиз модельной кормосмеси проводили с использованием амило- и целлюлолитических ферментных препаратов. Источником амилаз служили препараты отечественного производства: «Амилосубтилин Г3х» и «Глюкаваморин Г3х», источником целлюлаз – «Целловиридин Г20х». В основе процесса ферментативного гидролиза использовалась технология «dry mill», которая предполагает достаточно тонкий размол крахмалсодержащего сырья и его предварительную обработку ферментами с высокой α-амилазной активностью [3].

Предварительные испытания вышперечисленных ферментных препаратов показали, что ни один из них в отдельности не обеспечивает высо-

кую степень гидролиза модельной кормосмеси, поэтому основное внимание в дальнейшем было уделено исследованию эффективности их композиций с учетом влияния температурного и pH-оптимумов действия используемых ферментов.

На начальном этапе технологическая схема процесса (рис. 1) стебли серпухи, зерно овса и подсолнечный шрот подвергали сухому размолу с последующей сортировкой на ситах с размером ячеек 0.25 мм. Гидролиз проводили в статическом режиме в термостатируемом реакторе с объемом реакционной смеси 100 см<sup>3</sup>. Предварительно реакционную смесь, состоящую из 1 г стеблей серпухи и 7 г зерен овса выдерживали в 0.01 М ацетатном буфере (pH 6.0) при 60 °С в течении 1 ч для набухания клетчатки и труднорастворимых полисахаридов. По истечении 5 ч гидролиза в реакционную смесь добавляли 2 г подсолнечного шрота. Общее время гидролиза составляло 8 ч. Комбинированную обработку кормосмеси проводили путем последовательного добавления ферментных препаратов, при этом обработку Амилосубтилином Г3х проводили при pH 6.0 и 60 °С, тогда как Глюкаваморин Г3х и Целловиридин Г20х использовали при pH 4.7 и тем-

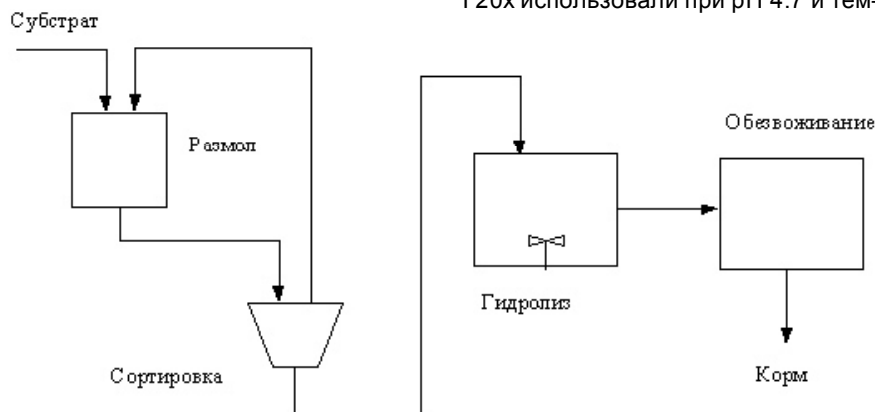


Рис. 1. Схема ферментативного гидролиза модельной кормосмеси.

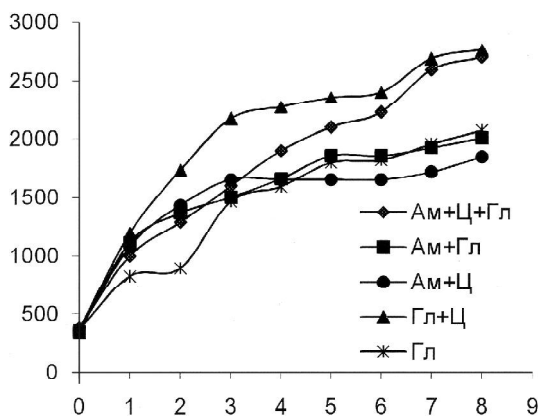


Рис. 2. Накопление редуцирующих сахаров (мг/объем реакционной смеси; по оси ординат) при различном составе энзимных композиций. По оси абсцисс – время, ч. Здесь и далее объяснения в тексте.

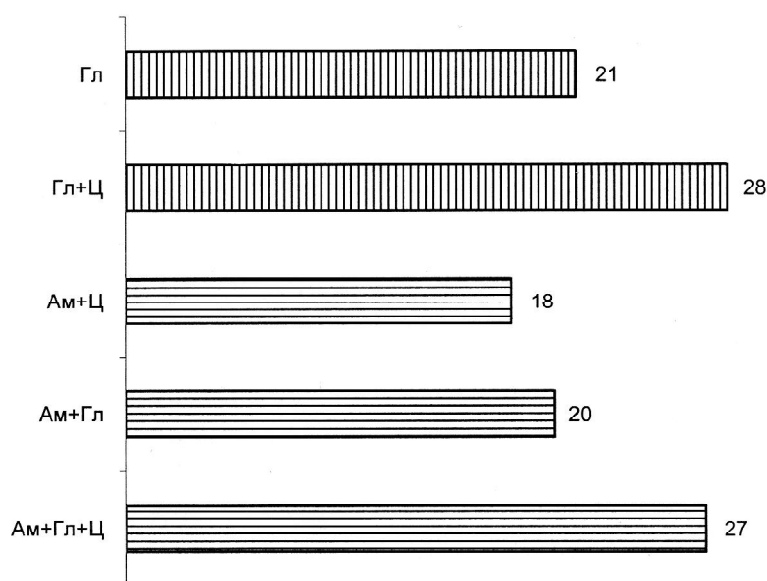


Рис. 3. Выход сахаров (%) при гидролизе кормосмеси при различном составе энзимных композиций.

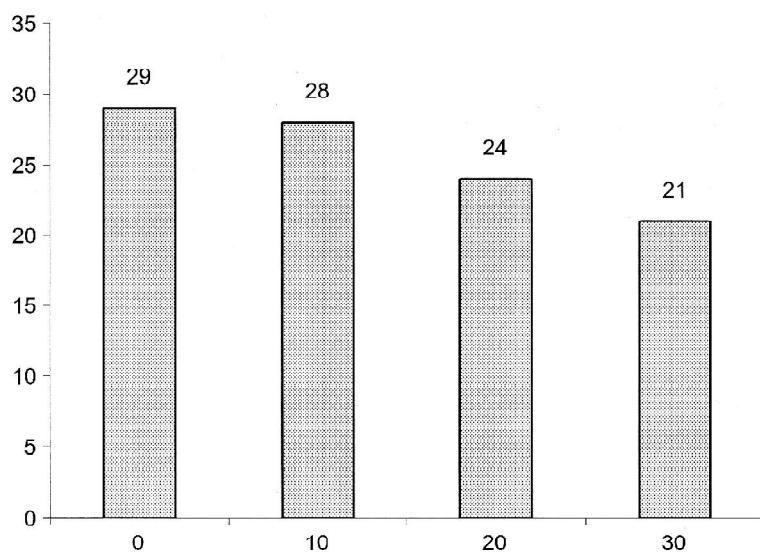


Рис. 4. Влияние добавок подсолнечного шрота (% массы смеси; по оси абсцисс) на выход (в пересчете на глюкозу) сахаров (%; по оси ординат) при ферментативном гидролизе модельной кормосмеси.

пературе 55 °С. Дозировка ферментных препаратов составляла для Амилосубтилина ГЗх – 0.1, Глюкаваморина ГЗх – 0.2 и Целловиридина Г20х – 0.1 % массы кормосмеси.

Воздействие α-амилазы препарата Амилосубтилин ГЗх на компоненты кормосмеси приводит к деполимеризации макромолекул крахмала до олигосахаридов. Под действием осаживающих ферментов β-амилазы и глюкоамилазы, содержащихся в препарате Глюкаваморин ГЗх, олигосахариды разрушаются с образованием конечного продукта гидролиза крахмала – глюкозы. Параллельно, под действием целлюлазного комплекса препарата Целловиридин Г20х, гидролизуются некрахмальные полисахариды с образованием дополнительного количества сахаров.

Динамика накопления сахаров (рис. 2) в реакционной смеси (в пересчете на глюкозу) и их выход после гидролиза (рис. 3) при использовании различных ферментных композиций показывает, что наибольший выход сахаров наблюдается при использовании композиции, содержащей

Глюкаваморин ГЗх и Целловиридин Г20х. Это, по-видимому, связано с высоким содержанием клетчатки и других некрахмальных полисахаридов в модельной кормосмеси. Добавка Амилосубтилина ГЗх не приводит к существенному увеличению выхода сахаров при гидролизе данной кормосмеси в связи с пониженным содержанием в ней крахмала. Из представленных результатов гидролиза кормосмесей, состоящих из овса и подсолнечного шрота (рис. 4), видно, что использование подсолнечного шрота в составе кормосмеси приводит к снижению выхода сахаров. Ингибирующее действие шрота может быть обусловлено большим содержанием в нем сырого протеина, что указывает на необходимость использования протеиназ в составе мультиэнзимных композиций.

Таким образом, ферментативный гидролиз кормосмесей, включающих трудноусваиваемые компоненты, такие как стебли травянистых растений и неочищенные зерна злаковых культур, позволяет увеличить в них содержание сахаров и следовательно повысить их калорийность. Подсолнечный шрот при больших концентрациях ингибирует ферментативный гидролиз кормосмесей в связи с высоким содержанием в нем сырого протеина. Это указывает на необходимость использования протеиназ в составе мультиэнзимных композиций. При гидролизе смесей с высоким содержанием некрахмальных полисахаридов можно исключить стадию обработки α-амилазой, что значительно упрощает процесс при одинаковом выходе сахаров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бессарабов Б.Ф. Болезни сельскохозяйственной птицы. М., 1983. 126 с.
2. Корма и ферменты / Т.М. Околева, Н.В. Кулаков и др. Сергиев Посад, 2001. 112 с.
3. Технология комплексной безотходной переработки зерна на спирт и кормопродукты для сельскохозяйственных животных / В.М. Красницкий, Д.В. Арсеньев, А.В. Ежков и др. // Ликероводочное производство и виноделие, 2001. № 11(23). С. 4-5.



ПАТЕНТ



**КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКИ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ВОДОЕМОВ, ЗАБОЛОЧЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ВОД АМБАРОВ И СТОЧНЫХ ВОД**

к.б.н. **М. Маркарова**  
с.н.с. лаборатории биохимии и биотехнологии  
E-mail: [markarova@ib.komisc.ru](mailto:markarova@ib.komisc.ru); тел. (8212) 24 52 12

1. Патент № 56451, Россия, МПК<sup>3</sup> E21B 15/04. Нефтеборщик-аэратор / *М.Ю. Маркарова*; Институт биологии Коми НЦ УрО РАН; № 2006115960/22; заявл. 10.05.06; опубл. 10.08.06. Бюл. № 25.

2. Патент № 59643, Россия, МПК<sup>3</sup> E02B 15/4. Устройство активации биологической очистки от нефти водоемов, заболоченных территорий, загрязненных вод амбаров и шламонакопителей / *М.Ю. Маркарова*; Институт биологии Коми НЦ УрО РАН; № 2006129502; заявл. 14.08.06; опубл. 27.12.06. Бюл. № 36.

3. Патент № 2006127526/13 (029901), Россия, МПК<sup>51</sup> C02F 3/34, C12N 1/26. Способ очистки от нефти водоемов, заболоченных территорий, загрязненных вод амбаров и шламонакопителей / *М.Ю. Маркарова*; Институт биологии Коми НЦ УрО РАН; № 2006127526/13; заявл. 28.07.06. Полож. решение 25.09.07.

Новое инновационное решение относится к защите окружающей среды и может быть использовано при:

- ликвидации разливов на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях;
- ликвидации последствий аварийных разливов нефти;
- очистке сточных вод, вод амбаров и шламонакопителей от поверхностной нефти и растворенных углеводородов;
- очистке водоемов и заболоченных территорий от донной нефти и растворенных нефтепродуктов.

**Введение**

В условиях Севера, где мы начинали наши исследования и создали первые технологии по очистке загрязненных нефтью территорий, одними из наиболее проблематичных для проведения рекультивации были заболоченные участки. Причина этого не только суровый климат, определяющий низкую скорость процессов нефтеокисления и низкий самовосстановительный потенциал природных биоценозов, но и крайняя уязвимость мерзлотных почв к любого рода механическому нарушению. После массивных загрязнений, которые происходят при крупных авариях на трассах нефтепроводов, глубина проникновения нефти в массу мха и торфа может быть значительной и достигать 0.5-1.0 м. Одним из элементов подготовительных мероприятий, направленных на отсекание загрязненного участка от сопряженной территории, является прием локализации. Участки, характеризующиеся как заболоченные и переувлажненные, после их локализации естественным образом за счет таяния снега и сезонных осадков заполняются водой, и нефть, проникшая в массу торфа, оказывается под ее 1.0-1.5-метровым слоем. Конечно, часть нефти может всплыть, что даст возможность ее собрать, однако, основное загрязнение будет прочно удерживаться торфяно-моховым слоем. Сходная картина наблюдает-

ся при загрязнении водоемов, когда при запоздавшей уборке поверхностной нефти часть ее в полукислородном виде опускается на дно, где может храниться годами, заиливаясь, постепенно разлагаясь, продолжая загрязнять продуктами распада сопряженную территорию.

Для активизации процессов биодеструкции остаточного нефтяного загрязнения, а также для максимального сохранения почвенного покрова, особенно для объектов заболоченных или переувлажненных, была разработана специальная технология.

Цель разработанного метода – глубокая очистка от нефти участков, на которых высока концентрация начального загрязнения, глубина пропитки нефтью не позволяет средствами технической рекультивации убрать сразу всю нефть, биоразложение замедлено из-за депрессии микрофлоры. Технология включает комплекс приемов технической и биологической рекультивации, каждый из которых должен привести к последовательной очистке территории от нефти и активизации процессов нефтеокисления.

**Основные приемы технологии**

- Активизация десорбции нефти из грунта микробиологически и техническими приемами.
- Последовательная уборка нефти с поверхности водного зеркала по мере ее накопления и вывоз на переработку.



– Разложение нефти и продуктов ее распада по принципу «природных ферментеров» – путем активизации процессов нефтеокисления за счет увеличения уровня растворенного кислорода и увеличения массы субстратспецифичных к разложению углеводородов микроорганизмов.

### Технологические решения

**Принцип «Природные ферментеры»** был нами предложен в результате разработки экспресс-метода определения нефтеокисляющей способности выделенных из почвенных и водных экосистем микроорганизмов. Для оперативного скрининга эффективного нефтеокисления большого количества штаммов с неизвестными трофическими свойствами мы использовали шейкер в режиме 200 об./мин., на который устанавливали колбы, зараженные исследуемой культурой на водном растворе минеральной смеси по набору солей среды Чапека, а в качестве единственного источника углерода добавляли сырую нефть исследуемого месторождения. Этот прием позволял, в отличие от общепринятого принципа накопительных культур, оценивать потенциально перспективные штаммы не за недели и месяцы, а за сутки-двое. Условия интенсивной аэрации здесь играли решающую роль. Именно они имеют наибольшее значение при промышленном приготовлении аэрофильных биопрепаратов в ферментерах.

Этот принцип мы условно перенесли на природные условия. Лимитирование по кислороду играет одну из главных ролей в ингибировании микробного нефтеокисления в подвергшихся загрязнению экосистемах. Проведя предварительные лабораторные опыты, мы получили результаты, которые позволили заключить, что интенсивное насыщение водно-почвенной среды кислородом при наличии в ней нефтеокисляющих микробных агентов не только способствует активизации разложения нефти и продуктов ее распада, но и активизирует десорбцию нефти из почвенного субстрата в водную среду. Однако где взять кислород? Применение баллонного газа мы исключили сразу из-за дороговизны и проблем его доставки к месту производства работ. Прием простого перемешивания воды (взмучивания, взбалтывания, борботации) в природных условиях с учетом объема и площади загрязненных территорий был бы весьма трудоемок.

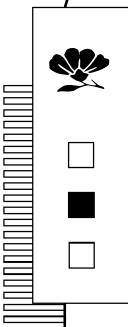
Для технического обеспечения работ нужен был принципиально другой подход, позволяющий с ми-


нимальными энерго- и трудозатратами в короткие сроки обеспечить растворенным кислородом любой объем воды. В результате был изобретен аэратор, имеющий и вторую модификационную техническую особенность – возможность применения его в качестве нефтесборного оборудования.

**Нефтесборщик-аэратор.** Задачей настоящего изобретения является создание установки, которая позволяет в едином комплексе собирать нефть с поверхности водоема и активизировать разложение оставшейся после сбора нефти. При этом снижаются затраты на изготовление установки и проведение эксплуатационных, ремонтных и организационных работ. Установка содержит нефтесборное устройство, закрепленное на грузовых поплавах, выполненное с возможностью регулирования уровня погружения, и аэрирующее устройство для активизации разложения оставшейся после сбора нефти, жестко соединенное с нефтесборщиком. Использование установки позволяет осуществлять в едином комплексе уборку нефти с поверхности водоема и активизацию местного микробценоза, которая приводит к разложению в толще воды растворенных нефтепродуктов и оставшейся после уборки пленочной нефти.

Установка для очистки водоемов от нефти и нефтепродуктов содержит нефтесборное и аэрирующее устройства, связанные между собой жесткой сцепкой, фиксирующей их относительно друг друга. Нефтесборное устройство выполнено в виде воронки. В воронку вмонтирован насос с электродвигателем. Заборное сопло воронки имеет съемный запорный фланец. Патрубок, служащий для подачи закачиваемой жидкости, имеет присоединительный фланец. Конструкция нефтесборного устройства закреплена на несущей раме, укрепленной на грузовых поплавах с опорной рамой посредством резьбовых шпилек, регулирующих уровень погружения. На несущей раме нефтесборного устройства крепится на якорной цепи фиксирующий установку якорь.


Устройство для аэрации включает сопло и расположенную над ним полусферу. Сопло выполнено в виде конфузора для увеличения напора струи на выходе. Конструкция устройства аналогично нефтесборщику крепится на несущей раме, соединенной посредством регулирующих шпилек с тремя грузовыми поплавами. Заборное сопло нефтесборщика соединено с конфузурным соплом аэратора съемным трубчатым соединением (см. рисунок).





## НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Кандидату биологических наук **Марие Юрьевне Маркаровой** с получением Золотой медали Международного салона промышленной собственности «Золотой Архимед» за разработку «Комплексная технология глубокой очистки от нефти и нефтепродуктов водоемов, заболоченных территорий, вод амбаров и сточных вод».



Желаем дальнейших творческих успехов!



В установке использован один электропривод, насос, шланговая система, сокращено число обслуживающего персонала, сокращены затраты на эксплуатационные, ремонтные и организационные работы. Установка может работать как в автономном, так и в комплексном режиме.

#### Активизация нефтеокисления

Биопрепарат «Универсал» разработан на основе нефтеокисляющих бактерий, выделенных из загрязненных нефтью почв Усинского и Ухтинского районов Республики Коми и некоторых месторождений Тюменской области. Коллекция выделенных штаммов в настоящее время насчитывает более 200 наименований (рабочая коллекция Института биологии Коми НЦ УрО РАН).

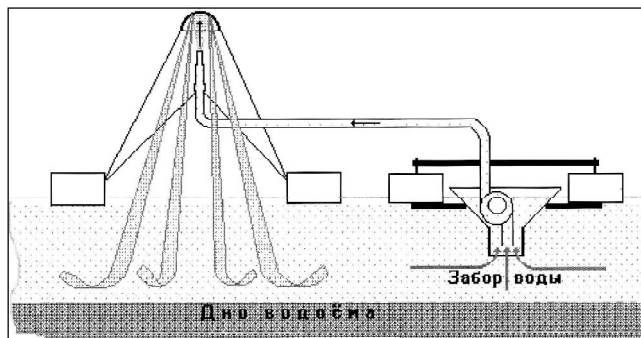
Проведена токсикологическая экспертиза семи видов штаммов, которые ныне и применяются в составе комплексного препарата «Универсал», имеющего соответствующее санитарно-эпидемиологическое заключение (№ 77.01.12.929.П.01654.01.03 от 29.01.03 г.). В зависимости от состава нефти подбирается оптимальная композиция штаммов, на каждый из которых составлены паспорта безопасности.

Разработаны технические условия, технологический регламент для производства препарата, утвержденный заводом-изготовителем, технологические инструкции применения для разных типов почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, отличающиеся сроками загрязнения, а также на утилизацию нефтяных и газоконденсатных шламов. Препарат включен в типовые проекты по комплексной переработке и утилизации твердых и жидких нефтешламов, принятых для Пермской области и Республики Коми.

#### Результаты промышленных испытаний

Первые промышленные испытания комплексной технологии глубокой очистки водоемов и заболоченных территорий от нефти были проведены на участке 4 «С» в зоне аварии 1994 г. в Усинском районе Республики Коми. После локализации разлива на площади около 4 га образовались две затопленные водой площадки. Глубина затопления была около 1.5 м. Под слоем воды остался торф, глубина пропитки нефтью которого достигала 80 см. Начальный уровень загрязнения грунта колебался от 450 до 750 г/кг.

Согласно разработанной для этого объекта технологической схемы было предусмотрено выполнить работу в два этапа, в течение двух полевых сезонов. На первом этапе основной задачей было активизировать десорбцию нефти из торфа, локализовать и собрать ее, затем вывезти в котлован для складирования жидкого нефтешлама. На этом этапе был применен метод активной десорбции с применением биопрепаратов, образующих поверхностно-активные вещества наряду с усиленной аэрацией воды. Аэратор (фото 1) позволял увеличить содержание растворенного в воде кислорода в 70 раз за 2-3 ч. В результате из толщи грунта нефть всплывала на поверхность, ее последовательно откачивали и вывозили (фото 2). Спустя неделю после начала аэрации в водоеме зафиксировали значительное увеличение массы микрофлоры. Численность основных профи-



Работа устройства в режиме аэрирования воды и сбора нефти.

ческих групп в почве участка повысилась по сравнению с началом работ в 600-800 раз. Наряду с этим наблюдали увеличение в воде концентрации растворенных нефтепродуктов, образующихся в результате окисления нефтяных углеводородов в виде промежуточных соединений. К концу первого этапа работ эти показатели приблизились к значениям, соответствующим уровню ПДК, принятому для водоемов рыбохозяйственного назначения, что позволило выполнить осушение участка путем обычного спуска воды через дренажную траншею на ландшафт (фото 4). На втором этапе провели повторную обработку участка препаратом и внесли минеральные удобрения. Через полтора месяца в почве участка степень остаточного загрязнения нефтью до-



Фото 1. Первый этап работ по комплексной очистке затопленного нефтезагрязненного участка 4 «С», секция 1. В начале работ на поверхности воды нефть отсутствовала. Ее десорбция из толщи грунта началась после обработки препаратом и подключения аэраторов (на рисунке – внешний вид работающего аэратора).



Фото 2. Проведение первичной технической рекультивации на секции 1 участка 4 «С» – смыв и локализация десорбированной из донного грунта и всплывшей на поверхность нефти, откачка нефтесодержащей жидкости вакуумбочками.



Фото 4. Вид участка 4 «С», секция 1 после осушения, драгирования, внесения удобрений и обработки биопрепаратом.

Метод драгирования был разработан ТОО СПАСФ «Природа» с целью уборки нефти с поверхности почвы на заболоченных или труднопроходимых объектах.

стигла 3.5 г/кг, началось нормальное развитие высеянных однолетних и многолетних трав. Через два года после завершения работ на участке полностью восстановилась естественная растительность (фото 5), в том числе и древесная (карликовая березка, ива).

При выполнении работ на этом объекте оценивали и эколого-экономический эффект каждого технологического этапа. Снижение уровня загрязнения на участке за два года работ за счет технических методов (десорбция с применением аэрации, откачка нефти, драгирование) составило 50-55%. Разложение углеводов в почве и воде за два года работ за счет применения биопрепарата и минеральных удобрений произошло на 35-40%.

#### Основные результаты работ

– С площади около 6 га с двух участков за два сезона работ на вторичную переработку вывезено около 8 тыс. м<sup>3</sup> нефтесодержащей жидкости.

– Концентрация загрязнения в почве снизилась с 45-60 до 0.1-0.5%, степень очистки почвы в слое до 50 см составила за один полевой сезон около 98%, концентрация растворенных в воде углеводов уменьшилась до следовых значений.

– Произошла активизация комплекса почвенной микробиоты, которая характеризовалась увеличением численности различных групп микроорганизмов, появлением в субстрате зеленых водорослей, беспозвоночных.

– Субстратные условия на участке после завершения комплекса работ благоприятны для дальнейшего восстановления почвы и растительности.



Фото 5. Современное состояние объекта. Общее проективное покрытие растительностью 100%. Уровень остаточного нефтяного загрязнения около 0.75 г/кг. Образование продуктов нефтеокисления и выноса с территории восстановленного участка водорастворимых соединений не происходит.

#### Основные достоинства технологии

– Не разрушается почвенный покров.  
– В течение одного полевого сезона происходит очистка от нефтяного загрязнения почвы в слое 30-50 см и активизация аборигенного микробиоценоза, сохраняющаяся в последующие годы и не нуждающаяся в дополнительном стимулировании.

– Ускоряется десорбция нефти из нижних почвенных слоев на поверхность (в слой 0-15 см), что способствует очистке нижних слоев почвы (до одного и более метров) в течение года после начала рекультивационных работ.

– Нефть в результате своевременной уборки возвращается в производственный оборот.

– Происходит естественное восстановление растительности в течение двух-трех лет после рекультивации из сохранившихся в почве растительных зачатков.

– Технологический цикл завершается за один-два полевых сезона.

– Температура не является существенным фактором для эффективности технологического процесса.

– Технология позволяет очищать от нефти закрытые водоемы и прилегающие к ним загрязненные почвенные участки, а также может применяться для доочистки амбаров и шламонакопителей от трудноизвлекаемой традиционными механическими приемами остаточной нефти.



## КОНФЕРЕНЦИИ



### СИМПОЗИУМ

#### «РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ»

проф. В. Володин

9-11 июня 2008 г. в Москве состоялся симпозиум «Результаты фундаментальных и прикладных исследований для создания новых лекарственных

средств». Симпозиум проходил в президентском зале в здании президиума Российской академии наук. Со-председатели симпозиума: акад. А.И.

Григорьев, академик-секретарь Отделения биологических наук РАН; акад. РАМН А.Л. Гинцбург, вице-президент РАМН; акад. РАСХН В.И. Фисинин,

первый вице-президент РАСХН. Организаторы симпозиума ставили перед собой следующие цели: во-первых, изучение современного состояния фундаментальных и ориентированных исследований в областях медицинской химии, медицинской физики, системной биологии, молекулярной медицины, новых материалов медицинского назначения и фармакологии; во-вторых, прогнозирование развития исследований по этим направлениям и выявление среди них наиболее передовых областей; в-третьих, поиск и отбор инновационных проектов в области живых систем, медицинской химии и других областях, направленных на создание новых лекарственных средств, биосовместимых материалов и медицинских технологий для их последующей реализации. Отбор участников симпозиума проходил на конкурсной основе: принято 80 из более 200 направленных в адрес оргкомитета проектов.

На симпозиуме было заслушано пять пленарных докладов и две приглашенные лекции. С пленарными докладами и лекциями выступили С.А. Цыб, директор департамента химико-технологического комплекса и биоинженерных технологий Министерства промышленности и торговли РФ, академик Е.Д. Свердлов (ИБХ РАН), ознакомивший участников с современными гено-терапевтическими подходами в онкологии, академик В.А. Стоник (ТИБОХ ДвО РАН), доклад которого был посвя-

щен роли природных соединений в создании новых лекарственных средств, академик О.Н. Чупахин (ИОС УрО РАН), рассказавший о достижениях в области синтеза физиологически активных гетероциклических соединений, академик В.А. Ткачук (МГУ), представивший интересный материал о генетических конструкциях и прогениторных клетках как новых лекарственных средствах, профессор В.Н. Даниленко (Институт общей генетики РАН), подчеркнувший важность мишень-направленного поиска новых лекарств, академик В.В. Зверев (НИИ вакцин и сывороток РАМН), затронувший современное состояние проблемы создания новых вакцинных препаратов.

Доклады участников симпозиума были заслушаны на десяти секциях: «Результаты фундаментальных научных исследований как основа для создания инновационных лекарственных средств – опыт и примеры успеха», «Нанотехнологии для создания и доставки лекарственных средств», «Новые технологии и препараты в ветеринарии», «Доклинические и клинические исследования лекарственных средств в России», «Мишень-направленный поиск новых лекарств в постгеномную эпоху», «От БАДов к эффективным лекарственным препаратам, роль природных веществ», «Фармакогенетика, постгеномные технологии для медицины – основа для индивидуализированного лечения человека»,

«Медицинская химия – вклад в создание новых лекарств», «Медицинская биотехнология – вклад в создание новых лекарств», «Создание новых иммунобиологических препаратов».

Многие дискуссионные вопросы были обсуждены на состоявшемся в заключительный день работы симпозиума круглом столе «Инфраструктурные проекты, стимулирующие разработку новых лекарств. Создание сетевой научно-образовательной кооперации». Все были единодушны во мнении – необходимо более тесное взаимодействие между учреждениями академической науки, производством и бизнесом. Организаторы симпозиума информировали участников, что отобранные на конкурсной основе проекты, которые были заслушаны на различных секциях симпозиума, войдут в различные программы и получат государственную поддержку. Таких проектов, представленных учреждениями Коми научного центра УрО РАН, два. Это совместный проект Института химии Коми НЦ УрО РАН с НИИ фармакологии Томского научного центра СО РАМН «Разработка препарата с антиоксидантной, гемореологической и антитромбогенной активностью на основе производного орто-изоборнилфенола» и совместный проект Института биологии Коми НЦ УрО РАН с ООО «Комибиофарм» «Опытное производство БАД «Серпистен» гиполипидемического и противоишемического действия».

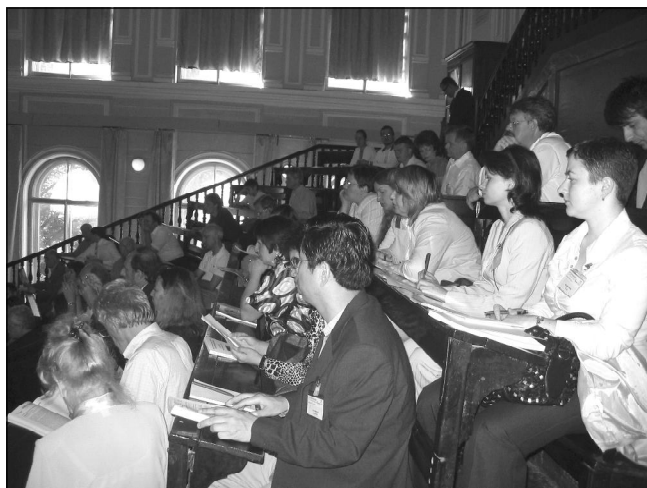
## ХII МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЪЕЗД «ФИТОФАРМ-2008»

проф. В. Володин

2-4 июля 2008 г. в Санкт-Петербурге состоялся XII международный съезд «Фитофарм-2008». Съезд проходил в историческом здании НИИ химии Санкт-Петербургского государственного университета на Васильевском острове, откуда в 1896 г. А.С. Попов отправил первую в мире радиограмму. Организаторами съезда выступили межрегиональный центр «Адаптоген» (Санкт-Петербург), Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН (Россия), Общество исследователей лекарственных растений (GA) (Германия), Санкт-Петербургский институт фармации (Россия), Санкт-Петербургское отделение Российского химического общества им. Д.И. Менделеева (Россия). Генеральным спонсором съезда выступила германская фармацевтическая компания «Бионорика». Спонсорами съезда также были Российский фонд фундаментальных исследований, ООО «Хармс» (Россия), «Финцельберг» (Германия). Информационную поддержку съезду оказали журналы «Вопросы питания», «Растительные ресурсы», «Фармация», фармацевтическая газета «Москов-

ские аптеки», ООО «Издательский дом «Русский врач».

Со вступительным словом при открытии съезда выступил председатель оргкомитета профессор В.Г. Макаров. В первые два дня съезда было заслушано 13 пленарных докладов, посвященных различным аспектам создания новых лекарственных препаратов и биологически активных добавок к пище из растительного сырья. Большой интерес вызвали доклады академика РАМН, профессор Юрия Андреевича Владимировича «Белковые структуры, ответственные за образование радикалов, как мишени для антиоксидантов», академика РАМН, профессор Виктора Александровича Тутельяна «Адаптационный потенциал: эндогенная и экзогенная регуляция», доктора фармацевтических наук Александра Николаевича Шикова «Лекарственные формы с наночастицами для улучшения биодоступности биологически активных соединений природного происхождения», профессор Хилдеберта Вагнера «Исследование синергизма: новые подходы к оценке эффективности многокомпонент-



Работа съезда проходила в историческом здании НИИ химии Санкт-Петербургского университета на Васильевском острове.



Участники съезда – наши партнеры по проекту программы Баренц Секретариат Б. Галамбози (Финляндия), М. Томпсен и И. Мартинуссен (Норвегия).

ных комбинаций лекарственных средств в фитотерапии», проф. Валерия Геннадьевича Макарова «Экспериментальная оценка функционирования метаболомных комплексов», проф. Роберта Верпурта «Метаболомики, назад к основам», проф. Александра Георгиевича Паносяна «Фармакология адаптогенов – от традиционного использования к будущему» и др.

На съезде параллельно работало семь семинаров: «БАД и фитопрепараты: сравнение и взаимодействие», «Новые препараты на основе лекарственного растительного сырья», «Эффективность фитопрепаратов», «Культивирование лекарственных растений согласно принципам Good Agricultural Practices (GAP)» «Контроль качества препаратов на основе лекарственного растительного сырья», «Фармакология и этнофармакология», «Регулирующие документы по фитопрепаратам в России и ЕС».

Всего на съезде было представлено 150 работ участников из 34 стран мира. В его работе приняли участие четыре академика и члена-корреспондента РАН, 28 профессоров, 49 кандидатов наук. Институт биологии Коми НЦ УрО РАН представлял на съезде проф. В.В. Володин, который выступил с устным докладом «Фитоэкдистероиды – источники новых адаптогенных средств». В работе съезда приняли участие наши партнеры по проекту международной программы Баренц Секретариат «Растения Баренц-региона – природный источник для улучшения здоровья и развития бизнеса» д-р Ингер Мартинуссен, Метта Томсен (Норвегия) и Берта Галамбози (Финляндия). На закрытии съезда было принято решение о проведении очередного XIII международного съезда «Фитофарм-2009» в Германии.



## НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

**Эльмира Пантелеймоновна Галенко** приехала на работу в Коми филиал АН СССР 12 августа 1963 г. после окончания географического факультета Ленинградского госуниверситета. Ее научная деятельность начиналась в должности старшего лаборанта в комиссии по охране природы. В лабораторию лесоведения и лесоводства Института биологии Эльмира Пантелеймоновна поступила в 1967 г. и активно включилась в комплексные биогеоэкологические исследования на Зеленоборском стационаре. В последующем фундаментальные исследования фитолимата в хвойных сообществах и определе-

ние энергетических факторов продуктивности лесных насаждений на европейском Севере были продолжены ею на Чернамском и Ляльском стационарах. Результаты этих наблюдений отражены в ее многочисленных публикациях. В течение 16 лет к.б.н. Э.П. Галенко работала в должности ученого секретаря Института биологии, ее всегда отличали исполнительность, аккуратность и доброжелательность. Сегодня она по-прежнему полна сил и энергии, активно участвует в экспедиционных работах, преподает в Сыктывкарском лесном институте.

*Дорогая Эльмира Пантелеймоновна!*

*В этот знаменательный день от всей души желаем Вам здоровья, семейного благополучия, бодрости духа и новых творческих достижений!*

Коллектив отдела лесобиологических проблем Севера