

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БОТАНИКИ И ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

**ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

Материалы II Международной научной конференции
(20–22 октября 2015 г., г. Новосибирск)

УДК 633.88
ББК 53.52
Л 43

Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы: Материалы II Международной научной конференции 20–22 октября 2015 г., г. Новосибирск / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, ИЦ Новосибирского ГАУ «Золотой колос», 2015. – 224 с.

ISBN 978–5–94477–170–4

Редакционная коллегия: канд. биол. наук, доц. И.И. Баяндина
канд. биол. наук, Ю.В. Загурская
канд. биол. наук, доц. Е.В. Дымина

В сборник включены статьи участников II Международной научной конференции «Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы», проведенной кафедрой ботаники и ландшафтной архитектуры Новосибирского государственного аграрного университета. В сборник вошли статьи по следующим основным направлениям:

1. Биология лекарственных растений.
2. Биологически активные вещества растений.
3. Интродукция и выращивание лекарственных растений.
4. Фармакология. Фармакогнозия.
5. Лекарственные растения в ландшафтном дизайне.
6. Фитотерапия.

Для широкого круга специалистов учебных и научных учреждений в области ботаники, физиологии и биохимии растений, фитохимии, интродукции растений, фармакогнозии, фармакологии, экологии, лесного дела, ландшафтной архитектуры и ландшафтного дизайна.

Состав научного комитета:

Председатель: *Вышегуров С.Х.*, д-р с.-х. наук, проф., Новосибирск, Россия
Музычкина Р.А., д-р хим. наук, проф., Алматы, Казахстан
Куприянов А.Н., д-р биол. наук, проф., Кемерово, Россия
Рупасова Ж.А., д-р биол. наук, член-кор. НАН Беларуси, Минск, Беларусь
Mammadov Ramazan, Dr., Prof., Денизли, Турция
Tashev Alexander, Dr., Prof., София

Состав организационного комитета:

Председатель: *Вышегуров С.Х.*, д-р с.-х. наук, проф., Новосибирск
Баяндина И.И., канд. биол. наук, Новосибирск
Дымина Е.В., канд. биол. наук, Новосибирск
Загурская Ю.В., канд. биол. наук, Кемерово

ISBN 978–5–94477–170–4

СОДЕРЖАНИЕ

Биология лекарственных растений

Гемеджиева Н.Г., Кузьмин Э.В. Современное состояние ценопопуляций <i>Ferula foetida</i> в южном Казахстане	9
Zhivetev M. A., Graskova I. A., Kirichenko K. A. Medicinal herb adaptations to thermal regimes at Lake Baikal	13
Живетьев М.А., Турская А.Л., Папкина А.В., Путилина Т.Е., Маркова Ю.А., Граскова И.А., Войников В.К. Роль эндофитных микроорганизмов лекарственных растений в адаптации растений-хозяев и изучение их возможного вклада в содержание сахаров	14
Загурская Ю.В., Баяндина И.И. Сезонная и возрастная динамика изменения высоты растений <i>Leonurus quinquelobatus</i> в разных регионах Западной Сибири	19
Ковтонюк Н.К. Таксономические аспекты лекарственного использования первоцветов (<i>Primula</i> , Primulaceae)	21
Костина О.В., Муравник Л.Е. Структура и химический состав железистых трихом у видов <i>Senecio viscosus</i> и <i>Inula helenium</i> (Asteraceae)	25
Курочкина Н.Ю. Ценопопуляции <i>Prunella vulgaris</i> в Новосибирской области	27
Некратова А.Н. Эфирно-масличные растения лесной флоры Кузнецкого Алатау	30
Пшеничкина Ю.А. Специфика генеративной сферы сибирских видов рода <i>Thymus</i> (Lamiaceae) ...	32
Пятин И.С. Хризантема увенчанная: биологические особенности и химический состав	33
Рыкова В.В., Бусыгина Т.В. Изучение лекарственных растений Сибири и Дальнего Востока: информационные аспекты проблемы	37
Саттаров Д.С., Вышегуров С.Х. Разнообразие и ресурсы дикорастущих лекарственных растений ущелья Явроз	40
Черткова М.А., Шумихин С.А. К вопросу антэкологии <i>Gladiolus imbricatus</i> и <i>Gladiolus tenuis</i> в условиях Предуралья	44
Шишмарев В.М., Шишмарева Т.М. Запасы сырья <i>Sanguisorba officinalis</i> в Прибайкальском районе Республики Бурятия	46

Биологически активные вещества растений

Амброс Е.В., Коцуний О.В., Кукушкина Т.А., Петрук А.А., Новикова Т.И. Синтез фенольных соединений в культуре hairy roots <i>Astragalus penduliflorus</i>	53
Андышева Е.В., Храмова Е.П., Крестов П.В. Фенольные соединения <i>Dasiphora gorovoii</i> в природных и интродукционных условиях юга Приморского края	56
Белоусова Н.И., Некратова Н.А., Ткачев А.В., Шурупова М.Н. Эфирное масло <i>Shizonepeta multifida</i> (Республика Хакасия)	59
Васфилова Е.С., Багаутдинова Р.И., Рымарь В.П. Лекарственные растения – перспективные источники фруктозосодержащих углеводов	63
Дымина Е.В., Баяндина И.И., Загурская Ю.В. Содержание хлорофилла и флавоноидов в листьях растений <i>Hupericum perforatum</i> в условиях Западной Сибири	67
Живетьев М.А., Кириченко К.А., Путилина Т.Е., Дударева Л.В., Рудиковская Е.Г., Граскова И.А., Войников В.К. Суточная динамика общего содержания фенольных соединений	

и активности гваякол пероксидаз в листьях и соцветиях <i>Alchemilla subcrenata</i> и <i>Veronica chamaedrys</i>	70
Живетьев М. А., Кириченко К. А., Путилина Т. Е., Дударева Л. В., Граскова И. А., Войников В. К. Хроматографическое исследование фенольных соединений в лекарственных растениях <i>Alchemilla subcrenata</i> и <i>Veronica chamaedrys</i>	73
Зорикова О. Г., Маняхин А. Ю., Раилко С. П. Динамика накопления водорастворимых полисахаридов в сырье <i>Patrinia rupestris</i> в условиях Приморского края	77
Касумов Х. М. Молекулярный механизм формирования ионных каналов в липидных мембранах, модифицированных полиеновыми антибиотиками	79
Kirichenko K. A. Macrophytes of the Angara River as producers of essential fatty acids	83
Копач О. В., Кузовкова А. А., Пушкина Н. В. Действие электромагнитного поля сверхвысоких частот на биосинтез вторичных метаболитов в клеточной культуре <i>Silybum marianum</i>	85
Корулькин Д. Ю., Курбатова Н. В., Музычкина Р. А. Выявление перспективных источников биологически активных веществ казахстанских растений Polygonaceae	88
Костикова В. А., Костилов Д. К., Петрук А. А. Фенольные соединения <i>Atraphaxis frutescens</i> , произрастающего в Сибири	91
Коцуний О. В. Флавоноиды некоторых видов рода <i>Astragalus</i> Сибири	93
Кукина Т. П. Липофильные компоненты некоторых видов полыни	96
Курбатова Н. В., Музычкина Р. А., Корулькин Д. Ю. Динамика содержания полифенольного комплекса в зависимости от фаз развития у некоторых казахстанских видов растений	100
Куридзе М. Г., Иосебидзе Т. И., Убриия М. Н. Изучение листьев орехового дерева для практического применения	102
Молчан О. В., Фатыхова С. А., Шабуня П. С., Юрин В. М. Синтез терпеновых индольных алкалоидов в растениях <i>Vinca minor</i> при интродукции и введении в культуру <i>in vitro</i>	104
Музычкина Р. А., Корулькин Д. Ю. Взаимосвязь строения и антивирусной активности кислотных метаболитов казахстанских растений Polygonaceae	107
Мяделец М. А., Кукушкина Т. А., Воробьева Т. А. Динамика накопления биологически активных веществ некоторыми видами рода <i>Agastache</i>	110
Поспелов С. В., Поспелова А. Д. Динамика накопления производных гидроксикоричных кислот в интродуцированных в Украине видах рода <i>Echinacea</i>	113
Реут А. А., Миронова Л. Н. Влияние препарата <i>Biodux</i> на аминокислотный состав пионов	116
Романтеева Ю. В., Дурнова Н. А., Зараева Н. В. Фитохимический анализ травы лапчатки серебристой (<i>Potentilla argentea</i>), произрастающей в пос. Чардым Саратовской области	120
Сиромля Т. И. Типичные ошибки и сложности определения содержания химических элементов в лекарственном растительном сырье	122
Фомина Т. И., Кукушкина Т. А. Содержание биологически активных веществ в надземных органах некоторых видов рода <i>Campanula</i>	126
Шевченко А. С., Музычкина Р. А., Корулькин Д. Ю. Биологически активный комплекс горца земноводного <i>Polygonum amphibium</i> , произрастающего в Казахстане	129
Шурупова М. Н., Кукушкина Т. А., Петрук А. А., Щетинин П. П. Исследование химического состава некоторых видов <i>Saussurea</i>	131

Интродукция и выращивание лекарственных растений

Баяндина И.И., Загурская Ю.В., Суздорф А.В. Использование декоративных сортов василька синего как лекарственного растения	137
Гаранович И.М., Рупасова Ж.А., Шпитальная Т.В. Культуры лечебного садоводства в Беларуси	140
Еремеева Е.Н., Маланкина Е.Л., Калиниченко Л.В. Комплексная оценка сортов и образцов иссопа лекарственного (<i>Hyssopus officinalis</i>) различного происхождения	145
Загурская Ю.В., Егорова И.Н. Экспозиция лекарственных растений в Кузбасском ботаническом саду	147
Зайцева Ю.Г., Новикова Т.И. Микроразмножение <i>Rhododendron dauricum</i> как перспективного источника биологически активных веществ	149
Иосебидзе Т.И., Куридзе М.Г., Убирия М.Н. Морозник кавказский как ядовитое, лекарственное и декоративное растение	151
Котюк Л.А., Рахметов Д.Б., Вергун Е.Н. Биохимические особенности <i>Elsholtzia cristata</i> и <i>Satureja hortensis</i> в связи с интродукцией в условиях Полесья Украины	153
Куленкамп А.Ю., Белобров В.П., Серебренников В.В., Белоброва Д.В., Логинова А.В. Декоративная и хозяйственная роль облепихи	156
Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н., Пржевальский Н.М., Грязнов А.П. Перспективы применения ауксиновых регуляторов роста на лекарственных растениях	159
Млечко Е.А. Элементы агротехники выращивания шалфея эфиопского в условиях Волгоградской области	161
Никитина Е.В., Абдуллаева Д.А., Сафаров К.С. Введение в культуру <i>in vitro</i> редких видов рода <i>Lagochilus</i>	163
Самойленко Н.А., Самойленко Т.Г. Адаптационные возможности лапчатки индийской (<i>Potentilla indica</i>) при интродукции в Северном Причерноморье	166
Узянбаева Л.Х., Миронова Л.Н. Биологические особенности некоторых представителей рода <i>Dianthus</i> при интродукции в Башкирском Предуралье	169
Янченко И.А., Кораблева О.А. Продуктивность сортов монарды двойчатой (<i>Monarda didyma</i>) в первый год вегетации в условиях Южной Степи Украины	172

Фармакология. Фармакогнозия

Андреева А.А., Шаркова Е.А., Полуконова Н.В. Сравнительный токсикологический анализ водной и хлороформной фракций экстрактов кирказона ломоносовидного	179
Воробьева Т.А. Анатомо-морфологические особенности некоторых видов рода <i>Agastache</i> (Lamiaceae)	181
Зорикова О.Г., Раилко С.П., Маняхин А.Ю. Микроскопическое анатомическое строение листа <i>Patrinia rupestris</i>	184
Иващенко И.В., Рахметов Д.Б., Балко А.Б. Антимикробная активность этанольных экстрактов <i>Artemisia abrotanum</i> , <i>Artemisia dracunculus</i> , <i>Artemisia austriaca</i>	187
Салионова А.В., Раилко С.П., Маняхин А.Ю., Зорикова О.Г. Микроскопические признаки сырья листьев <i>Juglans mandshurica</i>	191

Фролова Т. С., Кукина Т. П., Сеницина О. И. Пентациклические тритерпеновые кислоты как перспективные противоопухолевые препараты	194
---	-----

Лекарственные растения в ландшафтном дизайне

Киселева О. А. Успехи использования лекарственных растений, интродуцированных на Среднем Урале, в зеленом строительстве г. Екатеринбург	199
Рябова И. С., Баяндина И. И. Лекарственные растения в цветнике на набережной Новосибирска	201
Филипчук О. Д., Тонконог М. Д. Роль лекарственных растений в формировании ландшафта крупного оздоровительного комплекса	203

Фитотерапия

Воронкова М. С., Кирюшкина С. М. Применение экстракта корневища <i>Bistorta officinalis</i> при лечении гингивита	209
Убирия М. Н., Иосебидзе Т. И., Куридзе М. Г. Лекарственные растения, применяемые при заболеваниях печени и желчного пузыря	212
Чиндяева Л. Н., Цыбуля Н. В., Киселева Т. И. Антимикробная активность древесных растений в Сибири	214
Чукуриди С. С., Филипчук О. Д. Биологические особенности и лечебные свойства гинкго двулопастного (<i>Ginkgo biloba</i>)	218
Указатель авторов	222

Биология лекарственных растений



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *FERULA FOETIDA* В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ

Гемеджиева Н.Г., Кузьмин Э.В.

Республиканское государственное предприятие «Институт ботаники и фитоинтродукции»
Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан
(РГП ИБФ КН МОН РК), Алматы, Казахстан
e-mail: ngemed58@mail.ru

CURRENT STATUS OF *FERULA FOETIDA* CENOPOPULATIONS IN SOUTHERN KAZAKHSTAN

Gemejijeva N. G., Kuzmin E. V.

Приведены результаты ресурсных исследований по оценке современного состояния ценопопуляций фармакопейного лекарственного вида ферула вонючая (*Ferula foetida* (Bunge) Regel) на территории южного Казахстана.

Ключевые слова: *Ferula foetida*, ценопопуляция, объем возможных заготовок, южный Казахстан.

Южный Казахстан – один из крупных и интенсивно осваиваемых регионов республики. В его состав входит Южно-Казахстанская область (ЮКО) протяженностью примерно 600 км с севера на юг, характеризующаяся разнообразием ландшафтно-климатических зон – от пустынь до высокогорий, каждая из которых отличается своеобразным комплексом видов. Географическое положение и сложная ландшафтная дифференциация территории ЮКО обусловили большое разнообразие растительных сообществ и богатство флоры. Здесь произрастает около 50 % растений флоры Казахстана и 41 % общего числа эндемичных видов [4].

На территории ЮКО отчетливо проявляются закономерности широтной зональности Ирано-Туранской пустынной области. Пустыни южного Казахстана и Средней Азии относятся к континентальным засушливым областям зоны умеренных широт. Общая особенность условий растительности в пустынной зоне – значительная сухость климата при высокой теплообеспеченности. В северотуранских пустынях среднегодовая температура около 5 °С, средняя температура января составляет –10... –15 °С, июля – 24–25 °С, суммарное количество осадков – 100–150 мм/год [1].

Среди дикорастущих видов ЮКО немало лекарственных, пищевых, технических, «красно-книжных» и эндемичных (цитварная полынь, аллохруза качимовидная, солодка, эфедра хвощевая, солянка Рихтера, анабазис безлистный, псоралея костянковая, цистанхе солончаковая, ферула вонючая и др.), которые прежде были объектами промышленных заготовок, а некоторые сохраняют хозяйственное значение и сегодня [4, 5, 7, 11].

Объектом наших исследований стали дикорастущие заросли востребованного фармакопейного лекарственного растения ферула вонючая (*Ferula foetida* (Bunge) Regel) из семейства зонтичных (Apiaceae Lindl.), заготавливаемого на территории ЮКО и экспортируемого за рубеж.

Ферула вонючая (каз. сасыр, сасык-курай) – многолетнее монокарпическое растение с толстым, коренастым стеблем около 1 м высотой, который в верхней трети ветвится, создавая густую, сферическую метелку. Цветки палевые, лепестки яйцевидные, плоские, 3,5 мм длиной. Плоды плоскосжатые, с расширенной краиной, эллиптические или более-менее округлые, на вершине выемчатые, густо покрытые курчавыми волосками, их ребра нитевидные. Цветет в марте – апреле, плодоносит в апреле – мае. Зацветает на 8–10-м году жизни, после цветения отмирает. Растет на лессовых подгорных равнинах и в песчано-гравийных пустынях на гипсовых сероземах. Распространена в основном на западе и юго-западе ЮКО, а также в предгорьях Чу-Илийских гор.

Молодые генеративные побеги ферулы вонючей употребляются населением в пищу как лакомство, так же как и «мед», получаемый из сока побегов. Листья и плоды хорошо поедаются овцами. Растение содержит эфирное масло (2,54–19,6 %), флавоноиды (2,44–2,88 %), фенолкарбоновые кислоты [14]. В массивных корнях содержатся ароматические смолы, описывавшиеся ранее под названием асафетида. Этот продукт обладает сильным, неприятным чесночным запахом из-за присут-

ствия в эфирном масле серы. Смола добывается путем подсечки обнаженной верхней части корня. Кроме смолы и эфирного масла корни сасыра содержат крахмал, который после промывки в воде годен в пищу [15]. Растение издавна применяется в восточной медицине как желчегонное, противосудорожное и глистогонное средство. Камедесмола асафетида входила в отечественную фармакопею (1–8 издания) и фармакопеи ряда других стран как противосудорожное средство. В настоящее время ферула вонючая включена в Государственный реестр лекарственных средств Республики Казахстан [6].

Сотрудники РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК в 2007–2014 гг. в рамках хозяйственных работ проводили ресурсные исследования ферулы вонючей на территории Казахстана. Цель исследований – оценка современного состояния ценопопуляций этого лекарственного вида для вовлечения в хозяйственное использование. Было выявлено распространение ферулы вонючей на территории Кызылординской, Жамбылской, Алматинской и Южно-Казахстанской областей. В 2014 г. установлено, что ее наиболее продуктивные промысловые заросли сосредоточены в четырех районах Южно-Казахстанской области: Арысском, Отырарском, Сарыагашском и Шардаринском.

Ресурсное обследование проводилось маршрутно-рекогносцировочным методом [2]. При описании растительных сообществ с участием объектов исследования использовались общепринятые геоботанические методы [10, 13]. Оценку запасов сырья проводили на конкретных зарослях методом учетных площадок и модельных экземпляров. Величину эксплуатационного запаса и объем возможных ежегодных заготовок рассчитывали с учетом периода восстановления зарослей вида [12].

В южной половине ЮКО, где проводились наши экспедиционные исследования, обширные площади занимают предгорные и низкогорные пустыни, отличающиеся обилием эфемеров, эфемероидов и злаков.

Среди доминирующих и характерных видов на суглинистых и супесчаных почвах встречаются полыни (*Artemisia terrae-albae* Krasch., *A. turanica* Krasch., *A. semiarida* (Krasch. & Lavrenko) Filatova), биюргун (*Anabasis salsa* (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens), кейреук (*Salsola orientalis* S.G. Gmel.), на каменисто-щебнистых – черный боялыч (*Salsola arbusculiformis* Drobow), тасбиюргун (*Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bunge); на песках – белый саксаул (*Haloxylon persicum* Bunge ex Boiss. & Buhse), жузгуны (*Calligonum aphyllum* (Pall.) Guerke, *C. leucocladum* (Schrenk) Bunge, *C. caput-medusae* Schrenk), песчаная акация (*Ammodendron conollyi* Bunge ex Boiss.), селин (*Stipagrostis pennata* (Trin.) De Winter).

Заросли ферулы обнаружены на различных по гранулометрическому составу почвах – глинистых, супесчаных, песчаных, как на плоской равнине с абсолютными высотами 150–200 м над ур. моря, так и на всхолмленной равнине с высотами до 450 м над ур. моря.

Изучение фитоценологических условий произрастания ферулы показало, что она является доминантом растительного покрова на территории ЮКО [3]. По литературным данным известны ассоциации, которые образует ферула: *Ferula assa-foetida* ass.; *Artemisia terrae-albae*–*Poa bulbosa*–*Carex pachystylis*–*Ferula assa-foetida*; *Artemisia diffusa*–*Ferula assa-foetida* [3, 9]. В районе исследований нами выявлено несколько сообществ с доминированием ферулы, условно мы разделили их на крупнотравно-эфемероидно-феруловые и мелкотравно-эфемероидно-феруловые.

В первой группе сообществ в качестве субдоминантов выступают *Artemisia cina* Berg. et. Poljak, *A. terrae-albae* Krasch., *Leontice ewersmanni* Bunge, *Cousinia minkwiziae* Bornm., *Ferula tenuisecta* Korovin, *Iris tenuifolia* Pall. и др. В период вегетации ферулы высокотравные виды занимали верхний ярус высотой до 60 см. Во втором ярусе высотой до 30 см господствовала ферула с проективным покрытием от 5 до 75 %. Нижний ярус высотой 8–15 см составляли эфемероиды: *Carex pachystylis* J. Gay и *Poa bulbosa* L. создавали сплошной покров с покрытием до 100 %. Во второй группе сообществ нижний ярус высотой до 20 см был представлен *Carex pachystylis* и *Poa bulbosa* с почти 100 %-м проективным покрытием, а ферула занимала второй (верхний) ярус высотой более 30 см с проективным покрытием от 5 до 75 %. Наиболее часто встречались полынно-эфемероидно-феруловые (*Ferula foetida*–*Carex pachystylis*, *Poa bulbosa*–*Artemisia cina* ass.) и эфемероидно-феруловые (*Ferula foetida*–*Carex pachystylis*, *Poa bulbosa*) сообщества.

Флористический состав таких сообществ насчитывал до 30 видов сосудистых растений, из которых в качестве доминантов выступали 4 вида, субдоминантов – 6 видов, остальные представляли собой облигатные ассектаторы: *Alisum desertorum* Stapf, *Barbarea vulgaris* R. Br., *Trigonella arcuata* C.A. Mey., виды рода *Gagea* sp., *Strigosella turkestanica* (Litv.) Botsch., *Tulipa greigii* Regel, *T. alberti* Regel, *T. buhseana* Boiss. Все эти виды наряду с ферулой, осокой и мятликом являются типичными эфемероидами, что и определяет название сообществ – эфемероидно-феруловые.

Сообщества ферулы характеризуются ярусным строением. Нижний ярус занят сплошным покровом из эфемероидов *Carex pachystylis* и *Poa bulbosa* высотой до 20 и 30 см соответственно. В фазу отрастания и вегетации ферула с высотой розеток до 30 см занимает второй ярус с проективным покрытием от 5 до 75 %. В это время характерные крупнотравные виды полыни достигают высоты 30 см (зеленые стебли) и 60 см (сухостой) и занимают третий ярус. В фазу бутонизации и цветения ферулы ее розеточные листья (от 7–8 до 22 шт.) приподнимаются, растение приобретает вид куста высотой до 1–1,5 (2) м с диаметром соцветия (зонтика с зонтичками) до 1–1,5 м и занимает присущий ему третий ярус с проективным покрытием до 75 %. Таким образом, к моменту бутонизации и цветения ферулы зонтичек полыни оказываются во втором ярусе, сама ферула – в третьем, а осока и мятлик – в первом. Максимальная высота ярусов: до 1,5 м для ферулы, 60–80 см для полыни, до 30 (40) см для осоки и мятлика.

В 2014 г. на обследованной территории ЮКО нами были выявлены полынно-злаково-феруловые, эфемероидно-ферулово-полынные, ферулово-эфемероидно-саксауловые сообщества, флористический состав которых насчитывал в основном 14–20 видов сосудистых растений с различным обликом произрастания. Среди сопутствующих видов встречались *Leontice ewersmanni* Bunge (цв. – нач. плод.), *Barbarea vulgaris* R. Br., *Trigonella arcuata* C.A. Mey. (sp, цв.), *Artemisia cina* Berg ex Poljakov, *A. terrae-albae* Krasch. (cop, veg.), *Tulipa greigii* Regel (sp-sol, цв.), *Strigosella turkestanica* Litv. (sp-cop, цв.), *Poa bulbosa* L. (cop, veg.), *Carex pachystylis* Gay. (cop, цв.), *Rindera tetraspis* Pall., *Rheum turkestanicum* Janisch. (un, бут.), *Alyssum desertorum* Stapf (sp, цв.), *Iris tenuifolia* Pall., *Lepidium perfoliatum* L. (sp, плод.), *Ranunculus severzovii* Regel (sp, цв.), *Geranium transversale* (Kar. et Kir.) Vved. (sol, цв.), реже и рассеянно – *Anemone petiolulosa* Juz. (sol, цв.).

Проективное покрытие ферулы зонтичек в выявленных промысловых массивах варьировало от 5 до 75 %. Наиболее мощными растения становятся в фазу цветения, когда надземная фитомасса достигает 4–5 кг (в сыром виде), а подземная – 8–10 кг (в сыром виде) при диаметре корней в корневой шейке до 20 см. Масса свежих корней у 3–4-летних экземпляров ферулы зонтичек, пригодных для заготовки, в среднем 3,6 кг. Плотность запаса (урожайность) сырья изменялась от 0,6 до 9,3 т/га, количество экземпляров – от 160 до 2400 экз./га.

В целом, на обследованной территории четырех районов Южно-Казахстанской области было выявлено 19 промысловых массивов зарослей ферулы зонтичек на площади 14 200,5 га с суммарным объемом возможной ежегодной заготовки сырья не более 7259,0 т свежих корней.

На территории Арысского района ферула занимала площадь 12 078 га, из 11 промысловых массивов наиболее продуктивными оказались два с объемом возможной ежегодной заготовки от 1692 до 2048 т свежего сырья. Наименьшим объемом заготовки (не более 10–18 т) характеризовались массивы, расположенные в окрестностях пос. Костуин, в остальных случаях возможно ежегодно заготавливать несколько сотен тонн свежего сырья. С учетом биологических особенностей ферулы зонтичек суммарный объем возможных ежегодных заготовок на обследованной территории Арысского района не должен превышать 6619,4 т свежего сырья. На территории Сарыагашского района было обнаружено два промысловых массива зарослей ферулы площадью 1125 га. Суммарный объем заготовки сырья не должен превышать 348,8 т сырых корней в год. На территории Отырарского района находятся пять промысловых массивов зарослей ферулы площадью 847,5 га. Суммарный объем заготовки сырья не должен превышать 244,7 т сырых корней в год. В Шардаринском районе выявлен один промысловый массив зарослей ферулы площадью 150 га с объемом возможной ежегодной заготовки сырья не более 46,5 т. Учитывая значительные площади обследованных районов на территории Южно-Казахстанской области, мы рекомендуем осваивать выявленные массивы поэтапно в течение 3–4 лет.

Для рационального использования промысловых массивов ферулы вонючей целесообразно заготавливать сырье (подземные органы) или использовать камедь при подсечке корней у 4–5-летних растений, масса корней которых не менее 2,5 кг в сыром виде, а диаметр розетки из 6–12 прикорневых листьев должен быть не менее 50–60 см. Категорически запрещается заготавливать цветущие или плодоносящие экземпляры, так как они являются источником семенного материала, а восстановление популяций ферулы вонючей в природных условиях возможно только семенным способом.

Заготовку корней следует проводить вручную с использованием специальных орудий – «копачей». Механизированная заготовка путем распашки зарослей недопустима, так как этот способ приведет к деградации природных популяций ферулы вонючей. Необходима заделка ям в почве после окончания заготовительных работ.

Поскольку ферула вонючая является многолетним монокарпиком, в целях сохранения естественных популяций вида повторную заготовку сырья рекомендуется проводить только после 10-летнего перерыва – «отдыха» зарослей.

При сбалансированном использовании сырьевой базы ферулы вонючей имеются все предпосылки для создания отечественного производства современных БАДов, травяных сборов и эффективных фитопрепаратов на основе природного возобновляемого сырья.

Литература

1. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны) / Под ред. Е.И. Рачковской, Е.А. Волковой, В.Н. Храмцова. СПб., 2003. 424 с.
2. Быков Б.А. Геоботаника. Алма-Ата, 1957. С. 22–23.
3. Быков Б.А. Доминанты растительного покрова Советского Союза. Алма-Ата, 1965. Т. III. С. 276.
4. Государственный кадастр растений Южно-Казахстанской области. Книга 1. Конспект видов высших сосудистых растений. Алматы, 2002. 314 с.
5. Государственный кадастр растений Южно-Казахстанской области. Книга 2. Красная книга. Дикорастущие редкие и исчезающие виды растений. Алматы, 2002. 148 с.
6. Государственный реестр лекарственных средств Республики Казахстан, 2013: [Электрон. ресурс] // Перечень лекарственных средств, зарегистрированных и разрешенных к применению и производству Министерством здравоохранения Республики Казахстан. URL: <http://www.adilet.zan.kz> (дата обращения: 14.05.2015).
7. Исамбаев А.И. Ресурсная характеристика некоторых сырьевых растений Казахстана (чий, тростник, солодка) и их рациональное использование: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Алматы, 1994. 46 с.
8. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР / Под ред. И.В. Ларина. М.; Л.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1950. Т. I. 687 с.
9. Коровин Е.П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Кн. II. Ташкент: Изд-во АН УзбССР, 1962. 548 с.
10. Корчагин А.А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника. М.; Л., 1964. Т. 3. С. 39–60.
11. Кукунов М.К. Ботаническое ресурсосведение Казахстана. Алматы, 1999. 160 с.
12. Методика определения запасов лекарственных растений. М., 1986. 50 с.
13. Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // Полевая геоботаника. М.; Л., 1964. Т. 3. С. 209–237.
14. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Л., 1988. С. 112.
15. Флора Казахстана. Алма-Ата. 1963. Т. 6. С. 388–389.

MEDICINAL HERB ADAPTATIONS TO THERMAL REGIMES AT LAKE BAIKAL

Zhivetev M.A., Graskova I.A., Kirichenko K.A.

*Federal State Budgetary Institution of Science Siberian Institute of Plant Physiology
and Biochemistry Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (SIPPB SB RAS), Irkutsk, Russia
e-mail: nik.19@mail.ru*

Our objects of research were leaves from three species of medicinal herbs, *Achillea asiatica* Serg., *Taraxacum officinale* Wigg., and *Plantago major* L. Each species grows in the city of Irkutsk and the south-eastern shore of Lake Baikal. In the leaves of each species, we sought to identify peroxidase activity, fatty acid content, sugar accumulation, and stress-induced protein production. In autumn, sugar accumulation, stress-induced protein production, and unsaturated fatty acid content were registered in Lake Baikal higher plants than their Irkutsk counterparts suggesting an adaptation complex of Baikal herbs. These mechanisms can be used as a biological indicator of stress levels for Baikal plants in their native habitat.

Key words: medicinal herbs, *Achillea asiatica*, *Taraxacum officinale*, *Plantago major*, adaptation, natural conditions, peroxidase activity, stress-induced proteins.

The research sought to assess the status of both Lake Baikal and surrounding area as an indirect means to analyze climatic influences. In this attempt, we measured the effect of low temperatures on protein, lipid, and carbohydrate metabolisms by measuring certain signal molecules including active oxygen forms and peroxidase activity.

For this research, our main objects were three medicinal herb species, *Achillea asiatica* Serg., *Taraxacum officinale* Wigg., and *Plantago major* L., that occur naturally within Irkutsk and the southeastern shore of Lake Baikal. In the leaves of each species, we measured peroxidase activity, fatty acid content, sugar accumulation, and stress-induced protein production.

Variation in cell wall associated peroxidase as well as soluble peroxidase was identified as dependent upon both the reigning thermal regime and location of growth [1].

In October, with impending negative temperatures, peroxidase activity within Irkutsk-dwelling plants decreased. Inversely, for plants located at Lake Baikal, peroxidase activity increased.

The phenomena described can be elucidated as an adaptive mechanism for plants in Irkutsk and Baikal shore in response to environmental stimuli.

Thermal stability and optimal pH of cell wall associated and soluble peroxidases were shown to change in relation to natural habitat location and season of a year [2]. Additionally, peroxidase activity varied throughout the vegetation period.

When in a condition of increased hydrogen peroxide presence, a logical increase in peroxidase was observed, preceded by dehydrine expression [6].

An increase in sugar content, functioning as a cryoprotective mechanism, was observed towards the end of the vegetative season [4]. Sugar accumulation in plants on the shores of Lake Baikal was observed to contain lower concentrations than Irkutsk counterparts.

In conclusion, sugar accumulation, stress-induced protein production [5], and unsaturated fatty acid content [3], observable in the leaves of Baikal flora, were noticed to be higher at Lake Baikal than in Irkutsk. By regular measuring these biochemical characteristics, the system can be used as that of ecological standing for Baikal plants.

Acknowledgments: I should like to thank Michael Meyer (US National Science Foundation Fellow and PhD student, from Washington State University) for his support and contribution to this work.

References

1. Zhivetev M.A., Graskova I.A., Voinikov V.K. Activity of guaiacol-dependent peroxidase in *Plantago major* L. leaves // J. Stress Physiol. Biochem. 2013. Vol. 9. No. 3. P. 326–332.
2. Zhivetev M.A., Graskova I.A., Voinikov V.K. Dependence of guaiacol peroxidase activity on pH in officinal plant leaves // J. Stress Physiol. Biochem. 2013. Vol. 9. No. 1. P. 283–288.

3. Zhivetev M.A., Graskova I.A., Dudareva L.V., Stolbikova A.V., Voinikov V.K. Change of fatty-acid composition in plants during adaptation to hypothermia // J. Stress Physiol. Biochem. 2010. Vol. 6. No. 4. P. 51–65.

6. Zhivetev M.A., Rachenco E.I., Putilina T.E., Krasnobaev V.A., Graskova I.A., Voinikov V.K. Activity and isoenzyme spectrum of peroxidases and dehydrins of some plant species, growing on the shores of Lake Baikal, under abiotic stress // J. Stress Physiol. Biochem. 2010. Vol. 6. No. 4. P. 42–50.

4. Zhivetev M.A., Graskova I.A., Pomortsev A.V., Voinikov V.K. Water and carbohydrate content in leaves of plants used in medicine during vegetation // J. Stress Physiol. Biochem. 2011. Vol. 7. No. 4. P. 69–79.

5. Zhivetev M.A., Kolesnichenko A.V., Graskova I.A., Voinikov V.K. Seasonal Dynamics of stress proteins in leaves of medicinal plants in natural environment of Irkutsk and on the shores of Lake Baikal // J. Stress Physiol. Biochem. 2014. Vol. 10. No. 4. P. 42–50.

РОЛЬ ЭНДОФИТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ-ХОЗЯЕВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ВОЗМОЖНОГО ВКЛАДА В СОДЕРЖАНИЕ САХАРОВ

**Живетьев М.А., Турская А.Л., Папкина А.В., Путилина Т.Е.,
Маркова Ю.А., Граскова И.А., Войников В.К.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения
Российской академии наук (СИФИБР СО РАН), Иркутск, Россия
e-mail: nik.19@mail.ru

THE ROLE OF ENDOPHYTE MICROORGANISMS OF MEDICINAL PLANTS IN THE ADAPTATION OF HOST PLANTS AND STUDY OF THEIR POSSIBLE CONTRIBUTION TO SUGAR CONTENT

**Zhivetev M.A., Turskaja A.L., Papkina A.V., Putilina T.E.,
Markova Ju.A., Graskova I.A., Voinikov V.K.**

Изучены лекарственные растения, собранные в Иркутске и на юго-восточном побережье оз. Байкал: *Alchemilla subscrenata* Buser, *Veronica chamaedrys* L., *Achillea asiatica* Serg., *Taraxacum officinale* Wigg., *Plantago major* L. Точки отбора проб различались по температуре воздуха и почв, а также по количеству атмосферных осадков. Увеличение содержания сахаров, выполняющих криопротекторную функцию, наблюдалось к концу периода вегетации. На побережье оз. Байкал накопление сахаров происходило интенсивнее, чем в Иркутске. Из эндосферы растений прибрежной зоны озера Байкал: выделены культуры микроорганизмов, изучены морфология и биохимические свойства изолированных бактерий, показана их потенциальная роль в адаптации растений-хозяев к климатическим условиям байкальского региона.

Ключевые слова: сахара, лекарственные растения, *Veronica chamaedrys*, *Alchemilla subscrenata*, *Achillea asiatica*, *Taraxacum officinale*, *Plantago major*, эндосфера, микроорганизмы.

Проблема адаптации и устойчивости лекарственных и сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам внешней среды до сих пор остается одной из важных задач, стоящих перед биологическими науками. Известно, что в процессы адаптации растений к условиям произрастания вносят существенный вклад некоторые ферменты и сигнальные молекулы, продукты белкового, липидного и углеводного обмена, а также симбиотические и ассоциативные эндофитные микроорганизмы. В частности, внутри растительных тканей обнаружены разные виды *Pseudomonas* [11], *Enterobacter* [12] и других родов [8, 9]. Роль эндофитных микроорганизмов в жизни растений практически не изучена. Эндофиты способствуют адаптации растений к различным условиям окру-

жающей среды, усиливая фотосинтез и продуктивность, устойчивость к действию фитопатогенов и пр. [1]. Накопление сахаров является важной составляющей защиты тканей и клеток растений от заморозания в условиях низких температур [6].

Целью данной работы было изучение накопления сахаров в листьях ряда лекарственных растений и вклада эндофитных микроорганизмов, выделенных из растений-хозяев, в их адаптацию. Для исследования выбраны растения, наиболее часто встречающиеся в местах отбора проб (на стационаре института «Речка Выдриная», расположенном на юго-восточном побережье оз. Байкал, и в г. Иркутске): манжетка городковатая (*Alchemilla subcrenata* Buser), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.), тысячелистник азиатский (*Achillea asiatica* Serg.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), подорожник большой (*Plantago major* L.). Эти лекарственные растения активно используются в народной медицине, но их химический и биохимический состав недостаточно изучен.

Манжетка содержит витамин С (особенно много его накапливается в период цветения), дубильные вещества, флавоноиды, горечи, благодаря чему активно используется как вяжущее и противовоспалительное средство. В Западной Европе манжетка ценится за противоязвенное и диуретическое действие [3, 5].

Листья и стебли вероники, содержащие сапонины, аскорбиновую кислоту, каротины, флавоноиды, кумарины, дубильные вещества, а также горечи, применяются в народной медицине как вяжущее, ранозаживляющее, противопростудное средство. Вероника весьма популярна в тибетской и китайской медицине [5].

О тысячелистнике азиатском как самостоятельном виде [7], в отличие от тысячелистника лекарственного, известно несколько меньше, но как минимум установлено, что он содержит дубильные вещества, алкалоиды, каротин, витамины С и К, флавоноиды, смолы, эфирные масла. Он широко используется при воспалениях, различных желудочно-кишечных заболеваниях, заболеваниях мочевых путей, в народной и традиционной медицине, в гомеопатии и ветеринарии [5].

В листьях одуванчика лекарственного содержатся каротин, аскорбиновая кислота, витамины В₁, В₂, D, они богаты белком, солями железа, фосфора и кальция, снимают интоксикацию при укусах змей, оказывают диуретическое, желчегонное и противопростудное действие. На Руси одуванчиком лечили желтуху и бессонницу, а в средневековой Германии использовали как снотворное и успокаивающее средство [5]. Однако сегодня в медицине более востребованы его корни, а листья используются в мировой пищевой промышленности, где одуванчик широко применяется не только как овощное и кормовое растение, но даже при производстве особых сортов вина и кофе.

Листья подорожника большого, богатые гликозидом аукубином, дубильными веществами и горечами, каротином, аскорбиновой кислотой и витамином К, используются при широком спектре желудочно-кишечных заболеваний как в научной, так и в народной медицине. Клинически доказан ранозаживляющий эффект, выраженное спазмолитическое и противовоспалительное действие подорожника, его тонизирующее и антисклеротическое влияние, отмечены усиление секреторной функции желудка, заметное повышение содержания гемоглобина в крови пациентов. В народной медицине благодаря кровеостанавливающему и ранозаживляющему действию листья подорожника применяют при лечении ожогов, порезов и нарывов. Китайские врачи назначают подорожник при хронических бронхитах, плевритах и нефритах, а в ветеринарной практике порошок из его сухих листьев эффективен для лечения ран и карбункулов у животных, больных сибирской язвой [5].

На юго-восточном побережье Байкала на р. Выдриная обнаружены все пять видов растений, а в Иркутске – только три (*A. asiatica*, *T. officinale*, *P. major*). В обоих районах проводились ежедневные наблюдения за изменением температуры воздуха, почвы (горизонт 15 см) и выпадением атмосферных осадков. Сравнение данных показало, что почва на побережье Байкала в устье р. Выдриная в летний период прогревалась сильнее, чем в Иркутске, но быстрее охлаждалась осенью, начиная с августа. В Иркутске кривая изменения температуры почвы более сглаженная. Летом воздух здесь хорошо прогревался, но с приходом осени быстрее охлаждался. Напротив, на побережье Байкала растения испытывали недостаток тепла, а осенью подвергались гипотермии в меньшей степени,

чем в Иркутске. По характеру увлажнения экспериментальные площади на р. Выдриной и в Иркутске тоже отличались: летом на Байкале выпадало больше атмосферных осадков, чем в городе. Растения находились в неравнозначных климатических условиях, что предполагает отличия в реализуемых адаптационных механизмах в зависимости от места произрастания.

Материалы и методы. Для определения общего содержания водорастворимых сахаров в растительных тканях и культуральной жидкости бактерий использовали антроновый метод [4]. Оптическую плотность раствора промеряли на спектрофотометре Spekol-10 (Carl Zeiss, Германия) при длине волны 620 нм.

Бактерии выделяли из листовых пластинок растений после стерилизации их поверхности 10%-м раствором гипохлорита натрия. Для идентификации полученных культур проводили стандартное описание их роста на плотной питательной среде и на бульоне, окрашивали микроорганизмы по Граму, делали тест гидроокисью калия (КОН), определяли каталазную активность, тестировали на окисление-ферментацию среды, рост на среде Симмонса и восстановление нитратов до нитритов [2]. Также определяли целлюлазную, протеолитическую и амилазную активность бактерий, рост на среде Эшби, способность образовывать биопленки, фитотоксичность культур [10].

Результаты и их обсуждение. С наступлением осенних холодов происходило накопление низкомолекулярных углеводов в тканях всех исследуемых растений, особенно в тканях листьев растений, собранных в прибрежной зоне Байкала (табл. 1).

Таблица 1

Содержание растворимых сахаров (% сырой массы) в листьях растений

Место отбора проб	Дата отбора проб	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Achillea asiatica</i>	<i>Alchemilla subcrenata</i>	<i>Veronica chamaedrys</i>
р. Выдриная	24.06	0,95 ± 0,09	1,35 ± 0,13	0,76 ± 0,02	3,04 ± 0,10	0,78 ± 0,03
	06.08	1,50 ± 0,04	0,92 ± 0,07	0,78 ± 0,06	1,36 ± 0,07	0,97 ± 0,05
	30.08	1,08 ± 0,04	1,21 ± 0,12	1,48 ± 0,12	1,59 ± 0,02	0,95 ± 0,03
	08.10	4,33 ± 0,07	3,70 ± 0,31	4,71 ± 0,22	5,22 ± 0,23	2,80 ± 0,14
	16.10	5,73 ± 0,21	3,58 ± 0,53	4,81 ± 0,22	5,53 ± 0,12	3,95 ± 0,32
Иркутск	25.06	1,83 ± 0,02	0,76 ± 0,08	0,28 ± 0,01	–	–
	10.08	1,24 ± 0,13	0,52 ± 0,01	0,84 ± 0,06	–	–
	31.08	0,67 ± 0,05	0,53 ± 0,02	2,17 ± 0,06	–	–
	09.10	2,77 ± 0,28	4,04 ± 0,17	2,52 ± 0,12	–	–
	19.10	2,74 ± 0,12	2,92 ± 0,34	4,37 ± 0,23	–	–

Таблица 2

Основные свойства выделенных культур микроорганизмов

Вид растения	Номер культуры/ месяц выделения	Окраска по Граму	Форма клеток	Рост на среде Эшби
<i>Alchemilla subcrenata</i>	15 / 08	+	Палочки	++
	18 / 08	–	<<	–
	41 / 10	–	<<	+
<i>Veronica chamaedrys</i>	20 / 08	–	<<	–
	22 / 08	–	Изогнутые палочки	–
	24 / 08	–	Палочки	–
	37 / 10	–	<<	–
	38 / 10	–	<<	+
<i>Taraxacum officinale</i>	27 / 08	+	Кокки	++
	35 / 10	+	Палочки	+
	36 / 10	+	Коккобациллы	+
<i>Achillea asiatica</i>	26 / 08	–	Палочки	–
	T 1 / 08	–	<<	+
	T 2–1 / 08	–	<<	--
	T 2–2 / 08	+	<<	++
<i>Plantago major</i>	П3 / 08	–	<<	+

Линейный коэффициент корреляции r показал высокую и достоверную зависимость содержания сахаров от температуры. Его значения различались на выбранных экспериментальных площадках (р. Выдриная и г. Иркутск) при $p < 0,05$: *A. asiatica* –0,97 и –0,91, *P. major* –0,98 и –0,95, *T. officinale* –0,99 и –0,94 соответственно. Для *A. subcrenata* и *V. chamaedrys*, произрастающих на р. Выдрино, коэффициент r составил –0,98 и –1,00.

Так как эндофитные микроорганизмы могут участвовать в адаптации растений к изменяющимся условиям внешней среды, из тканей исследуемых растений был выделен ряд культур таких микроорганизмов и проведено их тестирование. Часть результатов представлена в табл. 2.

Большинство исследуемых микроорганизмов – граммотрицательные каталазоположительные палочки. По результатам тестов такие культуры предположительно можно отнести к роду *Pseudomonas*. В тканях листьев вероники найдены эндофитные бактерии, которые способны восстанавливать нитраты и утилизировать цитрат. Почти все исследованные культуры обладают целлюлолитической и протеолитической активностью, ни у одной не было выявлено амилалитической активности, что может говорить об их способности эффективно разрушать оболочки клеток растений и колонизировать их. Важным фактором взаимодействия эндофитных бактерий с растением служит способность фиксировать атмосферный азот. Оказалось, что 9 культур из 16 смогли расти на среде Эшби, что позволяет предположить азотфиксирующую активность этих микроорганизмов.

Фактором, способствующим адаптации к любым неблагоприятным условиям, является образование биопленок. Способность к формированию биопленок у исследованных изолятов оказалась различной (табл. 3).

Таблица 3

Способность образовывать биопленки и фитотоксичность бактериальных культур

Вид растения	Номер культуры	Образование биопленки	Фитотоксичность, в баллах, на луке
<i>Alchemilla subcrenata</i>	15	0,243 ± 0,041	0
	18	0,264 ± 0,099	3
	41	0,096 ± 0,019	0
<i>Veronica chamaedrys</i>	20	0,102 ± 0,013	0
	22	0,165 ± 0,041	0
	24	0,171 ± 0,103	0
	37	0,213 ± 0,190	0
	38	0,122 ± 0,011	0
<i>Taraxacum officinale</i>	27	0,122 ± 0,021	1
	35	0,120 ± 0,012	0
	36	0,257 ± 0,108	1
<i>Achillea asiatica</i>	26	0,144 ± 0,047	0–1
	T 1	0,115 ± 0,003	0
	T 2–1	0,096 ± 0,010	2
	T 2–2	0,093 ± 0,014	2
<i>Plantago major</i>	ПЗ	0,104 ± 0,037	0
Контроль		0,085	0

Культуры, выделенные из *A. subcrenata* в августе (№ 15 и 18), характеризовались достаточной степенью образования биопленки, в то время как культура, выделенная в октябре (№ 41), показала практически контрольный уровень. Культуры, выделенные из *V. chamaedrys* и *A. asiatica*, не обладали выраженной способностью формировать биопленки. Наиболее высок рассматриваемый показатель у бактериальной культуры № 36, выделенной из *T. officinale* (см. табл. 3), что свидетельствует о ее способности выживать в неблагоприятных условиях, в том числе сосудах, проводящих пучках растений, в межклетниках.

Была изучена фитотоксичность изолятов. Наиболее высокую фитотоксичность на растениях лука проявила культура № 18, выделенная из *A. subcrenata*, среднюю – культура № T 2–2, выделенная из *A. asiatica*, низкую – культуры № 27 и 36, выделенные из *T. officinale*, и культура № 26, выделенная из *A. asiatica*. Остальные культуры не оказали фитотоксичного влияния на растения лука, а культура ПЗ, выделенная из *P. major*, даже стимулировала рост побега растения.

В растительном организме бактериальные клетки, выделяющие низкомолекулярные углеводы, могут вносить свой вклад в пул этих молекул растительной цитоплазмы и не только «подкармливать» растения ди- и моносахаридами, но и способствовать адаптации к гипотермии. Нами была показана способность секретировать сахара у ряда бактериальных культур, в том числе выделенных из *P. major* (ПЗ), *A. asiatica* (Т 2–1), *V. chamaedrys* (№ 37), *A. subcrenata* (№ 41). Также мы изучили, меняется ли секреция сахаров бактериальными клетками в окружающую среду в зависимости от внешних температурных условий (табл. 4).

Таблица 4

**Содержание сахаров в культуральной жидкости
при разных температурных условиях культивирования (10⁻³ мг/мл)**

Культура микроорганизмов	Вид растения, из которого выделена культура	Содержание сахаров	
		при 26 °С	при 4 °С
Т 1	<i>Achillea asiatica</i>	3,04 ± 0,13	3,44 ± 0,45
Т 2–2	<i>Achillea asiatica</i>	2,99 ± 0,19	1,52 ± 0,17
ПЗ	<i>Plantago major</i>	5,13 ± 0,40	16,22 ± 1,53

Из трех исследованных культур в двух отмечены изменения в накоплении сахаров в культуральной жидкости в зависимости от температурного режима. В культуре Т 2–2 при температуре культивирования близкой к нулю (4 °С) наблюдалось сильное понижение секреции низкомолекулярных углеводов микроорганизмами (в два раза). Культура ПЗ, выделенная из *P. major*, наоборот, продемонстрировала трехкратное увеличение содержания сахаров в среде культивирования. Интересно, что именно эта культура стимулировала рост побегов растения в опытах на фитотоксичность. Возможно, эти два свойства культуры ПЗ тесно взаимосвязаны. Не исключено, что относительно высокая (5,13–16,33 10⁻³ мг/мл) способность этой культуры секретировать сахара полезна для растения, и этот эндофит выступает в роли симбионта.

Выводы. Установлено, что с наступлением осенних холодов происходит накопление углеводов в листьях растений изученных видов (*Alchemilla subcrenata*, *Veronica chamaedrys*, *Achillea asiatica*, *Taraxacum officinale*, *Plantago major*). На побережье Байкала этот процесс идет интенсивнее. Из тканей растений выделены эндофитные микроорганизмы, показана возможность их участия в адаптации растений-хозяев, в том числе за счет секреции растворимых углеводов.

Литература

1. Бухарин Е. С., Лобакова Н. В., Немцева О. В. Ассоциативный симбиоз. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 264 с.
2. Возняковская Ю. М. Микрофлора растений и урожай. Л.: Колос, 1969. 238 с.
3. Зорина Е. В. Фармакогностическое изучение видов рода *Alchemilla* L. Пермского края. Автореф. дис. ... канд. фармац. наук. Пермь. 2009. 21 с.
4. Кочетков Н. К., Бочков А. Ф., Дмитриев Б. А., Усов А. И., Чижов О. С., Шибяев В. Н. Химия углеводов. М.: Химия, 1967. 672 с.
5. Телятьев В. В. Полезные растения Центральной Сибири. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1985. 384 с.
6. Трунова Т. И. Растение и низкотемпературный стресс. М: Наука, 2007. 54 с.
7. Флора Центральной Сибири / Под ред. Л. И. Малышева, Г. А. Пешковой. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1979. Т. 1–2. 1050 с.
8. Gyaneshwar P., James E. K., Mathan N., Reddy P. M., Reinhold-Hurek B., Ladhe E. K. Endophytic colonization of rice by a diazotrophic strain of *Serratia marcescens* // J. Bacteriol. 2001. Vol. 183. No. 8. P. 2634–2645.
9. Iniguez A. L., Dong Y. M., Triplett E. W. Nitrogen fixation in wheat provided by *Klebsiella pneumoniae* 342 // Mol. Plant-Microbe Interact. 2004. Vol. 17. P. 1078–1085.
10. Neto J. R., Yano T., Beriam L. O. S., Destefano S. A. L., Oliveira V. M., Rosato Y. B. Comparative RFLP-its analysis between enterobacter cloacae strains isolated from plants and clinical origin // Arq. Inst. Biol., Sao Paulo. 2003. Vol. 70. No. 3. P. 367–372.

11. Rahme L.G., Tan M.W., Le L., Wong S.M., Tompkins R.G., Galderwood S.B., Angubel F.M. Use of model plant hosts to identify *Pseudomonas aeruginosa* virulence factors // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1997. Vol. 94. I. 24. P. 13 245–13 250.

12. Zinnel D.K., Lambrecht P., Harris N.B., Feng Z., Kuczmarski D., Hileg P., Ishimaru C.A., Arunakumari A., Barletta R.G., Vidaver A.K. Isolation and characterization of endophytic colonizing bacteria from agronomic crops and prairie plants // Appl. Environ. Microbiol. 2002. Vol. 68. P. 2168–2208.

СЕЗОННАЯ И ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ *LEONURUS QUINQUELOBATUS* В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Загурская Ю. В.¹, Баяндина И. И.²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии человека Сибирского отделения Российской академии наук (ИЭЧ СО РАН), Кемерово, Россия
e-mail: syjil@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный аграрный университет» (НГАУ), Новосибирск, Россия
e-mail: bayandina@ngs.ru

SEASON AND AGE DYNAMICS OF THE CHANGE IN *LEONURUS QUINQUELOBATUS* PLANT HEIGHT IN WEST SIBERIA DIFFERENT REGIONS

Zagurskaya Yu. V., Bayandina I. I.

Высота растений в трех регионах исследования в течение сезона изменяется неодинаково: для Новосибирска характерен стремительный рост растений *L. quinquelobatus* Gilib. в начале сезона и его прекращение еще до середины фазы цветения, для Кемерово – постепенное снижение темпов роста к концу вегетации, а наиболее существенное увеличение высоты растений за сезон отмечено у растений из с. Камлак Республики Алтай.

Ключевые слова: *Leonurus quinquelobatus*, пустырник пятилопастный, высота растений, динамика изменения роста, Западная Сибирь.

Рост растения как физиологический процесс обладает высокой чувствительностью и лабильностью к изменению напряженности внутренних и внешних факторов [5]. Лекарственное растительное сырье *Leonurus quinquelobatus* Gilib. (трава) – *Herba Leonuri* – представляет собой верхнюю треть растения в фазе начала цветения [2], т.е. линейные параметры, в первую очередь высота растений, напрямую влияют на объем получаемого сырья. Ранее нами было показано, что высота растений *L. quinquelobatus* одного возраста и происхождения в разных регионах Западной Сибири может существенно различаться [3, 4].

Цель работы – выявить различия в высоте и охарактеризовать процесс роста растений *L. quinquelobatus* в трех агропопуляциях различных регионов Западной Сибири.

Материал и методы. Растения *Leonurus quinquelobatus* выращивали в 2010–2012 гг. (1-й, 2-й и 3-й годы жизни соответственно) из генетически однородных семян на опытных участках:

– Кузбасского ботанического сада ИЭЧ СО РАН (ФГБУН Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово);

– Сада Мичуринцев НГАУ (ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск);

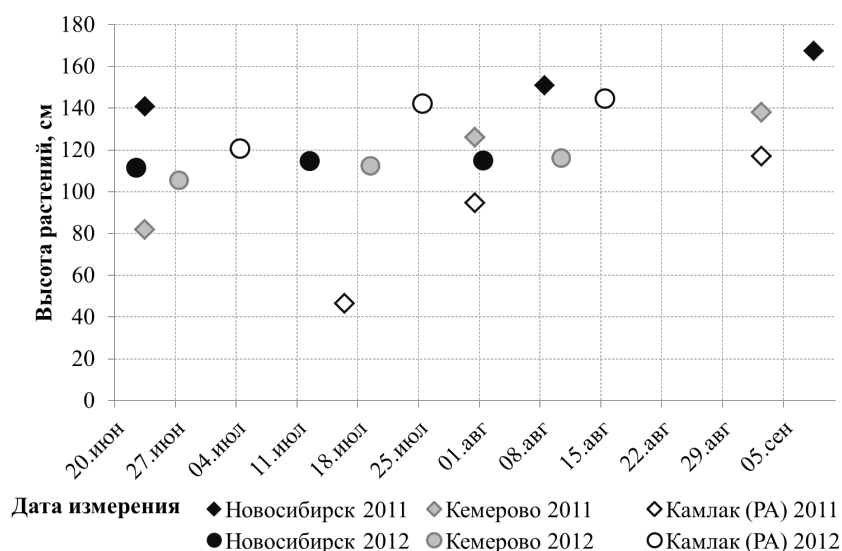
– Горно-Алтайского ботанического сада (АЛТФ ЦСБС СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад», с. Камлак).

Измерения проводили в 2011 и 2012 гг. на каждой опытной площадке по три раза за сезон с интервалами в 21 ± 2 дня на 10 модельных живых растениях среднего размера. Начало измерений со-

ответствовало началу цветения, поскольку, согласно литературным данным, после начала цветения функции линейного роста побегов слабеют [6]. Даты измерений в различные годы в каждом регионе различались. Высоту растений измеряли металлической рулеткой 2-го класса точности с ценой деления 1 мм. Статистическую обработку осуществляли в программе Microsoft Excel 2007 при помощи надстройки AgCStat [1]. Оценку разности средних проводили на основании t -критерия Стьюдента ($t_{st}=2,1$ при $p=0,95$) и наименьшей существенной разницы ($HCP_{0,5}$) (однофакторный дисперсионный анализ по Б.А. Доспехову).

Результаты и их обсуждение. Высота растений 2-го года жизни в разных регионах Западной Сибири различалась менее существенно по сравнению с первым годом эксперимента, когда разница (разн.) между высотой растений составила около 50 % (Новосибирск – 30,5 см, Кемерово – 14,6 см, Камлак – 6,1 см). В конце вегетационного сезона 2011 г. высота новосибирских растений отличалась от кемеровских и алтайских на 15 и 20 % соответственно (рисунок), однако тенденция уменьшения размеров в ряду Новосибирск–Кемерово–Камлак сохранялась, описанные различия достоверны ($t_d=5,7$, разн. 29,5 см и $t_d=3,1$, разн. 21,1 см соответственно, при $HCP_{0,5}=15,0$ см). Ростовые процессы после начала цветения характеризует обратная зависимость: минимальное увеличение высоты растений за сезон 2011 г. (2-й год жизни) зафиксировано для растений в Новосибирске ($t_d=5,7$, разн. 26,6 см), максимальное – на Алтае ($t_d=11,7$, разн. 70,5 см), в Кемерово отмечены промежуточные значения показателей ($t_d=5,2$, разн. 56,1 см).

Высота растений 3-го года жизни в разных регионах изменялась еще меньше ($HCP_{0,5}=9,2$ см), что подтверждает заключение белорусских ученых о наибольшей интенсивности биопродукционных процессов в период 1-го и 2-го года вегетации [6]. Минимальная разница между растениями за период измерений (изм.) отмечена в Новосибирске ($t_d=0,8$, разн. 3,3 см), т.е. новосибирские растения прекратили активный рост до 22 июня. В Кемерово между первым и третьим измерениями наблюдались достоверные различия, но значения были близки к пограничным ($t_d=2,1$, разн. 10,7 см). Наиболее значительная динамика роста растений за период наблюдений характерна для Камлака ($t_d=5,3$, разн. 23,9 см), причем пик роста приходится на период между первым и вторым измерениями ($t_d=4,8$, разн. 21,6 см). Между экземплярами из Кемерово и Новосибирска в сходные фазы вегетации достоверных различий по высоте не обнаружено (изм. 1: $t_d=1,5$, разн. 6,3 см; изм. 2: $t_d=0,5$, разн. 2,5 см; изм. 3: $t_d=0,2$, разн. 1,1 см). Существенная разница отмечена как для вариантов Новосибирск–Камлак (изм. 1: $t_d=2,5$, разн. 8,9 см; изм. 2: $t_d=5,4$, разн. 27,5 см; изм. 3: $t_d=6,0$, разн. 29,5 см), так и для вариантов Кемерово–Камлак (изм. 1: $t_d=3,9$, разн. 15,2 см; изм. 2: $t_d=5,5$, разн. 29,8 см; изм. 3: $t_d=5,2$, разн. 28,4 см).



Высота растений *L. quinquelobatus*, выращенных в трех регионах Западной Сибири в 2011–2012 гг.

Выводы. Высота растений в регионах исследования в течение сезона изменяется неодинаково: для Новосибирска характерен стремительный рост растений *L. quinquelobatus* в начале сезона и его прекращение еще до наступления середины цветения, для Кемерово – постепенное снижение темпов роста к концу вегетации, наиболее существенное увеличение высоты растений за сезон отмечено у растений из Камлака. Полученные результаты подтверждают литературные данные о том, что наиболее интенсивно биопродукционные процессы у пустырника пятилопастного протекают в период 1-го и 2-го вегетационного сезона, но сведения о том, что с наступлением цветения функции линейного роста побегов снижаются, подтверждаются только на 3-м году жизни растений.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ (№ 10-04-98011-р_сибирь_a).

Литература

1. Гончар-Зайкин П.П., Чертов В.Г. Надстройка к Excel для статистической оценки и анализа результатов полевых и лабораторных опытов // Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. М.: Современные тетради, 2003. С. 559–564.
2. Государственная Фармакопея СССР. 11-е изд., вып. 2. М., Медицина. 1990. 400 с.
3. Загурская Ю.В., Баяндина И.И., Дымина Е.В., Вронская О.О., Казанцева Л.М. Морфология и продуктивность *Leonurus quinquelobatus* при выращивании в различных регионах Западной Сибири // Совр. фитоморфология. 2012. Т. 2. С. 233–236.
4. Загурская Ю.В., Баяндина И.И., Сиромля Т.И., Сысо А.И., Дымина Е.В., Вронская О.О., Казанцева Л.М. Качество сырья лекарственных растений при выращивании в антропогенно нарушенных регионах Западной Сибири на примере *Hypericum perforatum* L. и *Leonurus quinquelobatus* Gilib. // Химия растит. сырья. 2013. № 4. С. 141–150.
5. Шевелуха В.С. Закономерности временного хода ростовых процессов у растений: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.: Изд-во СХА им. К.А. Тимирязева, 1971. 50 с.
6. Рупасава Ж.А., Русаленка В.Р., Игнаценка В.А., Афанаскина И.П. Асаблівасці роставых і біяпрадукцыйных працэсаў у раслінах сардэчніку пяцілопасцевага і валярыяну лекавага ва умовах Беларусі // Весці Акад. навук Беларусі. Сер. біялагічных. навук. 1994. № 1. С. 21–27.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЛЕКАРСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРВОЦВЕТОВ (*PRIMULA*, PRIMULACEAE)

Ковтонюк Н.К.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской Академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: nkovtonyuk@csbg.nsc.ru

TAXONOMIC ASPECTS OF THE MEDECINAL USE OF PRIMROSES (*PRIMULA* L., PRIMULACEAE)

Kovtonyuk N. K.

Приведен краткий обзор изучения лекарственных свойств видов рода *Primula* L. Изложена история таксономического изучения *P. heterochroma* Stapf., лекарственного растения с антиоксидантными свойствами. Отмечена важность правильного таксономического названия лекарственных растений. Предложено использовать международную базу данных IPNI и виртуальные гербарные коллекции типовых образцов как справочный ресурс для латинских названий лекарственных растений.

Ключевые слова: виртуальные гербарные коллекции, флавоноиды, первоцвет, примула, лекарственные свойства, таксономия, IPNI, *Primula*, Primulaceae.

В мировой флоре род *Primula* L. (первоцвет, примула) насчитывает 450–500 видов [13], распространенных в основном в умеренной зоне и альпийском поясе гор Северного полушария.

У многих видов первоцветов отмечены лекарственные свойства. Например, у европейского вида *P. veris* L. (первоцвет весенний) в подземных органах содержатся терпеновые сапонины, эфирное масло и гликозиды, в листьях – сапонины, в цветках – сапонины и флавоноиды [4]. У близкородственного вида *P. macrocalyx* Bunge (первоцвет крупночашечковый), растущего на Кавказе, Урале, в Сибири и Казахстане, во всех органах обнаружено большое количество (до 2%) аскорбиновой кислоты, каротин, витамин Е. Благодаря такому составу листья *P. veris* и *P. macrocalyx* употребляют в пищу в виде салатов и приправ к различным блюдам. В народной медицине порошок из сухих листьев первоцвета использовали при лечении цинги, туберкулеза, малокровия [8]. В тибетской медицине считается, что это растение способно подавлять опухоли, ускорять заживление ран и лечить заболевания крови [1]. По данным Э.М. Гонтарь [2, 3], некоторые виды первоцветов (*P. macrocalyx*, *P. pallasii* Lehm., *P. algida* Adams, *P. cortusoides* L., *P. nutans* Georgi и *P. longiscapa* Ledeb.) отличаются значительным содержанием аскорбиновой кислоты и флавоновых веществ, в этом отношении они могут стоять в одном ряду с такими источниками витаминов, как шиповник и облепиха. Сравнительный фитохимический и морфологический анализ проведен для трех альпийских видов первоцвета из Италии: *P. daonensis* Leyb., *P. auricula* L. и *P. hirsuta* Vill. [11]. Флавоноиды также были выделены из тканей *P. albenensis* Banfi et R. Ferlinghetti, *P. auricula*, *P. farinosa* L., *P. halleri* J.F. Gmel., *P. latifolia* Lapeyr. и *P. vulgaris* Huds. [10]. Исследовательская группа хемотаксономистов отделения Систематики и эволюционной ботаники Венского университета выделила два новых флавоноида из листьев *P. cortusoides* L.: Primcortusin (1) and 3'-OH-Primcortusin (2). Материал для этого анализа был собран в Новосибирской области [9].

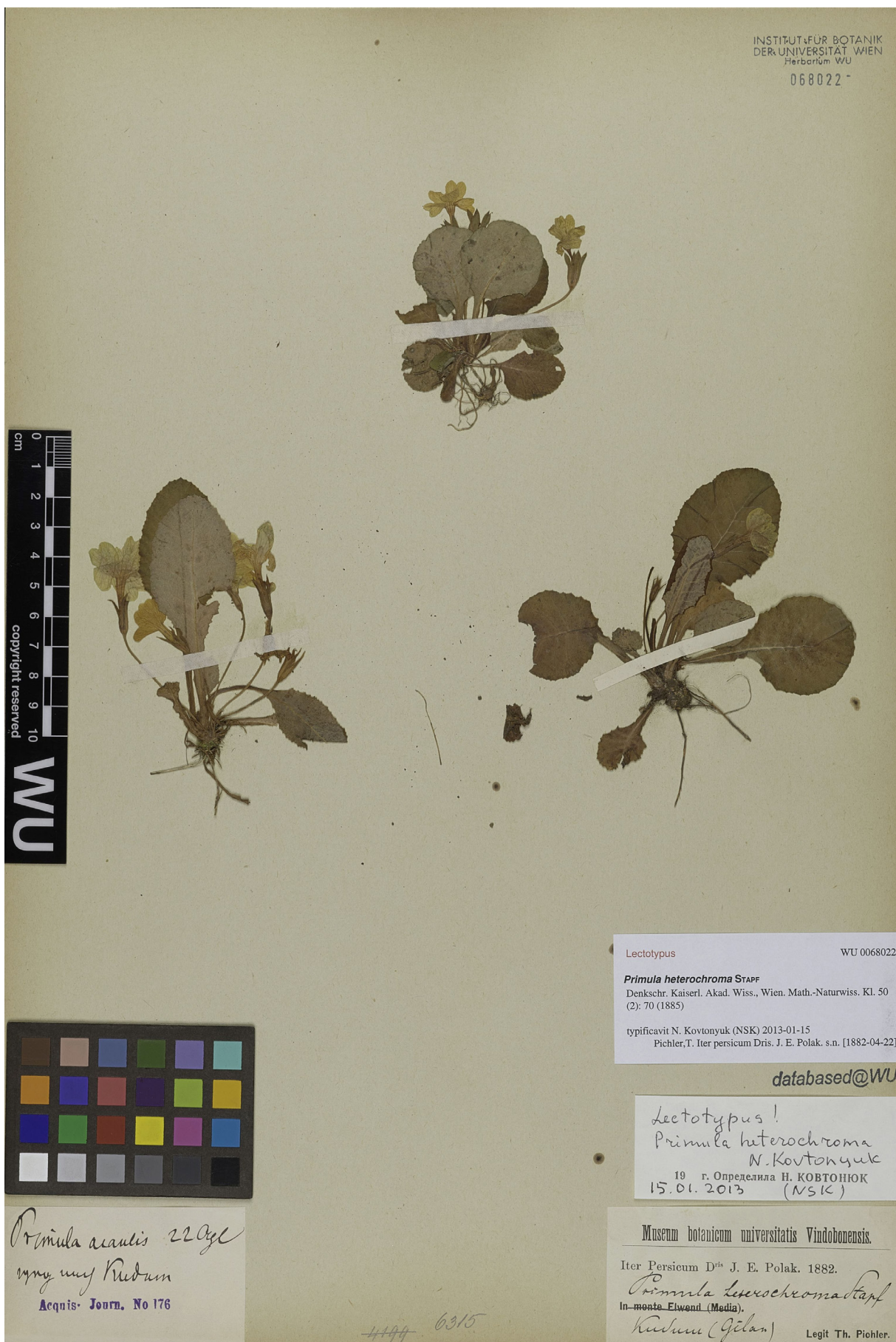
Очень важно знать правильное латинское название таксона, лекарственные свойства которого изучаются. К примеру, разрекламированные в интернете крем и капсулы из первоцвета вечернего не имеют никакого отношения к роду *Primula*, так как на самом деле содержат вытяжку из *Oenothera biennis* L.

При биохимическом исследовании экстрактов *P. heterochroma* Stapf. обнаружена антиоксидантная активность [12]. Растения этого вида отличаются от близкого к ним *P. vulgaris* Huds. густым опушением на нижней поверхности листьев, окраска их венчика варьирует от белого, желтого до розового и лилового [7]. *P. heterochroma* растет в горных лесах на опушках, встречается в восточной части Кавказа, в Азербайджане и северном Иране. У этого лекарственного вида первоцвета довольно интересная таксономическая история.

P. heterochroma был описан в 1885 г. австрийским ботаником Otto Stapf по сборам экспедиции J.E. Polak и T.H. Pichler в Персии в 1882 г., в провинции Гилян, из окрестностях Кудума [14]. На современных географических картах эта территория относится к северному Ирану (37°4' с.ш. и 49°39' в.д.). В протологе (литературном источнике, в котором был описан таксон) значится: «Prope Kudrun [Kudum], 22 IV 1882. Dr. J.E. Polak et T.H. Pichler». Местонахождение типового образца долгое время было неизвестно, и лишь в 2013 г. в гербарии Венского университета (WU) обнаружены два гербарных листа, этикетки на которых соответствуют протологу. На одном из них стоит дата сбора – 22 апреля. Этот гербарный лист (рисунок) был выбран лектотипом [5], второй гербарный лист содержит образец, собранный в том же месте и теми же коллекторами, но без точной даты сбора. Он является синтипом. Синтип также найден в гербарии Royal Botanic Gardens, Kew (K), в Лондоне, Великобритания [5]. Наличие типового образца таксона и возможность с ним ознакомиться позволяют четко представлять, о каких растениях идет речь, лекарственные свойства каких растений изучаются.

Необходимым справочным ресурсом для правильного латинского названия лекарственных растений служит база данных IPNI – International Plant Name Index (<http://www.ipni.org/>). Пользуясь базой IPNI, можно уточнить название таксона, правильное написание ботанического имени автора, описавшего таксон, название литературного источника (протолога), в котором таксон был описан.

В настоящее время оцифрованные (сканированные) изображения типовых гербарных образцов большинства таксонов доступны в нескольких международных базах данных виртуальных гербарных коллекций через интернет [6]. Эти международные базы данных также могут служить в каче-



Primula heterochroma Stapf. (WU 0068022) в базе данных Венского университета

стве справочного ресурса для уточнения правильного названия лекарственных растений. Виртуальная коллекция типовых образцов Гербария им. М.Г. Попова (NSK) ЦСБС СО РАН представляет собой гербарные образцы, отсканированные с помощью системы Herbscan с разрешением 600 dpi. Информация о типовых образцах NSK размещена на двух континентах: в Европе в базе данных Virtual Herbaria Венского университета (<http://herbarium.univie.ac.at/database/results.php?s=s&page=52>) и в Северной Америке на портале Jstor (<http://plants.jstor.org/>). Использование этих баз данных позволит избежать ошибок в названии лекарственных растений.

Работа выполнена при частичной поддержке Andrew W. Mellon Foundation (грант № 41300650) и фонда РФФИ (грант № 15–29–02429).

Литература

1. Асеева Т.А., Блинова К.Ф., Яковлев Р.П. Лекарственные растения тибетской медицины. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1985. 160 с.
2. Гонтарь Э.М. Витаминность некоторых видов рода *Primula* L. Алтай // Эколого-морфологические и биохимические особенности полезных растений дикорастущей флоры Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1970. С. 262–264.
3. Гонтарь Э.М. Примула Палласа – *Primula pallasii* Lehm. // Биологические основы охраны редких и исчезающих растений Сибири. Новосибирск: Наука, 1990. С. 159–179.
4. Губанов И.А., Крылова И.Л., Тихонова В.Л. Дикорастущие полезные растения СССР. М.: Мысль, 1976. 360 с.
5. Ковтонюк Н.К. Секция *Primula* рода *Primula* (Primulaceae) во флоре России // Растительный мир Азиатской России. 2013. 2. С. 61–73.
6. Ковтонюк Н.К. Научное значение виртуальных гербарных коллекций // Ботанические коллекции – национальное достояние России: Сб. науч. статей Всерос. (с междунар. участием) науч. конф., посвящ. 120-летию Гербария им. И.И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества (Пенза, 17–19 февраля 2015 г.). Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. С. 241.
7. Лозинская А.С. Гетерохромия у бесстебельных первоцветов *Primula acaulis* (L.) Hill // Изв. АН СССР. 1933. Сер. 7.1. С. 293–308.
8. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. 5-е изд. Новосибирск: Наука, 1991. 431 с.
9. Bhutia T.D., Valant-Vetschera K.M., Brecker L. Orphan flavonoids and dihydrochalcones from *Primula exudates* // Nat. Prod. Commun. 2013. Vol. 8. No. 8. P. 1081–1084.
10. Colombo P.S., Flamini G., Fico G. *Primula latifolia* Lapeyr. and *Primula vulgaris* Hudson flavonoids // Nat. Prod. Res. 2014. Vol. 28. I. 19. P. 1641–1644.
11. Fico G., Rodondi G., Flamini G., Passarella D., Tomé F. Comparative phytochemical and morphological analyses of three Italian *Primula* species // Phytochemistry. 2007. Vol. 68. No. 12. P. 1683–1691.
12. Nabavi S.M., Nabavi S.F., Setzer W.N., Alinezhad H., Zare M., Naqinezhad A. Interaction of different extracts of *Primula heterochroma* Stapf. with red blood cell membrane lipids and proteins: antioxidant and antihemolytic effects // J. Diet Suppl. 2012. Vol. 9. No. 4. P. 285–292.
13. Richards J. *Primula*. New edition. Portland, 2003. 348 p.
14. Stapf O. Die botanischen Ergebnisse der Polak'schen Expedition nach Persien im Jahre 1882. I. Teil // Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe. 1885. Bd. 5. 2. S. 70.

СТРУКТУРА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗИСТЫХ ТРИХОМ У ВИДОВ *SENECIO VISCOSUS* И *INULA HELENIUM* (ASTERACEAE)

Костина О.В., Муравник Л.Е.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт
им. В.Л. Комарова Российской академии наук (БИИ РАН), Санкт-Петербург, Россия
e-mail: olga.kostina@list.ru

STRUCTURE AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE GLANDULAR TRICHOMES IN *SENECIO VISCOSUS* AND *INULA HELENIUM* (ASTERACEAE)

Kostina O. V., Muravnik L. E.

Методами световой и электронной микроскопии, а также гистохимии исследованы два типа железистых трихом у *Senecio viscosus* L. из трибы *Senecioneae*, локализованных на репродуктивных и вегетативных органах растения, и один тип у *Inula helenium* L. из трибы *Inuleae*, расположенных на листьях. Выявлены морфологические различия между трихомами растений из разных таксонов. С помощью гистохимических тестов показано, что в железистых волосках присутствуют фенольные соединения, терпеноиды и сесквитерпеновые лактоны. На электронно-микроскопическом уровне отмечено наличие в секреторных клетках лейкопластов, хлоропластов, агранулярного и гранулярного эндоплазматического ретикулума, что указывает на их участие в синтезе вторичных метаболитов.

Ключевые слова: *Senecio viscosus*, *Inula helenium*, железистые трихомы, морфология, анатомия, ультраструктура, гистохимия.

Лекарственные растения используются человеком с давних времен. В России интерес к ним усилился во времена Петра I, уделявшего большое внимание выращиванию целебных трав. По его указу 1713 г. были созданы аптекарские огороды. Сегодня известно, что терапевтический эффект достигается благодаря присутствию в травах вторичных метаболитов, которые синтезируются и аккумулируются в различных секреторных структурах растений. Присутствие железистых волосков является одним из видоспецифических признаков представителей семейства Asteraceae [12], их можно рассматривать как модельные объекты синтеза тех или иных химических соединений.

У видов трибы *Senecioneae*, так же как и трибы *Inuleae*, железистые структуры изучены мало. В трибе *Senecioneae* были исследованы виды *Cineraria* [11], *Emilia* [5], *Abrotanella* [16] и два вида *Doronicum* [3], в трибе *Inuleae* – *Inula viscosa* [13], *Dittrichia viscosa*, *Limbarda crithmoides* и три вида *Pullcaria* [9].

Задача нашей работы состояла в установлении структурных особенностей железок у *Senecio viscosus* из трибы *Senecioneae* и *Inula helenium* из трибы *Inuleae* и определении их химического состава.

Результаты и их обсуждение.

Морфология, анатомия и характер распределения трихом. У *S. viscosus* имеется два типа железок, различающихся между собой длиной ножки. Они располагаются на цветоносе, листочках обертки и листьях. В трихомах 1-го типа железистая головка двурядная, округлой формы ($d = 30$ мкм), состоит из одного-двух слоев секреторных клеток. Головка железок опирается на длинную однорядную ножку ($h = 330$ мкм), состоящую из 5–7 вытянутых клеток. В трихомах 2-го типа головка такой же формы, ножка короче ($h = 130$ мкм), образована 2–3 клетками. Строение, аналогичное секреторным трихомам 1-го типа, имеют железки *Cineraria glandulosa* [11] и железки на длинных ножках двух видов *Doronicum* [3]; 2-му типу соответствуют железки двух видов *Doronicum* на коротких ножках.

На продольном срезе секреторные клетки железистых трихом 1-го и 2-го типов имеют изодиаметрическую форму. В железках 2-го типа над терминальными клетками головки формируется полость, в которой накапливается секрет. Он выводится на поверхность путем механического разрыва кутикулы. По всей видимости, вещества, содержащиеся в секрете субкутикулярной полости, летучие. Подобный способ накопления и выведения секрета является общим признаком для железок у представителей многих семейств, в том числе и Asteraceae [7, 9, 14, 15].

На световых препаратах секреторные клетки головки имеют плотную цитоплазму, хорошо выраженные ядра и большое число мелких вакуолей. У обоих типов клетки ножки продольно вытянуты, сильно вакуолизированы, сохраняется лишь тонкий постенный слой цитоплазмы.

На листе *I. helenium* всего один тип железок, чаще всего они встречаются в области крупных и мелких жилок. Все железки двурядные, различаются только количеством слоев клеток (4–7 пар). На поверхности головки у всех трихом есть полость, в которой находится секрет. Такое же строение трихом описано у трех изученных ранее видов трибы *Inuleae* [9, 13]. Секреторные клетки имеют вытянутую в поперечном направлении форму. Несколько верхних рядов клеток обладают плотной цитоплазмой и хорошо выраженными ядрами, 2–3 нижних ряда клеток сильно вакуолизированы.

Листохимия. На свежесрезанных препаратах листа железистые трихомы *I. helenium* имеют светло-зеленый цвет. Установлено, что в секреторных структурах разного размера присутствуют одинаковые соединения, однако существуют некоторые различия в интенсивности окраски железок и в степени флуоресценции. Фенольные соединения обнаруживаются в двух–трех рядах верхних секреторных клеток по интенсивной зеленой автофлуоресценции. Наибольшая концентрация полифенолов и танинов наблюдается в этих же клетках при воздействии толудинового синего. Терпеноиды в оболочках и субкутикулярной полости обнаруживаются при проведении НАДИ-реакции. Сесквитерпены выявляются в содержимом субкутикулярной полости в реакции с соляной кислотой. Подобный химический состав характерен для многих представителей семейства: *Artemisia umbelliformis* [8], *Inula viscosa* [13], *Salvia officinalis* [10], *Chrysolaena obovata* [6], *Doronicum* [3].

Ультраструктура. В секреторных клетках железок 1-го и 2-го типов у *S. viscosus* кутикула непрерывная, без разрывов и пор. Наружная стенка плотная, инкрустирована светлыми включениями. Периплазматическое пространство заполнено многочисленными пузырьками.

В обоих типах железистых трихом в цитоплазме много мелких вакуолей, присутствует обильный агранулярный ретикулум (АЭР), часто встречаются цистерны гранулярного эндоплазматического ретикулума (ГЭР), густо покрытые рибосомами. Известно, что эндоплазматический ретикулум участвует в синтезе предшественников фенольных соединений [2]. Тельца Гольджи активно секретируют, от них отделяются пузырьки со светлым полисахаридным содержимым и многочисленные окаймленные пузырьки, которые несут кислые гидролазы [1]. В железках 2-го типа лейкопласты более крупные по сравнению с 1-м типом, с более темной, плотной стромой, многочисленными пластоглобулами и разбухшими тилакоидами. Встречаются пластиды с инвагинациями; таким образом увеличивается площадь соприкосновения с цитоплазмой. У обоих типов железок пластиды имеют ретикулярные футляры. Контакт лейкопласт–эндоплазматический ретикулум описан для секреторных структур, синтезирующих вещества терпеноидной и фенольной природы [2, 4]. У железок 2-го типа в непосредственной близости с плазмалеммой в цитоплазме отмечается присутствие мультивизукулярных телец (МВТ). Наблюдается экзоцитоз МВТ за плазмалемму, изредка – в вакуоли. У железок 1-го типа МВТ не обнаружены. В обоих типах трихом вторая пара клеток головки, лежащая под терминальными, имеет менее плотную цитоплазму, клетки сильнее вакуолизированы, АЭР преобладает над ГЭР в большей степени, лейкопласты светлее. Клетки ножки содержат крупную центральную вакуоль, другие органеллы в них встречаются редко, видны единичные хлоропласты.

В железках *I. helenium* в периплазматическом пространстве в большом количестве лежат липидные глобулы. Для секреторных клеток трихом характерно присутствие хорошо развитых АЭР и ГЭР, лейкопласты различной формы с большой площадью поверхности и плотной стромой, часто встречаются пластиды с инвагинациями. Во втором слое секреторных клеток помимо лейкопластов встречаются хлоропласты в ретикулярных обкладках.

Выводы. У представителей двух триб *Asteraceae* (*Senecioneae* и *Inuleae*) на поверхности вегетативных и репродуктивных органов растений обнаружены три типа железистых структур: два типа, состоящие из головки и ножки, у *S. viscosus*, и один тип у *I. helenium* – двурядные железки, образованные несколькими парами слоев секреторных клеток. Выявленные морфологические и анатомические различия свидетельствуют, вероятно, о синтезе железками разных химических соединений.

Литература

1. Васильев А.Е., Муравник Л.Е. Функциональная морфология аппарата Гольджи растительной клетки // Цитология. 1993. Т. 35. Вып. 1. С. 5–33.
2. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений Т. 2. М.: Мир, 1986. С. 312.
3. Костина О.В., Муравник Л.Е. Структура и химический состав трихом у двух видов *Doronicum* (Asteraceae) // Modern Phytomorph. 2014. Vol. 5. P. 167–171.
4. Муравник Л.Е. Морфология и ультраструктура трихом околоплодников у видов *Juglans* (Juglandaceae) в связи с синтезом вторичных метаболитов // Ботан. журн. 2007. Т. 92. № 11. С. 96–107.
5. Adedeji O. Importance of leaf epidermal characters in the Asteraceae family // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj-Napoca. 2008. Vol. 36. No. 2. P. 7–16.
6. Appezato-da-Gloria B., da-Costa F.B., da-Silva V.C., Gobbo-Neto L., Rehder V.L.G., Hayashi A.H. Glandular trichomes on aerial and underground organs in *Chrysolaena* species (Vernonieae, Asteraceae): Structure, ultrastructure and chemical composition // Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. 2012. Vol. 207. No. 12. P. 878–887.
7. Ascensao L., Pais M.S. Secretory trichomes of *Artemisia crithmifolia*: some ultrastructural aspects // Bull. Soc. Bot. Fr., Act. Bot. 1982. Vol. 129. No. 1. P. 3–7.
8. Cappelletti E.M., Caniato R., Appendino G. Localization of the cytotoxic hydroperoxyeudesmanolides in *Artemisia umbelliformis* // Biochem. System. Ecol. 1986. Vol. 14. I. 2. P. 183–190.
9. Ciccarelli D., Garbari F., Pagni A. Glandular hairs of the ovary: a helpful character for Asteroideae (Asteraceae) taxonomy? // Ann. Bot. Fennici. 2007. Vol. 44. P. 1–7.
10. Corsi G., Bottega S. Glandular hairs of *Salvia officinalis*: new data on morphology, localization and histochemistry in relation to function // Ann. Bot. 1999. Vol. 84. P. 657–664.
11. Cron G., Balkwill K., Knox E. Two new species of *Cineraria* (Senecioneae, Asteraceae) from KwaZulu-Natal, South Africa // S. Afr. J. Bot. 2006. Vol. 72. P. 34–39.
12. Metcalfe C.R., Chalk L. Anatomy of the Dicotyledons. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1950.
13. Nikolakaki A., Christodoulakis N. Leaf structure and cytochemical investigation of secretory tissues in *Inula viscosa* // Bot. J. Linn. Soc. 2004. Vol. 144. P. 437–448.
14. Pagni A.M. Secretory structures in the capitula of *Santolina leucantha* Bertol. (Asteraceae): morphology and histochemistry // Ann. Bot. (Roma). 1995. Vol. 53. P. 239–249.
15. Pagni A.M., Orlando R., Masini A., Ciccarelli D. Secretory structures of *Santolina ligustica* Arrigoni (Asteraceae), an Italian endemic species // Israel J. Plant Sci. 2003. Vol. 51. P. 185–192.
16. Swenson U. Systematics of *Abrotanella*, an amphi-Pacific genus of Asteraceae (Senecioneae) // Plant Syst. Evol. 1995. Vol. 197. P. 149–193.

ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *PRUNELLA VULGARIS* В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Курочкина Н. Ю.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: polemoium@yandex.ru

COENOPOPULATIONS OF *PRUNELLA VULGARIS* IN NOVOSIBIRSK REGION

Kurochkina N. Y.

Изучены пять ценопопуляций *Prunella vulgaris* L. в Новосибирской области. Исследованы их онтогенетический состав, биологическая и семенная продуктивность. Определены масса и особенности прорастания семян из разных ценопопуляций.

Ключевые слова: ценопопуляция, онтогенетический спектр, урожайность, семенная продуктивность, всхожесть.

В настоящее время возрастает интерес к лекарственным средствам растительного происхождения, увеличивается потребность в высококачественном сырье. В связи с этим представляется актуальным изучение биологических особенностей видов лекарственных растений.

Prunella vulgaris L. (черноголовка обыкновенная) – лекарственное растение, широко применяющееся в народной медицине; обладает противовоспалительными, антигистаминными, антибактериальными, противогрибковыми свойствами [8, 12].

Задачей данного исследования было изучение онтогенетического состава ценопопуляций *P. vulgaris* в Новосибирской области, биологической и семенной продуктивности вида, а также всхожести семян.

Материалы и методы. *P. vulgaris* в Сибири встречается на лесных опушках, в разреженных березовых лесах, в кустарниках, на лугах и полянах, вдоль лесных дорог [10].

Вид может иметь разные жизненные формы: безрозеточное столонообразующее интенсивно-клонировующее поликарпическое растение [6], короткокорневищное [4], длиннокорневищное или кистекарневое [1].

В Новосибирской области исследовались следующие ценопопуляции (ЦП):

1. Окрестности Академгородка. Правый берег р. Зырянка. Пойменный осоково-разнотравный луг. Общее проективное покрытие травостоя (ОПП) – 80 %.
2. Окрестности Академгородка, территория ЦСБС СО РАН. Елово-сосново-березовый лес со злаково-разнотравным травяным покровом. ОПП – 70 %.
3. Окрестности Академгородка, территория ЦСБС СО РАН. Разнотравный деградированный луг. ОПП – 60 %.
4. Окрестности г. Бердск. Редкостойный березовый лес со злаково-разнотравным травяным покровом. ОПП – 70 %.
5. Окрестности пос. Кирово. Березовый лес с примесью сосны и подроста осины с разнотравно-злаковым травяным покровом. ОПП – 60 %.

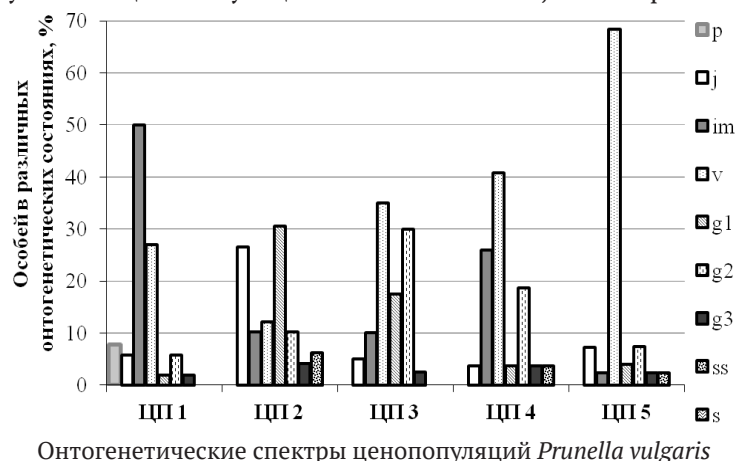
При изучении онтогенеза вида в ценопопуляциях была использована концепция дискретного описания [7, 9, 11].

Семенная продуктивность исследовалась в соответствии с методикой И. В. Вайнагий [2] и Р. Е. Левиной [5].

Результаты и их обсуждение. Установлено, что в большинстве ценопопуляций особи представлены длиннокорневищной жизненной формой. В ЦП 3 присутствуют как длиннокорневищные, так и короткокорневищные растения.

В изученных ЦП особи *P. vulgaris* проходят следующие онтогенетические состояния: семена, проростки, ювенильные, виргинильные, генеративные молодые, генеративные средневозрастные, генеративные стареющие и субсенильные растения. Сенильные особи не обнаружены.

Спектры всех изученных ценопопуляций неполночные, левосторонние (рисунок).



Ценопопуляции 1, 2, 4 и 5 являются молодыми по классификации «дельта-омега» [3], ЦП 3 – зреющая (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика ценопопуляций *Prunella vulgaris*

ЦП	Индекс возрастности, Δ	Индекс эффективности, ω	Тип ценопопуляции по классификации «дельта-омега»
1	0,0763	0,3218	Молодая
2	0,2405	0,4468	Молодая
3	0,2802	0,6302	Зреющая
4	0,2308	0,4857	Молодая
5	0,1798	0,4746	Молодая

Продуктивность надземной массы (сухого сырья) в большинстве ценопопуляций составляет от 5,7 до 7,1 г/м², в ЦП 3 достигает 20,7 г/м².

Размножение *P. vulgaris* во всех изученных ценопопуляциях может происходить как вегетативным, так и семенным путем. В ЦП 2, 4, 5 преобладает вегетативное размножение, в ЦП 1, 3 – семенное.

Плод *P. vulgaris* – четырехремерный ценобий, распадающийся на односемянные эремы (далее для удобства изложения – семена).

Потенциальная семенная продуктивность (ПСП) в ценопопуляциях составляет от 100 до 156 семязачатков на побег, реальная семенная продуктивность (РСП) – от 45 до 123 семян на побег в разных популяциях. Значение коэффициента семенной продуктивности (К) колеблется от 44,8 до 78,7 (табл. 2).

Таблица 2

Семенная продуктивность *Prunella vulgaris*

ЦП	ПСП	РСП	К
1	126,0 ± 7,3	91,3 ± 4,8	72,4
2	150,4 ± 10,3	110,8 ± 14,0	73,6
3	156,0 ± 9,0	122,7 ± 8,2	78,7
4	120,9 ± 9,5	88,0 ± 13,4	72,8
5	100,8 ± 13,2	45,2 ± 9,9	44,8

При исследовании лабораторной всхожести установлено, что семена *P. vulgaris* всходят при температуре 20–22 °С в течение пяти дней после начала опыта, прорастание начинается на третий день. Всхожесть семян из всех изученных популяций высокая – от 87 до 100 %. Масса 1000 семян в разных популяциях – от 0,582 до 0,625 г.

Выводы. При исследовании *Prunella vulgaris* в Новосибирской области установлено, что в ценопопуляциях могут формироваться длиннокорневищная и коротkokорневищная жизненные формы. Спектры всех изученных ценопопуляций неполночленные, левосторонние. Продуктивность надземной массы колеблется от 5,7 до 20,7 г/м². Размножение происходит как вегетативным, так и семенным путем; коэффициент семенной продуктивности – 44,8–78,7, всхожесть семян из всех популяций высокая.

Литература

1. Барсукова И. Н., Черемушкина В. А. Онтогенез и жизненная форма *Prunella vulgaris* (Lamiaceae) в республике Хакасия // Растит. ресурсы. 2014. Т. 50. Вып. 3. С. 347–358.
2. Вайнагий И. В. Методика статистической обработки материала по семенной продуктивности на примере *Potentilla aurea* L. // Растит. ресурсы. 1973. Т. 9. Вып. 2. С. 287–296.
3. Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
4. Закамская Е. С., Скочилова Е. А., Николаев А. Н. Онтогенез черноголовки обыкновенной (*Prunella vulgaris* L.) // Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола, 2004. С. 149–153.

5. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. Обзор проблемы. М.: Наука, 1983. 96 с.
6. Нухимовский Е.Л. Основы биоморфологии семенных растений. М., 2002. Т. 2. 858 с.
7. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. 1950. Сер. 3. Вып. 6. С. 7–204.
8. Растительные ресурсы. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hippuridaceae – Lobeliaceae. СПб.: Наука, 1991. С. 70–71.
9. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2 (134). С. 7–34.
10. Флора Сибири. В 14-ти т. Новосибирск: Наука, 1997. Т. 11. Pyrolaceae – Lamiaceae (Labiatae) С. 185.
11. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 217 с.
12. Shin T., Kim Y., Kim H. Ingibition of immediate type allergic reaction by *Prunella vulgaris* in a murine model // Immunopharmacol. Immunotoxicol. 2001. N. Vol. 23. No. 3. P. 423–435.

ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫЕ РАСТЕНИЯ ЛЕСНОЙ ФЛОРЫ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

Некратова А.Н.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ), Томск, Россия
e-mail: aquilegia@gmail.com

FOREST FLORA ETHER-OIL PLANTS IN KUZNETSKY ALATAU

Nekratova A.N.

На основании проведенных исследований в лесной флоре Кузнецкого Алатау выявлено 16 видов эфирно-масличных растений. Показано распространение каждого вида по геоботаническим округам. Отмечены поясная и ценогическая приуроченность видов в лесном поясе. Указано их применение в медицине.

Ключевые слова: эфирно-масличные растения, лесная флора, Кузнецкий Алатау.

Эфирно-масличные растения перспективны для использования в пищевой промышленности, как пряные и в парфюмерии. В систематическом отношении они очень разнообразны, встречаются среди и голосеменных, и цветковых растений. Среди последних эфирно-маслические растения преобладают в семействах Apiaceae (*Angelica* L., *Carum* L., *Heracleum* L.), Valerianaceae (3 вида рода *Valeriana* L.), Lamiaceae (2 вида рода *Dracosephalum* L.), Pinaceae (2 вида рода *Pinus* L.), Rosaceae (2 вида рода *Rosa* L.). В других семействах, как правило, есть лишь их одиночные представители: Asteraceae (*Artemisia* L.), Orchidaceae (*Platanthera* L. C.M. Rich.), Betulaceae (*Betula* L.), Caryophyllaceae (*Dianthus* L.). Однако, на наш взгляд, список эфирно-маслических растений, составленный по литературным данным, далеко не полон, в него не входят роды из некоторых семейств: Lamiaceae (*Lamium* L., *Origanum* L., *Thymus* L. и др.), Liliaceae (*Hemerocallis* L., *Zigadenus* Michaux), Grossulariaceae (*Ribes* L.) и др.

На основании проведенных исследований в лесной флоре Кузнецкого Алатау выявлено 16 видов эфирно-маслических растений [4]. В нашей работе была принята определенная методика отбора полевого материала: регулярное заложение ключевых участков и достаточно густая сеть экспедиционных маршрутов позволили в значительной мере достоверно оценить богатство лесной флоры изучаемого региона. Все ее виды были отнесены к определенной сырьевой группе или группам на основании литературных источников [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8].

Для каждого из 16 видов лесной флоры Кузнецкого Алатау показано распространение по геоботаническим округам (I – Барзасский таежный, II – Кузнецко-Алатаусский высокогорный, III – Северо-Кузнецко-Алатаусский темнохвойно-светлохвойный, IV – Восточно-Кузнецко-Алатаусский

среднегорный темнохвойно-светлохвойный, V – Балыксинский горный черневой, VI – Батеневский низкогорный лесостепной). Приведена поясная приуроченность (1 – высокогорный пояс, 2 – таежный, 3 – черневой, 4 – подтаежный, 5 – лесостепной). Отмечена ценоотическая приуроченность видов в лесном поясе. Указано применение в медицине [4].

Angelica decurrens (Ledeb.) B. Fedtsch. – дудник низбегающий. I–IV; 1–5. Пойменные, сырые леса. В народной медицине.

Artemisia scoparia Waldst. et Kit. – полынь метельчатая. IV; 4, 5. Разреженные сосновые леса.

Betula pendula Roth – береза повислая. II, IV; 1–4. Образует чистые березовые леса, также растет в березово-лиственничных, осиново-березовых и смешанных с пихтой и кедром лесах. В научной медицине.

Carum carvi L. – тмин обыкновенный. I–V; 1, 4, 5. Разреженные березовые, лиственничные и смешанные леса, опушки. В научной медицине.

Dianthus superbus L. s. str. – гвоздика пышная. I–VI; 1–4. Березово-лиственничные и осиново-березовые леса, лесные луга. В народной медицине.

Dracosephalum nutans L. – змееголовник поникший. II–IV; 1, 4, 5. Разреженные березовые и светлохвойные леса, лесные луга, залежи. В народной медицине.

Dracosephalum ruyschiana L. – змееголовник Руйша. IV; 4, 5. Березовые, лиственнично-березовые разреженные леса, лесные луга. В народной медицине.

Heracleum dissectum Ledeb. – борщевик рассеченный. I–IV; 1–5. Пихтовые, березово-пихтовые, лиственнично-березовые, осиново-березовые леса, лесные луга. В народной медицине.

Pinus sibirica Du Tour – сосна сибирская. I–V; 1–4. Чистые и смешанные леса с темнохвойными и светлохвойными видами, а также преимущественно вторичные с мелколиственными. В народной медицине.

Pinus sylvestris L. 1753, Sp. Pl.: 1000; Ханминчун, 1988, Фл. Сиб., 1: 81 – сосна обыкновенная. I–VI; 4, 5. Сосновые, в том числе вторичные леса и смешанные. В научной медицине.

Platanthera bifolia (L.) L.C.M. Rich. – любка двулистная. I; 3. Леса, лесные луга. В научной медицине.

Rosa acicularis Lindley – шиповник иглистый. II, IV; 2–5. Смешанные, темнохвойные, сосновые, березовые леса, лесные луга, берега рек. В научной медицине.

Rosa majalis Herrm. 1762, Diss. Ros.: 8; Положий, 1988, Фл. Сиб., 8: 126 – шиповник майский. I–VI; 4, 5. Хвойные, березовые, смешанные леса, лесные луга. В научной медицине.

Valeriana alternifolia Ledeb. – валериана очереднолистная. IV; 4, 5. Разреженные леса, лесные луга. В научной медицине.

Valeriana rossica P. Smirnov – валериана русская. II–IV; 4–6. Разреженные березовые леса, поймы рек. В народной медицине.

Valeriana transjenseensis Kreyer – валериана заенисейская. I, II, IV; 1, 4, 5. Разреженные леса, лесные поляны. В научной медицине.

Работа выполнена при финансировании Программой повышения конкурентноспособности Томского государственного университета.

Литература

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. 2-е изд. М.: ГУГК, 1983. 340 с.
2. Вульф Е.В., Малеева О.Ф. Мировые ресурсы полезных растений. Пищевые, кормовые, технические, лекарственные и др. Л.: Наука, Ленинград. отд-ние, 1969. 564 с.
3. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. 5-е изд., доп. и перераб. Новосибирск: Наука, 1991. 431 с.
4. Некратова А.Н. Лесная флора Кузнецкого Алатау: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2005. 20 с.
5. Овеснов С.А. Конспект флоры Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1997. 252 с.
6. Полезные растения Хакасии: ресурсы и интродукция. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. 271 с.

7. Растения для нас: Справочное издание. СПб.: Учебная книга, 1996. 652 с.
8. Федоров А.А. Изучение растительных ресурсов // Проблемы современной ботаники. М.; Л.: Наука, 1965.

СПЕЦИФИКА ГЕНЕРАТИВНОЙ СФЕРЫ СИБИРСКИХ ВИДОВ РОДА *THYMUS* (LAMIACEAE)

Пишеничкина Ю. А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: scutel@yandex.ru

GENERATIVE SPHERE SPECIFICITY IN GENUS *THYMUS* (LAMIACEAE) SPECIES

Pshenichkina Yu.A.

Исследовались особенности генеративной сферы и ритмы цветения сибирских видов рода *Thymus* L. Установлено наличие половой дифференциации, определены типы цветков у изученных видов. Различия по фазам вегетации между половыми формами растений не выявлены.

Ключевые слова: *Thymus*, Lamiaceae, половая дифференциация.

Виды полиморфного рода тимьян (*Thymus* L.) используются в народной и официальной медицине разных стран мира. Установлено, что тимьяны обладают выраженным отхаркивающим, а также обезболивающим, дезинфицирующим, антисептическим свойствами, оказывают антимикробное действие. Биология цветения и половая дифференциация, важны для понимания стратегии развития вида, но изучались, в основном, у европейских тимьянов [3, 5, 7]. Сибирские виды в этом отношении практически не исследовались [1, 4, 6]. Половым формам могут иметь морфологические, биохимические и фенологические различия, что необходимо учитывать при выращивании и использовании лекарственных растений.

Целью нашей работы было изучение особенностей генеративной сферы и ритмов цветения сибирских видов рода *Thymus* L. при интродукции.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2007–2014 гг. на экспериментальном участке ЦСБС СО РАН (г. Новосибирск). Определение пола цветков и изучение ритма цветения производили на модельных побегах через каждые три-четыре дня. Фенологические наблюдения проводили по стандартной методике [2].

Результаты и их обсуждение. Было установлено, что виды *Thymus altaicus* Klok. et Schost. и *Th. mongolicus* (Ronn.) Ronn. имеют обоеполые цветки. У видов *Th. elegans* Serg. и *Th. extremus* Klok. встречаются как обоеполые, так и частично андростерильные цветки. У *Th. marschallianus* Willd. наряду с обоеполыми есть пестичные цветки. По половому типу исследованные виды тимьянов были отнесены к гермафродитным, с обоеполыми цветками; однодомным, гиномоноэичным; двудомным, гинодиэичным.

Сравнение морфологических параметров двух типов цветков у гиномоноэичных видов *Th. elegans* и *Th. extremus* показало сходное соотношение результатов измерений, установленных для обоеполых и частично андростерильных цветков. Количество частично андростерильных цветков в исследуемые годы не превышало 0,5–1 % от общего числа цветков. У *Th. marschallianus* обоеполые цветки отличаются более крупными размерами по сравнению с пестичными, что характерно для гинодиэичных видов.

Фенологические наблюдения за модельными побегами изученных видов показали, что различия по фазам вегетации между половыми формами растений нет. Виды отличаются по длительности и срокам наступления фенофаз. *Th. altaicus*, *Th. elegans*, *Th. marschallianus* относятся к группе поздневесенних, *Th. extremus*, *Th. mongolicus* – раннелетних зимнезеленых поликарпиков. Для всех

видов характерно однократное распускание цветков акропетальное по побегу. Реальная семенная продуктивность видов низкая – не более 20–25 %.

При изучении генеративной сферы интродуцированных представителей сибирских видов *Thymus* L. было установлено, что *Th. altaicus*, *Th. mongolicus* относятся к видам с обоеполюми цветками, *Th. elegans*, *Th. extremus* – к гиномоноэичным, *Th. marschallianus* – к гинодиэичным видам. Разница по фазам вегетации между половыми формами растений не установлена.

Литература

1. Банаева Ю.А., Гордеева Н.И. Половая дифференциация *Thymus elegans* Serg. (Lamiaceae) в условиях лесостепной зоны Новосибирской области // Растительный мир Азиатской России. 2008. № 2. С. 61–66.
2. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1974. 156 с.
3. Гогина Е.Е. Изменчивость и формообразование в роде Тимьян. М.: Наука, 1990. 208 с.
4. Гордеева Н.И., Пшеничкина Ю.А. Особенности половой дифференциации *Thymus marschallianus* (Lamiaceae) в условиях лесостепи Новосибирской области // Растит. ресурсы. 2013. Т. 49. Вып. 3. С. 297–303.
5. Корсакова С.П., Работягов В.Д., Федорчук М.И., Федорчук В.Г. Интродукция и селекция видов рода *Thymus* L. (биология, экология и биохимия). Херсон: Айлант, 2012. 244 с.
6. Пшеничкина Ю.А. Особенности сезонного развития *Thymus extremus* Klokov (Lamiaceae) при интродукции // Сиб. эколог. журн. 2014. Т. 21. № 5. С. 697–701.
7. Darwin Ch. The Different Forms of Flowers on Plants of the Same Species. London, 1877. 352 p.

ХРИЗАНТЕМА УВЕНЧАННАЯ: БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Пятина И. С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт
Уфимского научного центра Российской академии наук (БСИ УНЦ РАН), Уфа, Россия
e-mail: katakena@mail.ru

GARLAND CHRYSANTHEMUM: BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND CHEMICAL COMPOSITION

Pyatina I. S.

Приведены результаты исследований хризантемы увенчанной, интродуцированной в Башкирском Предуралье. Представлены сведения по биологии, географии и культуре вида. Изучено содержание аминокислот, макро- и микроэлементов в разных частях растения.

Ключевые слова: *Chrysanthemum coronarium*, интродукция, биологические особенности, элементный и аминокислотный состав.

В Средиземноморье хризантема увенчанная, или съедобная (*Chrysanthemum coronarium* L.), встречается в дикой природе, а в Китае и особенно в Японии этот вид с глубокой древности возделывается как однолетнее овощное растение. Этой культуре уже больше 2000 лет. В России овощную хризантему издавна можно было встретить в огородах на Дальнем Востоке. В последние годы интерес к этому растению стали проявлять и садоводы других регионов России [6].

Листья и молодые побеги хризантемы по вкусовым качествам напоминают сельдерей, их используют в пищу. Пищевое значение имеют также молодые соцветия. С лечебной целью заготавливают траву, цветки, корни. Настой, отвар надземной части растения применяют как противо-

опухолевое средство, отвар корней – как слабительное. Настой цветков пьют при желтухе, гонорее. Исследования по антиоксидантной эффективности показали, что экстракт из листьев хризантемы съедобной близок к экстракту женьшеня [5].

В период цветения (июль – октябрь) растения очень декоративны и могут служить украшением садового участка [3, 4, 8–12, 14, 15].

Биологические особенности и перспективы использования хризантемы увенчанной в условиях Башкирского Предуралья до настоящего времени не изучались, поэтому исследование этой хозяйственно-ценной культуры являлось основной целью настоящей работы.

В задачи исследования входило:

- 1) выявление особенностей сезонного ритма развития растений;
- 2) изучение динамики роста;
- 3) проведение морфометрических исследований;
- 4) изучение семенной продуктивности;
- 5) определение биохимического состава сырья.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводили в 2014–2015 гг. на базе Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН. Сезонный ритм развития растений отслеживали по методике фенологических наблюдений в ботанических садах СССР [7]. Динамику роста определяли путем измерения высоты растений каждые десять дней. Всхожесть семян и массу 1000 семян изучали по методике М.К. Фирсовой и Е.П. Поповой [16]. Семенную продуктивность подсчитывали по методике И.В. Вайнагия [2].

Фенологические наблюдения проводили на 25 особях, изучали семенную продуктивность и проводили морфометрические измерения на 10 особях, посевные качества семян определяли, используя 300 семян.

Для фитохимического исследования с 10 растений в фазе цветения были взяты листья, стебли, цветки и корни. Их высушивали до воздушно-сухого состояния, затем измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм. Определение аминокислот в исследуемых образцах проводили на аминокислотном анализаторе ААА-339 (Чехия) в стандартных условиях, используемых для разделения белковых гидролизатов. Элементный состав определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии [1].

Результаты и их обсуждение. Семянки хризантемы увенчанной длиной 3,0–4,0 мм, шириной 2,0–2,5 мм, суженные с одного конца. Масса 1000 шт. – $2,4 \pm 0,04$ г, всхожесть – до 93 %, энергия прорастания (на 7-е сутки) – 76 %. Семена были посеяны 8 апреля 2014 г. (в защищенном грунте), первые всходы появились на пятые сутки. Рассаду высадили в открытый грунт 11 июня, после того как миновала угроза весенних заморозков.

В результате фенологических наблюдений выявлено, что фаза бутонизации у растений наступает через 45–50 сут., а фаза цветения – через 65–70 сут. после посева семян в грунт. Период цветения продолжительный – не менее 90 сут. Период созревания семян очень растянут. Продолжительность периода плодоношения для хризантемы увенчанной в условиях Башкирского Предуралья составляет в среднем 60–70 сут.

Сбор семян начали, когда семена в корзинке приобрели темно-коричневый цвет, созревшие корзинки собирали выборочно, несколько раз. Уборку корзинок со сформировавшимися семенами проводили с начала сентября до начала октября. Семена хорошо дозариваются при медленной сушке, легко высыпаются из корзинки и очищаются от мусора.

Морфометрические исследования показали, что в фазу цветения высота главного побега хризантемы увенчанной варьировала от 102 до 136 см. Средняя длина листа составила $8,9 \pm 0,9$ см, ширина – $4,2 \pm 0,5$ см, диаметр соцветия – $3,9 \pm 0,6$ см. Корзинок на одной особи в среднем $71 \pm 4,9$ шт. [5].

Анализ динамики роста изучаемого вида показал, что максимальный суточный прирост у растений наблюдается в фазе цветения в конце июля – начале августа и составляет 16 мм. В пределах каждой фенофазы отмечены колебания показателей интенсивности роста. Рост побегов завершается в конце сентября.

При изучении семенной продуктивности растений за потенциальную семенную продуктивность (ПСП) одного соцветия хризантемы принимали количество трубчатых цветков, так как теоретически при благоприятных условиях один цветок дает одно семя. Анализ элементов семенной продуктивности показал, что уровень ПСП составляет $212,1 \pm 1,3$ семян на соцветие. Показатель реальной семенной продуктивности (РСП) также высокий – $179,5 \pm 2,3$ семян на соцветие. Адаптивный потенциал хризантемы увенчанной в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья, судя по значениям коэффициента продуктивности ($K_{\text{пр}} = 85\%$), реализуется достаточно хорошо. Семенная продуктивность растения высокая – 2,8 тыс. семян.

Оценивая результаты определения элементного состава (табл. 1), можно отметить следующее: максимальным содержанием Na (0,35%), Ca (1,74%), P (0,23%), Cu (5,07 мг/кг), Mn (619,11 мг/кг) и J (0,28 мг/кг) отличаются листья хризантемы. По содержанию Zn (110,81 мг/кг) и Fe (992,91 мг/кг) лидирующее положение занимают цветки хризантемы. В корне накапливается большое количество K (1,97%).

Таблица 1

Элементный состав сырья хризантемы увенчанной

Вид сырья	Макроэлементы, %				Микроэлементы, мг/кг				
	K	Na	Ca	P	Zn	Fe	Cu	Mn	J
Листья	0,99	0,35	1,74	0,23	105,40	754,01	5,07	619,11	0,28
Цветки	1,20	0,25	1,13	0,14	110,81	992,91	0,71	577,67	0,20
Стебель	1,63	0,02	0,23	0,17	79,73	909,83	4,12	493,91	0,07
Корень	1,97	0,13	1,12	0,21	87,33	408,94	0,83	328,66	0,11

Результаты исследования аминокислотного состава представлены в табл. 2. Установлено присутствие 14 аминокислот, 7 из которых являются незаменимыми. Максимальное накопление аминокислот наблюдается в листьях. Суммарное содержание аминокислот составляет от 8,27 до 10,67%, в том числе незаменимых – от 3,47 до 4,78%, что отражает биологическую ценность объекта исследования.

Таблица 2

Содержание аминокислот в сырье хризантемы увенчанной, %

Наименование	Вид сырья			
	Корень	Стебель	Цветки	Листья
Лизин*	1,20	1,58	0,49	0,62
Метионин*	0,13	0,29	0,02	0,38
Цистеин	0,99	1,07	0,58	0,58
Гистидин	0,48	0,58	0,35	0,15
Аргинин	0,26	0,05	0,41	1,10
Треонин*	0,04	0,16	0,16	0,64
Серин	0,30	0,06	0,27	0,78
Пролин	1,61	1,26	1,87	2,39
Глицин	0,79	0,54	1,00	1,31
Валин*	0,10	0,53	1,56	1,21
Изолейцин*	0,99	0,68	0,26	0,12
Лейцин*	0,98	1,11	0,65	0,26
Тирозин	0,03	0,03	0,32	0,37
Фенилаланин*	0,01	0,08	0,33	0,76
Суммарное содержание	9,24	8,47	8,27	10,67

* Незаменимые аминокислоты.

Выводы. Таким образом, хризантема увенчанная является перспективным культиваром для выращивания в Башкирском Предуралье. В условиях эксперимента она проходит все фенологические фазы от всходов до созревания полноценных семян и отмирания. Продолжительность вегетационного периода составила около 190 сут. при выращивании рассадой.

Изучен аминокислотный и минеральный состав надземной и подземной частей *C. coronarum* L. Полученные данные указывают на перспективность использования сырья хризантемы увенчанной в качестве источника заменимых и незаменимых аминокислот, а также макро- и микроэлементов.

Литература

1. Брицке М. Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ М.: Химия, 1982. 224 с.
2. Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. 1974. Т. 59. № 6. С. 826–831.
3. Каталог растений Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН: БСИ УНЦ РАН / Под ред. В. П. Путенихина. Уфа: Информреклама, 2005. 224 с.
4. Каталог растений Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН: БСИ УНЦ РАН / Под ред. В. П. Путенихина. 2-е изд. Уфа: Гилем, 2012. 224 с.
5. Кононков П. Ф., Гинс М. С., Тришин М. Е., Валиева Р. Г. Перспективы выращивания хризантемы съедобной сорта Узорчатая // Овощи России. 2011. № 4. С. 46–49.
6. Масленникова С. А. Разработка технологических приемов выращивания хризантемы овощной сорта Узорчатая в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2010. 169 с.
7. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах / Под ред. Л. И. Лапина. М.: ГБС АН СССР, 1972. 135 с.
8. Миронова Л. Н., Реут А. А. Коллекции цветочно-декоративных растений Ботанического сада-института УНЦ РАН (г. Уфа) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2014. № 13. С. 138–141.
9. Миронова Л. Н., Воронцова А. А., Шипаева Г. В. Итоги интродукции и селекции декоративных травянистых растений в Республике Башкортостан. Ч. 1. М.: Наука, 2006. 211 с.
10. Миронова Л. Н., Реут А. А., Шайбаков А. Ф., Шипаева Г. В. Таксономический состав декоративных травянистых растений культурной флоры Башкирии // Изв. УНЦ РАН. 2014. № 1. С. 43–49.
11. Миронова Л. Н., Реут А. А., Шипаева Г. В., Шайбаков А. Ф. Использование интродуцентов декоративных цветочных культур в озеленении городов Башкирии // Вестн. Иркут. гос. с.-х. акад. 2011. Т. 3. № 44. С. 123–129.
12. Миронова Л. Н., Реут А. А., Шипаева Г. В. Ассортимент декоративных травянистых растений для озеленения населенных пунктов Республики Башкортостан. Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2013. 92 с.
13. Пятинина И. С., Миронова Л. Н. Биологические особенности хризантемы увенчанной в Башкирском Предуралье // Экология и природопользование: прикладные аспекты: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. Уфа: Изд-во БГПУ, 2015. С. 206–209.
14. Шипаева Г. В., Миронова Л. Н. Результаты интродукции декоративных летников // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2009. № 6. С. 448–451.
15. Шипаева Г. В., Миронова Л. Н., Шайбаков А. Ф., Реут А. А. К вопросу озеленения городов Башкирского Предуралья декоративными летниками // Вестн. БашГУ. 2011. Т. 16. № 2. С. 359–363.
16. Фирсова М. К., Попова Е. П. Оценка качества зерна и семян. М.: Колос, 1981. 150 с.

ИЗУЧЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ СИБИРИ И ДАЛЬНОГО ВОСТОКА: ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ

Рыкова В.В., Бусыгина Т.В.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук» (ГПНТБ СО РАН),
Новосибирск, Россия
e-mail: onbryk@spsl.nsc.ru, busig@spsl.nsc.ru*

STUDYING MEDICINAL PLANTS IN SIBERIA AND THE FAR EAST: THE INFORMATIONAL ASPECTS OF THE PROBLEM

Rykova V. V., Busygina T. V.

Представлен информационно-библиографический комплекс продуктов собственной генерации ГПНТБ СО РАН, созданный для сопровождения научных исследований в области изучения и интродукции лекарственных растений. Дана краткая характеристика составных частей комплекса: текущих и ретроспективных указателей литературы, проблемно-ориентированных баз данных. Особый акцент сделан на региональных исследованиях лекарственных растений в Азиатской России.

Ключевые слова: базы данных, информационное сопровождение, лекарственные растения, Сибирь, Дальний Восток.

Информация является важной составляющей научных исследований, ее своевременное представление и анализ во многом определяют темпы достижения необходимых результатов.

Центральное место в системе информационных ресурсов занимает продукция Всероссийского института научно-технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН, Москва), который выпускает реферативные журналы (РЖ), создающиеся на основе библиографических баз данных (БД). В 1991–2008 гг. институтом издавался отдельный выпуск РЖ «Лекарственные растения», структурированный по разделам: «Общие проблемы», «Методы исследований», «Анатомия и морфология», «Физиология», «Биология», «Генетика и селекция», «Систематика и фитогеография», «Фармакологическое воздействие на организм», «Гомеопатия», «Растительные ресурсы и агротехника возделывания».

Фактографическая БД ВИНИТИ «Лекарственные растения» («Алтей») создана для сбора, анализа и использования научной информации по лекарственным растениям, их биологически активным элементам, изготовлению медицинских препаратов на основе лекарственных растений, библиографической и другой информации, необходимой в научной и практической работе. База данных содержит описания 250 лекарственных растений, 450 сборов лекарственных трав, более 400 рефератов статей [5]. Доступ к БД ВИНИТИ РАН платный, поэтому СО РАН ежегодно осуществляет подписку на РЖ и библиографические БД ВИНИТИ РАН.

ГПНТБ СО РАН занимается информационной поддержкой региональных исследований с 1958 г. Ресурсы собственной генерации ГПНТБ СО РАН находятся в свободном доступе на сайте библиотеки www.spsl.nsc.ru, что даст пользователям широкие возможности получения библиографической и полнотекстовой информации.

За более чем полувековой период в ГПНТБ СО РАН накоплены и обработаны огромные массивы документов по различным направлениям фундаментальных и прикладных исследований, в том числе по биологическим дисциплинам. Создан информационно-библиографический комплекс, включающий систему указателей литературы и БД [4].

Вопросы изучения растительного мира отдельных территорий Сибири и Дальнего Востока нашли отражение в следующих библиографических пособиях:

– ретроспективные указатели литературы «Интродукция и акклиматизация растений в Сибири и на Дальнем Востоке (конец XVIII в. – 1972 г.)» [2], «Растительность и растительные ресурсы Западной Сибири (1909–1962 гг.)» [3];

– текущие указатели литературы «Растительный мир Сибири и Дальнего Востока», (в 1963–1974 гг. он выходил под названием «Растительные ресурсы Сибири и Дальнего Востока», с 1983 по 1995 г. входил в указатель «Почвы, растительный и животный мир Сибири и Дальнего Востока», а с 1995 г. по настоящее время является составной частью объединенного указателя «Природа и природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока, их охрана и рациональное использование»), «Проблемы Севера».

В конце 1980-х гг. внедрение автоматизации в библиотечные процессы привело к изменению системы подготовки библиографических пособий, которые стали создаваться на основе проблемно-ориентированных БД. С 1988 г. генерируется БД с текущим пополнением «Природа и природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока». Материалы по лекарственным растениям Азиатской России сосредоточены в ней в разделе «Растительный мир» (более 52 000 документов), включающем рубрики «Систематика. Флористика», «Биология и экология растений», «Физиология, биохимия, биофизика растений», «Растительные ресурсы. Интродукция». База данных «Проблемы Севера» в разделе «Биологические ресурсы» (2400 документов) содержит материалы по лекарственным растениям северных территорий Евразии и Северной Америки. База данных «Коренные малочисленные народы Севера» включает публикации по этноботанике и использованию лекарственных растений аборигенами Севера в народной медицине. С 2011 г. эти БД со своими рубриками вошли в состав укрупненной БД библиографического типа «Научная Сибирика» [1].

Базы данных собственной генерации ГПНТБ СО РАН создаются на основе обязательного экземпляра отечественной литературы, получателем которого является наша библиотека, и иностранной литературы, поступающей через международный книгообмен. Информационные массивы БД включают различные виды документов (монографии, статьи из журналов и научных сборников, материалы конференций, симпозиумов, конгрессов, словари, справочники, учебные пособия, авторефераты диссертаций, обзоры, методические рекомендации, карты, атласы, электронные документы). Поиск в БД возможен по ключевым словам из заглавия, аннотации или перевода, авторам, редакторам, году и месту издания, предметной рубрике, языку и виду документа или по комбинации нескольких параметров. Каждый документ БД включает полное библиографическое описание, переводы к зарубежным изданиям, аннотации, а также географическую и систематическую рубрики. Если в заглавии публикации географическая рубрика отсутствует, она раскрывается в аннотации и обязательно входит в библиографическую запись документа, что обеспечивает легкий поиск релевантного материала по региону исследований.

В ГПНТБ СО РАН ведутся работы по созданию полнотекстовой БД «Научные конференции РАН», включающей труды симпозиумов, которые проводились институтами РАН с 2008 г. В ней организованы гиперссылки от библиографических описаний на полные тексты трудов и сайты научных мероприятий. Статьи по биологии, биохимии и интродукции лекарственных растений Сибири и Дальнего Востока представлены и в материалах конференций, например, «Растения в муссонном климате: V научная конференция (Владивосток, 2009 г.)», «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: VIII Международный симпозиум (Москва, 2012 г.)», «Plant Genetics, Genomics and Biotechnology: PlantGen 2012: 2nd International Conference (Irkutsk, 2012)» и др.

Информационные продукты собственной генерации ГПНТБ СО РАН, включающие материалы по лекарственным растениям Сибири и Дальнего Востока, представлены в таблице.

Чтобы найти охарактеризованную информацию на сайте ГПНТБ СО РАН, нужно выбрать следующие опции: «Электронные каталоги и БД» → «Библиографические БД» → «Научная Сибирика» → «Тематические разделы» → «Природа и природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока» или «Полнотекстовые БД» → «Научные конференции РАН». Документы, описания которых вошли в БД, хранятся в фондах ГПНТБ СО РАН или библиотеках институтов СО РАН, поэтому их можно легко получить по межбиблиотечному абонементу в электронной или традиционной форме.

Помимо БД собственной генерации ГПНТБ СО РАН разноплановую информацию о лекарственных растениях можно получить из иностранных источников. Пользователи ГПНТБ могут поработать с электронными БД, бесплатный доступ к которым предоставлен СО РАН по лицензионному

соглашению крупными зарубежными держателями информации: Scopus, Chemical Abstracts, Reaxys, Web of Science и др., поиск в которых осуществляется по библиографическим, реферативным данным, реакциям, названиям веществ и формулам.

**Информация о лекарственных растениях Сибири и Дальнего Востока
в информационных продуктах ГПНТБ СО РАН**

Тип библиографического пособия	Название, рестроспектива	Тематические разделы
Ретроспективные указатели литературы	Интродукция и акклиматизация растений в Сибири и на Дальнем Востоке (конец XVIII в. – 1972 г.), 3279 документов Растительность и растительные ресурсы Западной Сибири (1909–1962 гг.), 2537 документов	Лекарственные, пищевые, витаминоносные, медоносные, технические растения Растительные ресурсы (полезные растения и их использование)
Текущие указатели литературы	Природа и природные ресурсы, их охрана и рациональное использование (с 1995 г.), 6 выпусков в год Проблемы Севера (с 1968 г.), 6 выпусков в год	Систематика, Флористика, Биология и экология растений, Физиология, биохимия, биофизика растений, Растительные ресурсы. Интродукция Биологические ресурсы
Библиографические БД	Научная Сибирика (1988 г.) Природа и природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока Проблемы Севера Коренные малочисленные народы Севера	Систематика. Флористика, Биология и экология растений, Физиология, биохимия, биофизика растений, Растительные ресурсы. Интродукция Биологические ресурсы Медико-биологические проблемы
Полнотекстовая БД	Научные мероприятия РАН (с 2008 г.)	–

Такова система научной информации для сопровождения разнопрофильных исследований лекарственных растений, доступная пользователям ГПНТБ СО РАН.

Литература

1. Балуткина Н.А., Бусыгина Т.В. База данных «Научная Сибирика» как новая форма библиографических ресурсов ГПНТБ СО РАН // Информационные ресурсы России. 2012. № 2. С. 2–4.
2. Интродукция и акклиматизация растений в Сибири и на Дальнем Востоке: Указ. лит-ры (конец XVIII в. – 1972 г.) / Сост. Т.А. Воробьева, Т.Д. Груздева. Новосибирск, 1974. 334 с.
3. Растительность и растительные ресурсы Западной Сибири: библиография 1909–1962 гг. / Сост. Т.А. Воробьева, В.П. Соколова, А.А. Конограй; отв. ред. К.А. Соболевская. Новосибирск, 1964. 152 с.
4. Рыкова В.В. Информационно-библиографический комплекс по циклу естественных наук, созданный в ГПНТБ СО РАН // Библиосфера. 2007. № 1. С. 33–43.
5. Фактографические БД // ВИНТИ РАН. URL: <http://www.viniti.ru/russian/vinfect.html> (дата обращения: 04.05.2015).

РАЗНООБРАЗИЕ И РЕСУРСЫ ДИКОРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ УЩЕЛЬЯ ЯВРОЗ

Саттаров Д. С.¹, Вышегуров С. Х.²

¹ Государственное научное учреждение «Национальный республиканский центр генетических ресурсов»
Таджикской академии сельскохозяйственных наук (НРЦГР ТАСХН), Душанбе, Таджикистан
e-mail: jamshed.hvilya@mail.ru

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Новосибирский государственный аграрный университет» (НГАУ), Новосибирск, Россия
e-mail: vishegurov@nsau.edu.ru

DIVERSITY AND RESOURCES OF WILD-GROWING MEDICINAL HERBS IN NAVRUZ CANYON

Sattarov J. S., Vyshegurov S. Kh.

Приведены результаты исследований по оценке промысловых зарослей дикорастущих лекарственных растений на территории ущелья Явроз (восточная часть южного склона Гиссарского хребта, Таджикистан). Наиболее значительные промысловые заросли образуют сумах дубильный (*Rhus coriaria* L.) – 4,5 га и зверобой шероховатый (*Hypericum scabrum* L.) – 5,3 га.

Ключевые слова: разнообразие, ресурсы, участок, экспозиция, растения.

Республика Таджикистан является аграрной страной, и использование растительного сырья – это одно из направлений эффективного природопользования, однако для полноценного использования дикорастущих лекарственных растений необходимо обладать информацией о фактическом наличии природных ресурсов того или иного вида. Для этого требуется проведение мониторинга дикорастущих лекарственных растений, которые образуют промысловые заросли, и исследований по выявлению их эксплуатационных ресурсов. За последние десятилетия в республике был выполнен ряд таких исследований. Изучена продуктивность ревеня, а также некоторых представителей семейств гречишных и зонтичных на Западном Памире [4]. Определены ресурсы дикорастущих лекарственных растений в некоторых районах южного склона Гиссарского хребта [5–8].

Республика Таджикистан благодаря своим благоприятным климатическим условиям обладает достаточно богатым разнообразием видового состава флоры. Согласно литературным источникам [9], на территории республики распространены более 1500 видов дикорастущих эфирно-масличных и лекарственных растений, которые используются в народной медицине, но в традиционной медицине применяются всего 42 вида. Чрезмерный неконтролируемый сбор лекарственного сырья населением приводит к последовательному истощению природных ресурсов многих видов растений. Такая ситуация наблюдается во всех районах Таджикистана, и решение сложившейся проблемы – одна из приоритетных задач руководства республики.

Цель исследования, проведенного нами в 2014 г., – мониторинг природных ресурсов дикорастущих лекарственных растений, которые образуют промысловые заросли, а также изучение влияния экспозиции склона на формирование промысловых популяций.

Материалы и методы. Объектами исследования были промысловые заросли дикорастущих лекарственных и пищевых растений в ущелье Явроз. Всего обследовано более 29 зарослей, из них 17 являются промысловыми, но могут иметь хозяйственное значение только при комплексном использовании.

Ущелье Явроз расположено в 46 км на восток от г. Душанбе, в восточной части южного склона Гиссарского хребта, и простирается с юга на север от развилки главной трассы Рамит. Ущелье имеет длину более 4,5 км и зигзагообразную форму. Следует отметить, что первые 1,5 км ущелья Явроз – это густонаселенная территория, где расположено два населенных пункта: Явроз (1160 м над ур. моря) и Калгай (1280 м над ур. моря). Соответственно, периметр данного участка подвергается

определенной антропогенной нагрузке. Вдоль русла р. Явроз растет чернолесье с полнотой древостоя 0,8–0,9, в нем преобладают такие породы, как платан восточный (*Platanus orientalis* L.) и хурма кавказская (*Diospyros lotus* L.). Выше по руслу реки они постепенно вытесняются кленом туркестанским (*Aser turkestanicum* Рах.) и кленом Регеля (*A. regelii* Рах.). Данная лесная формация, начиная с высоты 1420 м над ур. моря, постепенно переходит в формацию шибляка с полнотой древостоя 0,3–0,5, в котором начинают преобладать миндаль горький (*Amygdalus bucharica* Korch.), боярышник понтийский (*Crataegus pontica* C. Koch. in Verh.) и боярышник туркестанский (*C. turkestanica* Pojark.). Восточная экспозиция ущелья Явроз от начала и почти до конца покрыта экзохордой Альберта (*Exochorda alberti* Regel.). Преобладающие типы почв ущелья – темные сероземы, коричневые карбонатные, средневымытые в нижнем поясе и коричневые лесные в верхних поясах, переходящие у водораздельных гребней в высокогорные луговые почвы.

Материалы и методы. Основные термины и принципы расчетов запасов сырья, использованные в работе, соответствуют методике определения запасов лекарственных растений [2]. Математические расчеты и обработку статистических данных проводили по методике полевого опыта [1].

Общеизвестно, что на плотность запаса растений огромное влияние оказывают внешние факторы среды обитания. Нами было определено влияние экспозиции склона на распространение зверобоя шероховатого и душицы мелкоцветковой, в частности между северными и южными экспозициями. При определении степени влияния факторов окружающей среды на численность растений рассчитывали критерий Стьюдента (*t*), для сравнения величин выборочных дисперсий определяли критерий Фишера (*F*), а для оценки обилия использовали шкалу Друде (с дополнениями А.А. Уранова) [9].

Результаты и их обсуждение. На территории ущелья Явроз распространены 39 основных видов дикорастущих лекарственных растений, из них 8 видов образуют промысловые заросли, но только 6 пользуются спросом у населения и в медицине (табл. 1).

Таблица 1

Разнообразие и промысловые заросли дикорастущих лекарственных растений в ущелье Явроз

Вид	Запас растений		
	А	В	С
1	2	3	4
Алтей лекарственный – <i>Althaea officinalis</i> L.		X	
Аронник Королькова – <i>Arum korolkovii</i> Regel.			X
Боярышник понтийский – <i>Crataegus pontica</i> C. Koch. in Verh		X	
Боярышник туркестанский – <i>C. turkestanica</i> Pojark.		X	
Большоголовник цельнолистный – <i>Stemmacantha integrifolia</i> (C. Winkl.) Dittrich.			X
Водосбор заменяющий – <i>Aquilegia vicaria</i> Nevski			X
Гвоздика бальджуанская – <i>Dianthus baldshuanicus</i> Lincz.			X
Горечавка Оливье – <i>Gentiana olivieri</i> Griseb. Gent.		X	
Девясил высокий – <i>Inula helenium</i> L.		X	
Девясил крупнолистный – <i>Inula macrophylla</i> Kar. et Kir. in Bull.			X
Душица мелкоцветковая – <i>Origanum tyttanthum</i> Gonch.	X		
Ежевика сизая – <i>Rubus caesius</i> L.		X	
Зверобой продырявленный – <i>Hypericum perforatum</i> L.		X	
Зверобой шероховатый – <i>Hypericum scabrum</i> L.	X		
Зизифора памироалайская – <i>Ziziphora pamiroalaica</i> Juz.		X	
Коровяк джунгарский – <i>Verbascum songaricum</i> Schrenk in Fisch. et Mey. Enum.			X
Лапчатка кулябская – <i>Potentilla kulabensis</i> Th.Wolf.			X
Лук стебельчатый – <i>Alium stipitatum</i> Regel.		X	
Мелисса лекарственная – <i>Melissa officinalis</i> L.		X	
Морковь дикая – <i>Daucus carota</i> L.		X	
Мята азиатская – <i>Mentha asiatica</i> Boiss.		X	
Остролодочник бальджуанский – <i>Oxytropis baldshuanica</i> B. Fedtsch.			X
Пижма ложнотысячелистниковая – <i>Tanacetum pseudoachillea</i> C. Winkl.		X	
Подорожник большой – <i>Plantago major</i> L.		X	
Подорожник ланцетолистный – <i>Plantago lanceolata</i> L.		X	

1	2	3	4
Пузырник ломкий – <i>Cystopteris filix-fragilis</i> (L.) Borbas, Balaton. Fl.			X
Ревень Максимовича – <i>Rheum maximoviczii</i> Losinsk.		X	
Сумах дубильный – <i>Rhus coriaria</i> L.	X		
Термопсис длинноплодный – <i>Thermopsis dolichocarpa</i> V. Nikit	X		
Тысячелистник Бибирштейна – <i>Achillea biebersteinii</i> Afan.		X	
Тысячелистник таволголистный – <i>Achillea filipendulina</i> Lam.		X	
Шалфей мускатный – <i>Salvia sclarea</i> L.	X		
Шиповник гунтский – <i>Rosa huntica</i> Chrshan.		X	
Шиповник Коржинского – <i>Rosa korshinskyana</i> Bouleng. in Boll. Jard.	X		
Эфедра хвощевая – <i>Ephedra equisetina</i> Bunge.		X	
Эремурус мощный – <i>Eremurus robustus</i> Regel.		X	
Юган кормовой – <i>Prangos pabularia</i> Lindl.	X		
Ферула кухистанская – <i>Ferula kuhistanica</i> Korov.	X		
Яснотка белая – <i>Lamium album</i> L.			X

Примечание. А – промысловые заросли; В – небольшие, разреженные заросли; С – единичные экземпляры.

Зверобой шероховатый образует больше промысловых зарослей (общая площадь – 5,3 га, биологический запас – 622,8 кг), а сумах дубильный имеет всего одну промысловую заросль площадью 4,5 га, но его биологический запас составляет 10453,5 кг (табл. 2). Большой запас сумаха дубильного обусловлен характером лекарственно-растительного сырья, которое с него собирают (листья), и его биоморфологическим строением.

Таблица 2

Характеристика биологических ресурсов дикорастущих лекарственных растений, образующих промысловые заросли в ущелье Явроз

Вид	Количество зарослей, шт.	Общая площадь заросли, га	Запас воздушно-сухого сырья, кг		ВОЕЗ, кг
			биологический	эксплуатационный	
Зверобой шероховатый	5	5,3	622,8 ± 53,5	436,2 ± 37,6	145,4 ± 12,5
Шалфей мускатный	2	0,6	57,8 ± 4,1	37,8 ± 2,7	12,6 ± 0,9
Душица мелкоцветковая	4	1,75	578,6 ± 43,4	370,3 ± 29,1	123,4 ± 9,7
Сумах дубильный	1	4,5	10453,5 ± 679,5	6794,6 ± 441,6	2264,9 ± 147,2
Шиповник Коржинского	2	2,0	1246,8 ± 84,8	810,4 ± 52,6	270,1 ± 17,5
Термопсис длинноплодный	3	1,33	1443,1 ± 105,3	930,8 ± 71,7	310,3 ± 23,9

Зверобой шероховатый и душица мелкоцветковая имеют большую плотность запаса сырья (ПЗС) на северных экспозициях склона, нежели на южных (табл. 3). У зверобоя шероховатого ПЗС на северных экспозициях составила 123,5 ± 8,9 кг/га, а на южных – 94,6 ± 7,1 кг/га. У душицы мелкоцветковой ПЗС на северных экспозициях склона – 386,0 ± 25,5 кг/га, а на южных – 236,9 ± 15,6 кг/га. Такое распределение запасов сырья растений обусловлено большей увлажненностью участков северной экспозиции, вызванной воздействием микроклимата существующих фитоценозов.

Таблица 3

Влияние факторов местообитания на плотность запаса сырья некоторых лекарственных растений, образующих промысловые заросли в ущелье Явроз

Экспозиция склона	Количество зарослей и площадь, шт./га	ПЗС, кг/га			t / F	Обилие по Друде
		min	max	средняя		
Зверобой шероховатый						
Северная	3/4,6	86,5 ± 6,2	123,5 ± 8,9	105,0 ± 7,6	3,42/3,5	cop2
Южная	2/0,7	56,8 ± 4,3	94,6 ± 7,1	75,7 ± 5,7		cop1-Sp
Душица мелкоцветковая						
Северная	2/1,25	247,0 ± 16,3	386,0 ± 25,5	316,5 ± 20,9	4,67/4,0	cop3
Южная	2/0,5	151,6 ± 10,0	236,9 ± 15,6	194,3 ± 12,8		cop1-Sp

Примечание. К северной экспозиции склона мы условно отнесли восточную, северную, северо-западную и северо-восточные экспозиции, а к южной экспозиции – южную, западную, юго-западную и юго-восточные экспозиции.

Анализ критерия Стьюдента (t) показывает, что у зверобоя шероховатого $t_{\text{эмп}} 3,42 > t_{\text{табл}} 3,18$, а у душицы мелкоцветковой $t_{\text{эмп}} 4,67 > t_{\text{табл}} 4,30$. Данное соотношение подтверждает, что на северных экспозициях склона ПЗС растений выше, чем на южных.

Анализ критерия Фишера (F) показывает, что у зверобоя шероховатого $F_{\text{крит}} 161,0 > F_{\text{эмп}} 3,5$, а у душицы мелкоцветковой $F_{\text{крит}} 18,5 > F_{\text{эмп}} 4,0$, т.е. величины выборочных дисперсий расположены в пределах допустимой 5 %-й погрешности.

Выводы. Ущелье Явроз, небольшое по протяженности, имеет достаточно широкий ассортимент лекарственных растений (39 видов). Из них 6 видов образуют промысловые заросли, но их количество невелико, и промышленное значение они будут иметь только при комплексном использовании. Присутствие аквилегии (водосбора) – растения, которое является гигрофитом и эдафикатором влажности, возможно, говорит о наличии достаточного количества родников и поверхностном залегании грунтовых вод, в связи с чем на территории ущелья Явроз формация чернолесья хорошо развита и имеет высокую полноту древостоя (0,8–0,9). Самый большой запас лекарственного растительного сырья в ущелье образует сумак дубильный – $10\,453,5 \pm 679,5$ кг.

Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Методика определения запасов лекарственных растений. М., 1986. 52 с.
3. Неронов В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России: Методическое пособие. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. 139 с.
4. Сабоиев С.С., Мунаков А. Распространение и продуктивность некоторых представителей семейств гречишных и зонтичных на Западном Памире // Изв. АН Таджикской ССР. 1993. № 2 (130). С. 31–35.
5. Саттаров Д.С. Запас сырья некоторых лекарственных растений в лесных угодьях Южной части Гиссарского хребта // Докл. ТАСХН. 2009. № 3. С. 54–60.
6. Саттаров Д.С. Оценка ресурсов *Achillea filipendulina* (Asteraceae) на территории ущелья Магов (Гиссарский хребет, Таджикистан) // Растит. ресурсы. 2011. Т. 47. № 1. С. 47–50.
7. Саттаров Д.С., Вышегуров С.Х. Биологические ресурсы дикорастущих лекарственных растений ущелья Гузгарф // Вестн. НГАУ. 2013. Вып. 27. № 2. С. 34–38.
8. Саттаров Д.С., Вышегуров С.Х. Ресурсы дикорастущих эфирно-масличных и лекарственных растений в некоторых районах Центрального Таджикистана // Инновации и продовольственная безопасность. НГАУ. 2013. № 2. С. 133–138.
9. Хаджиматов М. Дикорастущие лекарственные растения Таджикистана. Душанбе: Гл. науч. ред. Таджик. энцикл., 1989. 368 с.

К ВОПРОСУ АНТЭКОЛОГИИ *GLADIOLUS IMBRICATUS* И *GLADIOLUS TENUIS* В УСЛОВИЯХ ПРЕДУРАЛЬЯ

Черткова М.А.^{1,2}, Шумихин С.А.^{1,2}

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный
исследовательский университет» (ПГНИУ), Пермь, Россия
e-mail: marina.chertkova@list.ru

² Ботанический сад им. проф. А.Г. Генкеля, Пермь, Россия
e-mail: botgard@psu.ru

TO ANTECOLOGY OF *GLADIOLUS IMBRICATUS* AND *GLADIOLUS TENUIS* IN CONDITION OF WEST URAL

Chertkova M.A., Shumikhin S.A.

В статье описаны особенности антэкологии двух видов гладиолуса (*Gladiolus tenuis* Bieb. и *Gl. imbricatus* L.). Это энтомофильные, перекрестноопыляемые растения, с сохранившейся способностью к автогамии. Наблюдения за ходом распускания цветка показали присутствие морфологически выраженной дихогамии в форме несовершенной протерандрии, которая не всегда предотвращает самоопыление в форме автогамии или же гейтоногамии.

Ключевые слова: *Gladiolus imbricatus*, *Gladiolus tenuis*, антэкология.

Представители рода гладиолус (*Gladiolus* L.) относятся к декоративным растениям, имеющим также лекарственное и пищевое значение. Их листья заготавливают в качестве ценного источника витамина С. Однако лекарственные свойства описаны в основном для распространенного на территории Российской Федерации *Gladiolus imbricatus* L. [1].

В литературе имеются противоречивые данные о таксономической связи гладиолуса черепитчатого (*Gladiolus imbricatus* L.) и гладиолуса тонкого (*Gladiolus tenuis* Bieb.). Некоторые авторы не признают видовую самостоятельность *Gl. tenuis*, относя его представителей к *Gl. imbricatus* [4]. А.А. Нотов и Ю.В. Наумцев [2] считают их разными видами, четко отличающимися по некоторым морфологическим признакам. Особенности биологии в данном подходе придается второстепенное значение. Оба вида отличаются высокими адаптационными характеристиками в условиях умеренного климата, что делает их перспективными для включения в селекционные программы.

Целью исследования являлось изучение особенностей антэкологии *Gladiolus imbricatus* и *Gladiolus tenuis* для разработки селекционных программ.

Материалы и методы. Основой для проведения антэкологических исследований послужила методика, разработанная А.Н. Пономаревым [3]. Особенности антэкологии *Gl. Imbricatus* и *Gl. tenuis* изучали в период массового цветения 14–17 июня 2014 г. Наблюдения за ходом распускания цветка проводили с 8 до 22 ч одновременно на 10 растениях гладиолуса черепитчатого и 6 – гладиолуса тонкого. Учитывали количество одновременно раскрытых цветков в соцветии, а также продолжительность функционирования одного цветка. Каждый час фиксировали расположение относительно друг друга генеративных органов цветка (тычинок и пестика), а также ключевые с точки зрения возможности опыления моменты, например, выделение пыльцы, рост столбика и т.д. Одновременно с ритмикой распускания цветков регистрировали метеорологические показатели – температуру и относительную влажность воздуха.

Результаты и их обсуждение. Цветки гладиолусов изученных видов имеют типичный энтомофильный облик, некрупные, в среднем 3,48 см у *Gl. tenuis* и 3,54 см у *Gl. imbricatus*. Эти виды обладают короткой (около 1 см) изогнутой трубкой венчика. Околоцветник пурпурно-красный или темно-пурпурный с белыми пятнами и многочисленными штрихами – указателями нектара. Нектар у гладиолусов выделяется через поры из нектарников, расположенных в верхней части завязи,

и удерживается в проксимальной части трубки венчика [6]. В условиях Предуралья растения активно посещаются представителями отряда перепончатокрылых, в основном шмелями [5].

У изученных видов гладиолуса цветки в соцветиях раскрываются в акропетальном направлении, от основания к вершине, с промежутком в один день. У обоих видов в соцветии не больше трех одновременно раскрытых цветков. От стадии окрашенного бутона до увядания цветка проходит 4–5 дней.

В 1-й день цветения наблюдается постепенное раскрытие цветка. Одновременно происходит незначительное удлинение в горизонтальном направлении тычиночных нитей (в среднем на $3,3 \pm 0,9$ мм у *Gl. tenuis* и на $3,2 \pm 1,1$ мм у *Gl. imbricatus*). Столбик удлиняется в среднем на $4,9 \pm 1,1$ мм у *Gl. tenuis* и на $3,4 \pm 1,5$ мм у *Gl. imbricatus* по диагонали вверх. У *Gl. imbricatus* в 1-й день цветения отмечались отдельные случаи растрескивания пыльников и выделения пыльцы. Данное явление, вероятно, носит случайный характер. У *Gl. tenuis* пыление в 1-й день распускания цветка не наблюдалось.

К 12–13 ч во 2-й день цветения околоцветник раскрывается полностью, а в 10–11 ч при максимальной дневной температуре воздуха (24°C) и минимальных значениях влажности (61 %) у обоих видов начинается интенсивное пыление, свидетельствующее о начале тычиночной стадии цветения. Пыльники тычинок вскрываются продольной щелью в направлении, противоположном воспринимавшей поверхности рыльца. Тычиночные нити в это время достигают предельной величины (в среднем 2,4 см у *Gl. imbricatus* и 2,1 см у *Gl. tenuis*), а столбик пестика продолжает расти, незначительно опережая тычинки и удлиняясь в среднем до 2,7 см у обоих видов. Благодаря этому лопасти рыльца оказываются выше пыльников. Таким образом происходит пространственная изоляция воспринимающей поверхности рыльца и пыльников, которая предотвращает самоопыление. Однако геркогамия у *Gl. tenuis* и *Gl. imbricatus* выражена достаточно слабо. Одновременно с экспонированием пыльцы в цветках начинается сегментация лопастей рыльца. Первые признаки готовности рыльца к опылению (рыльцевая стадия), заключающиеся в появлении капель секрета на воспринимающей поверхности, фиксируются у *Gl. tenuis* уже через 3–7 ч, у *Gl. imbricatus* – через 3–9 ч после начала вскрывания пыльников.

На 3-й день цветения пыльца прекращает выделяться из пыльников, и они увядают. Сегментация лопастей рылец продолжается, при этом столбик пестика начинает изгибаться вниз, и насекомое, посещающее цветок, не может добраться до нектара, не оставив на рыльце чужую пыльцу и не произведя, таким образом, перекрестного опыления или самоопыления в форме гейтоногамии.

На 4-й день цветения венчик у изученных видов гладиолуса увядает. Столбик пестика достигает нижней доли околоцветника, на которой в это время, как правило, еще сохраняются остатки выпавшей из пыльников пыльцы.

Таким образом, ритмику распускания цветка *Gl. imbricatus* и *Gl. tenuis* можно представить в виде схемы:

1-й день:

– 8–18 ч: распускание цветка, удлинение тычинок и пестика.

2-й день:

– 8–15 ч: удлинение пестика;

– 10–11 ч: растрескивание пыльников, начало тычиночной стадии;

– 11–21 ч: массовое выделение пыльцы;

– 14–22 ч: сегментация рыльца и появление капель жидкого секрета, начало рыльцевой стадии.

3-й день:

– конец пыления, увядание пыльников, окончание тычиночной стадии;

– столбик пестика начинает изгибаться вниз.

4-й день:

– лопасти рыльца касаются нижней доли околоцветника, возможность автогамии, окончание рыльцевой стадии цветения;

– увядание околоцветника.

Исследованные виды гладиолуса – энтомофильные, перекрестноопыляемые растения, с сохранившейся способностью к автогамии. Наблюдения за ходом распускания цветка показали присут-

ствие у обоих видов геркогамии и морфологически выраженной дихогамии в форме несовершенной протерандрии, которая не исключает самоопыление в форме автогамии или гейтоногамии. Автогамия возможна при неудавшемся перекрестном опылении на 4-й день функционирования цветка. Этому способствует, во-первых, отсутствие четкого разделения тычиночной и рыльцевой стадий из-за их наложения в течение 24–26 ч, во-вторых, изменение взаимного расположения пыльников и рылец в конце цветения, когда создаются условия для контактной автогамии. Гейтоногамия также вполне вероятна, поскольку существует вероятность попадания пыльцы с верхних цветков соцветия на готовые к опылению рыльца нижних.

Литература

1. Лавренов В.К., Лавренова Г.В. Современная энциклопедия лекарственных растений. М.: ОЛМА Медиа Групп, 2007. 272 с.
2. Нотов А.А., Наумцев Ю.В. Шпажник черепитчатый // Биологическая флора Московской области. 2003. Вып. 15. С. 31–49.
3. Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 2. С. 9–19.
4. Род Шпажник – *Gladiolus* L. // Флора СССР: В 30-ти т. Л.: Изд-во АН СССР, 1935. Т. 4. С. 578–588.
5. Шумихин С.А., Плюснина М.А. Суточная ритмика цветения гладиолуса гибридного в условиях Предуралья // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI в.: Материалы Всерос. конф. (Петрозаводск, 22–27 сентября 2008 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. С. 380–382.
6. Goldblatt P., Manning J., Bernhardt P. Radiation of bee-pollinated *Gladiolus* species (Iridaceae) in Southern Africa // Annals of the Missouri Botanical Garden. 1998. Vol. 85. No. 3. P. 492–517.

ЗАПАСЫ СЫРЬЯ *SANGUISORBA OFFICINALIS* В ПРИБАЙКАЛЬСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

Шишмарев В.М., Шишмарева Т.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей
и экспериментальной биологии СО РАН (ИОЭБ СО РАН), Улан-Удэ, Россия
e-mail: shishmarevslava@rambler.ru

***SANGUISORBA OFFICINALIS* RAW STOCK RESERVES IN BURYATIA'S SUB-BAIKAL AREA**

Shishmarev V.M., Shishmareva T.M.

Исследованы ценопопуляции *Sanguisorba officinalis* L. в разных растительных сообществах Прибайкальского района Республики Бурятия. Определены сырьевая фитомасса, биологический и эксплуатационный запас, возможный объем ежегодной заготовки сырья (надземной и подземной частей растения).

Ключевые слова: *Sanguisorba officinalis*, Rosaceae, ценопопуляция, сырьевая фитомасса, биологический и эксплуатационный запас, возможный объем ежегодной заготовки.

В настоящее время очень важной задачей является изучение особенностей распространения лекарственных растений. Это вызвано изменением экологической обстановки, обусловленной усилением антропогенной нагрузки, которая приводит к истощению природных ресурсов. Ресурсы многих ценных лекарственных растений в южных и юго-западных районах России значительно сократились, в связи с чем возникла необходимость в исследовании лекарственных растений местной флоры. К таким растениям относится кровохлебка лекарственная, которая эффективно используется при лечении различных заболеваний в народной и научной медицине.

Кровохлебка лекарственная *Sanguisorba officinalis* L. – многолетнее травянистое растение семейства розоцветных (Rosaceae). В России распространена в сибирской и восточной Арктике, во всех районах европейской части страны, в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке. Обитает на лугах, опушках, в луговых степях, кустарничковых тундрах, по берегам рек [9].

В растении обнаружены следующие группы биологически активных веществ: углеводы, тритерпеноиды, стероиды, фенолкарбоновые кислоты и их производные, хромоны, флавоноиды, антоцианы, катехины и проантоцианидины [9].

Сырье *Sanguisorba officinalis* (корневища, листья и соцветия) используют в китайской [5, 12], корейской [16], тибетской [2, 3] и русской народной медицине [10, 11] в качестве вяжущего и кровоостанавливающего средства. Спиртовой экстракт корневищ и корней обладает антибактериальной активностью [14], водный экстракт – антиаллергической [17, 18], антиоксидантной [15] и антивирусной в отношении вируса гепатита В [13].

Целью настоящей работы является выявление и исследование ценопопуляций кровохлебки лекарственной в разных растительных сообществах, а также прогнозная оценка запасов сырья в Прибайкальском районе Республики Бурятия.

Материалы и методы. Исследование ценопопуляций (ЦП) *S. officinalis* осуществляли на территории Юго-Восточного Прибайкалья (Прибайкальский район Республики Бурятия) в 2013–2014 гг. В результате было выявлено и изучено шесть ЦП *S. officinalis*, названных по географическим пунктам, вблизи которых они изучались.

Обилие видов определяли по шкале Друде. Названия растений даны согласно «Конспекту флоры Сибири» [6]. Удельную сырьевую фитомассу вида определяли на конкретных зарослях методом учетных площадок. Площадь ЦП, биологический и эксплуатационный запас, возможные объемы ежегодной заготовки растительного сырья *S. officinalis* определяли общепринятыми методами [1, 7, 8]. Биологический запас растительного сырья рассчитывали путем умножения площади заросли $S_{\text{зар}}$ на величину сырьевой фитомассы $\bar{x}$, а эксплуатационный запас растительного сырья – путем умножения площади заросли $S_{\text{зар}}$ на нижний предел величины сырьевой фитомассы $(\bar{x} - 2S_{\bar{x}})$ [7]. Возможный объем ежегодной заготовки определен для оборота в 5 лет для надземной части и в 9 лет – для подземной.

Все полученные данные статистически обработаны [4]. При обработке метрических данных использовали пакет прикладных программ MS Excel.

Результаты и обсуждение. Краткая фитоценоотическая характеристика изученных ЦП *S. officinalis* приведена ниже (табл. 1). Выявлен видовой состав растительных сообществ, общее проективное покрытие (ОПП) травяного яруса, средняя высота (СВ) травяного яруса и обилие *S. officinalis*.

Таблица 1

Краткая фитоценоотическая характеристика ценопопуляций *S. officinalis*

№	ЦП	Растительное сообщество	Кол-во видов	ОПП, %	СВ, см	Обилие	Плотность, экз./м ²
1	Ангыр-1	Иванчайно-осоково-разнотравная	22	70	40	cop1	9,80
2	Ангыр-2	Зопниково-осоково-разнотравная	26	75	45	sp	4,60
3	Иркилик	Лапчатково-иванчайно-злаковая	26	60	40	sp	4,20
4	Зырянск-1	Разнотравно-злаковая	25	75	45	cop1	10,33
5	Зырянск-2	Разнотравно-злаковая	33	70	30	cop1	8,90
6	Карымск	Разнотравно-злаковая	28	70	35	sp	5,50

В изученных ценопопуляциях *S. officinalis* встречается в следующих сообществах: иванчайно-осоково-разнотравном, зопниково-осоково-разнотравном, лапчатково-иванчайно-злаковом и разнотравно-злаковом. Видовая насыщенность фитоценозов колеблется от 22 до 33 видов высших растений. Общее число зарегистрированных видов достигает 63. Общее проективное покрытие травяного яруса – 60–75 %, средняя высота – 30–45 %. Обилие *S. officinalis* по шкале Друде колеблется от sp до cop1. В зависимости от условий произрастания плотность особей в ценопопуляциях изменяется от 4,20 до 10,33 особей на 1 м² (см. табл. 1).

Больше всего видов было отмечено в ЦП5, где травостой представлен разнотравьем с преобладанием *Sanguisorba officinalis*, *Potentilla tanacetifolia* и *Potentilla bifurca*. Из древесных пород в сообществах с *S. officinalis* единично встречаются *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Padus avium* и *Larix sibirica*. В кустарниковом ярусе отмечены *Rosa acicularis*, *Spiraea media*, *Ribes nigrum*, *Rhododendron dauricum*, *Cotoneaster lucidus*, *Pentaphylloides fruticosa*. Из злаковых и осоковых в сообществах с *S. officinalis* часто преобладает *Carex pediformis*, *Carex obtusata*, *Elytrigia repens*, *Elymus sibiricus*, *Bromopsis inermis* и *Leymus chinensis*. В травяном ярусе принимают участие *Chamerion angustifolium*, *Phlomis tuberosa*, *Potentilla bifurca*, *Potentilla longifolia*, *Potentilla tanacetifolia*, *Sanguisorba officinalis*, *Thermopsis lanceolata*, *Medicago falcate*, *Astragalus membranaceus*, *Filipendula ulmaria*, *Achillea asiatica*, *Trifolium pretense*, *Gentiana macrophylla*.

Урожайность надземной и подземной части *S. officinalis* была изучена во всех ЦП (табл. 2). Урожайность надземной части колеблется от 17,20 до 51,97 г/м², подземной части – от 68,60 до 207,6 г/м² (воздушно-сухое сырье).

Таблица 2

Урожайность, запас, возможные объемы заготовки воздушно-сухого сырья *S. officinalis*

ЦП	Площадь, га	Средняя урожайность, г/м ²	Биологический запас, кг	Эксплуатационный запас, кг	Возможный объем ежегодной заготовки, кг
1	16	$23,00 \pm 3,17$ $207,62 \pm 25,97$	3680 33219	2666 24909	533 2768
2	20	$17,20 \pm 4,19$ $105,50 \pm 36,51$	3440 21100	1764 6496	353 722
3	2.5	$51,97 \pm 8,82$ $68,60 \pm 12,66$	1315 1736	869 1095	174 122
4	2	$29,10 \pm 2,93$ $137,45 \pm 20,64$	582 2749	465 1923	93 214
5	4	$44,43 \pm 7,26$ $151,14 \pm 19,06$	1777 6046	1196 4521	239 502
6	1.6	$43,95 \pm 10,48$ $133,50 \pm 18,25$	703 2136	368 1552	74 172
Итого			11497 66986	7328 40496	1466 4500

Примечание. Числитель – надземная часть, знаменатель – подземная часть.

Согласно полученным данным, наибольшая средняя урожайность подземной части *S. officinalis* отмечена в ЦП1 и ЦП5 ($207,62 \pm 25,97$ и $151,14 \pm 19,06$ г/м² соответственно), которые характеризуются достаточным обилием (сор 1); самые высокие показатели средней урожайности надземной части *S. officinalis* наблюдаются в ЦП3 ($51,97 \pm 8,82$ г/м²), а самые низкие – в ЦП2 ($17,20 \pm 4,19$ г/м²) (см. табл. 2).

Биологический и эксплуатационный запас растительного сырья (надземной и подземной части) *S. officinalis* определяли во всех ЦП (см. табл. 2). Наибольший запас установлен для ЦП1 в иванчайно-осоково-разнотравной ассоциации. Общий биологический запас надземной части *S. officinalis* на исследованной территории (46 га) составляет 11,5 т, подземной – 67 т (воздушно-сухое сырье). Общий эксплуатационный запас надземной части – 7 т, подземной – 40,5 т (воздушно-сухое сырье).

Возможный объем ежегодной заготовки надземной и подземной части *S. officinalis* на территории Прибайкальского района Республики Бурятия составляет 1,5 т и 4,5 т соответственно.

Выводы. Исследованы шесть ценопопуляций кровохлебки лекарственной в разных растительных сообществах *Sanguisorba officinalis* (иванчайно-осоково-разнотравное, зопниково-осоково-разнотравное, лапчатково-иванчайно-злаковое и разнотравно-злаковое). Проведена прогнозная оценка запасов сырья *Sanguisorba officinalis* в Прибайкальском районе Республики Бурятия. Определены сырьевая фитомасса, биологический и эксплуатационный запас сырья, возможный объем ежегодной заготовки.

Литература

1. Буданцев А.Л., Харитонов Н.П. Ресурсоведение лекарственных растений. СПб., 2006. 84 с.
2. Варлаков М.Н. Список растений Восточного Забайкалья, применяемых в тибетской медицине // Избр. труды. / Сост. и ответ. ред. А.Д. Турова. М., 1963. С. 122–169.
3. Гаммерман А.Ф., Семичов Б.В. Словарь тибетско-латинско-русских названий лекарственного растительного сырья, применяемого в тибетской медицине. Улан-Удэ: Бурят. филиал изд-ва АН СССР, 1963. 180 с.
4. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.
5. Ибрагимов Ф.И., Ибрагимова В.С. Основные лекарственные средства китайской медицины. М., 1960. 412 с.
6. Малышев Л.И. Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения. Новосибирск: Наука, 2005. 361 с.
7. Методика определения запасов лекарственных растений. М., 1986. 51 с.
8. Методические указания по изучению ресурсов лекарственных растений Сибири. Абакан, 1988. 93 с.
9. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. СПб.; М.: Т-во науч. изд. КМК, 2009. Т. 2. Семейства Actinidiaceae–Malvaceae, Euphorbiaceae–Haloragaceae. 513 с.
10. Турова А.Д., Сапожникова Э.Н. Лекарственные растения СССР и их применение. М., 1984. 304 с.
11. Шретер А.И. Лекарственная флора советского Дальнего Востока. М., 1975. 328 с.
12. Hubotter F. Chinesisch-Tibetische Pharmakologie und Rezeptur. Ulm Donau: Karl F. Haug Verlag, 1957. P. 50.
13. Kim T. G., Kang S. Y., Jung K. K., Kang J. H., Lee E., Han H. M., Kim S. H. Antiviral activities of extracts isolated from *Terminalia chebula* Retz., *Sanguisorba officinalis* L., *Rubus coreanus* Miq. and *Rheum palmatum* L. against hepatitis B virus // Phytother. Res. 2001. Vol. 15. No. 8. P. 718–720.
14. Kokoska L., Polesny Z., Rada V., Nepovim A., Vanek T. Screening of some Siberian medicinal plants for antimicrobial activity // J. Ethnopharmacol. 2002. Vol. 82. No. 1. P. 51–53.
15. Liao H., Banbury L. K., Leach D. N. Antioxidant activity of 45 Chinese herbs and the relationship with their TCM characteristics // Evid. Based Complement. Alternat. Med. 2008. Vol. 5. No 4. P. 429–434.
16. Medicinal Herbs. Pyongyang: Dongmyung Trading Corporation, 1958. 359 p.
17. Park K. H., Koh D., Kim K., Park J., Lim J. Anti-allergic activity of a disaccharide isolated from *Sanguisorba officinalis* // Phytother. Res. 2004. Vol. 18. No. 8. P. 658–662.
18. Shin T. Y., Lee K. B., Kim S. H. Anti-allergic effects of *Sanguisorba officinalis* on animal models of allergic reactions // Immunopharmacol. Immunotoxicol. 2002. Vol. 24. No. 3. P. 455–468.

Биологически активные вещества растений



СИНТЕЗ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КУЛЬТУРЕ HAIRY ROOTS *ASTRAGALUS PENDULIFLORUS*

Амброс Е. В., Коцупий О. В., Кукушкина Т. А., Петрук А. А., Новикова Т. И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: ambros_ev@mail.ru

SYNTHESIS OF PHENOLIC COMPOUNDS IN HAIRY ROOT CULTURES OF *ASTRAGALUS PENDULIFLORUS*

Ambros E. V., Kotsupiy O. V., Kukushkina T. A., Petruk A. A., Novikova T. I.

Введены в культуру *in vitro* стабильно растущие генетически трансформированные корни лекарственного растения *Astragalus penduliflorus* Lam. Методом ВЭЖХ исследован состав фенольных соединений «бородатых» корней. Установлено, что в составе фенольных соединений преобладают фенольные кислоты, изофлавоноиды и два компонента флавоноловой природы. Культура hairy roots *A. penduliflorus* рассматривается в качестве источника ценных вторичных метаболитов.

Ключевые слова: *Astragalus penduliflorus*, hairy roots, фенольные кислоты, изофлавоноиды, флавонолы.

Астрагал повислоцветковый (*Astragalus penduliflorus* Lam.) – лекарственное растение из семейства Fabaceae Lindl. Корень *A. penduliflorus* – известное и хорошо изученное средство традиционной китайской медицины [5]. Современными исследованиями подтверждено иммуностимулирующее, антиоксидантное, кардиотоническое, гепатопротекторное, противодиабетическое, противоопухолевое, антибактериальное, противовирусное и ранозаживляющее действие корня астрагала [1]. Вид фармакологического действия определяется преимущественно такими группами веществ, как полисахариды, тритерпеновые сапонины (астрагалозиды), изофлавоноиды и другие полифенолы. Введение *A. penduliflorus* в культуру *in vitro* открывает перспективу круглогодичного получения растительного материала в качестве возможного источника вторичных соединений. Установлено, что культуры клеток растений *in vitro* способны синтезировать практически все классы вторичных метаболитов. Одним из методов активации биосинтеза является трансформация растений грамотрицательной почвенной бактерией *Agrobacterium rhizogenes*. Трансформация Ri-плазмидой может индуцировать образование «бородатых» корней (hairy roots), способных к биосинтезу ценных соединений растительного происхождения.

Целью нашей работы было получение культуры hairy roots *A. penduliflorus* и первичный анализ полученных образцов на содержание биологически активных веществ.

Материалы и методы. В работе использованы дикие штаммы *A. rhizogenes* A4-RT, R-1601, 15834 SWISS, предоставленные И.Н. Кузовкиной (Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Россия). Экспланты получали из трехнедельных асептических проростков астрагала повислоцветкового, выращенных в культуре *in vitro*. По компетентности к трансформации испытывали три типа эксплантов: гипокотили, семядоли и первичные побеги проростков. Экспланты накалывали иглой инсулинового шприца и помещали в жидкую питательную среду Мурасиге и Скуга [4], содержащую суспензию 48-часовой почвенной бактерии. Через 24 ч инкубации эксплантов в бактериальной суспензии их промывали стерильной средой и переносили на безгормональную агаризованную питательную среду Гамборга и Эвелеге (B5) [3], содержащую антибиотик цефотаксим (500 мг/л) для элиминации бактерии. Через 2–3 недели в зоне поранения появлялись адвентивные корни, что являлось признаком успешной трансформации. При первой пересадке часть ювенильного растения оставляли для сохранения ростовой активности корней. Последующие два пассажа культура корней культивировалась на безгормональной агаризованной среде B5, содержащей уменьшенную дозу антибиотика (250 мг/л) для полной элиминации бактерии. Затем корневые экспланты переносили на жидкую среду того же состава без антибиотика и выращивали при температуре 23 °C в темноте

при постоянном качании (120 об./мин) до образования хорошо растущей массы корней. Период между пассажами составил 4 недели, для пролонгированной культуры – 8–12 недель. Прирост сырой биомассы оценивали по ростовому индексу, рассчитанному по формуле:

$$I = \frac{\bar{M}_{\max} - \bar{M}_0}{\bar{M}_0},$$

где $\bar{M}_0$ и $\bar{M}_{\max}$ – средняя масса корневых культур в начале и в конце цикла выращивания.

Для извлечения суммы флавоноидов проводили исчерпывающую экстракцию 50 %-м этанолом при нагревании на водяной бане. Для проведения кислотного гидролиза к 0,5 мл водно-этанольного извлечения прибавляли 0,5 мл HCl (2 н) и нагревали на кипящей водяной бане в течение 2 ч. Анализ флавоноидов проводили методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе Agilent 1200 с диодно-матричным детектором и системой для сбора и обработки хроматографических данных ChemStation. Разделение проводили на колонке Zorbax SB-C18. Условия хроматографирования и методика анализа приведены в работе [2]. Содержание индивидуальных компонентов (C_x) в процентах в пересчете на абсолютно-сухое сырье вычисляли по формуле:

$$C_x = \frac{C_{cm} \cdot S_1 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot 100}{S_2 \cdot M \cdot (100 - B)},$$

где C_{cm} – концентрация соответствующего стандартного раствора флавоноида, мкг/мл;

S_1 – площадь пика флавоноида в анализируемой пробе, ед.о.п.;

S_2 – площадь пика стандартного флавоноида, ед.о.п.;

V_1 – объем элюата после вымывания флавоноидов с концентрирующего патрона, мл;

V_2 – общий объем экстракта, мл;

M – масса навески, мг;

B – влажность сырья, %.

Расчет содержания компонентов производили по стандартной площади пика кверцетина.

Результаты и их обсуждение. Трансформация разными агробактериальными штаммами имела неодинаковую эффективность и зависела от используемого штамма и типа эксплантов. Появление адвентивных корней при трансформации штаммом 15834 SWISS отмечено на 5–20-е сутки трансформации, для штамма R-16017 – на 20-е сутки, а для A4-RT – на 12–20-е сутки. Под частотой трансформации понимали соотношение количества трансформированных эксплантов к общему их количеству. Самым эффективным оказался штамм 15834 SWISS. Частота трансформации при инфицировании семядолей составила 15,4 %, гипокотилей – 9,1 % и первичных побегов – 37,5 %. При инокуляции штаммами R-1601 и A4-RT для разных типов эксплантов частота трансформации была



Рис. 1. Культура pRi T-ДНК трансформированных корней *A. penduliflorus*, полученная при инфицировании семядольных эксплантов

2,5, 4,9 %, 13,0 и 0, 14,8, 19,5 % соответственно. Прирост сырой биомассы корней, полученных из разных типов эксплантов, оценивали, используя индекс роста I . Максимальные значения I через 4 недели выращивания были отмечены для культуры hairy roots, полученной из семядольных эксплантов ($I=59,6$) (рис. 1). У первичных побегов $I=20,7$, а у корней, полученных при трансформации гипокотилей, $I=8,3$.

Анализ ВЭЖХ показал, что в составе фенольных соединений «бородатых» корней преобладают фенольные кислоты, изофлавоноиды и два компонента, по спектральным характеристикам соответствующие флавонолам (флавонол 1: $t=4,3$, $\lambda=225, 370$ нм и флавонол 2: $t=49,7$, $\lambda=225, 370$ нм). Этанольные экстракты корней пролонгированной культуры, полученной из первичных побегов (12 недель культивирования)

содержали значительное количество фенольных соединений (до 2,98, % от массы абсолютно сухого сырья). При четырехнедельном культивировании содержание фенольных соединений в корнях, полученных из первичных побегов, семядолей и гипокотилей, составило 0,31, 0,06 и 0,05 % соответственно. Динамика содержания флавонолов корневых культур зависела от типа эксплантов и продолжительности культивирования (рис. 2).

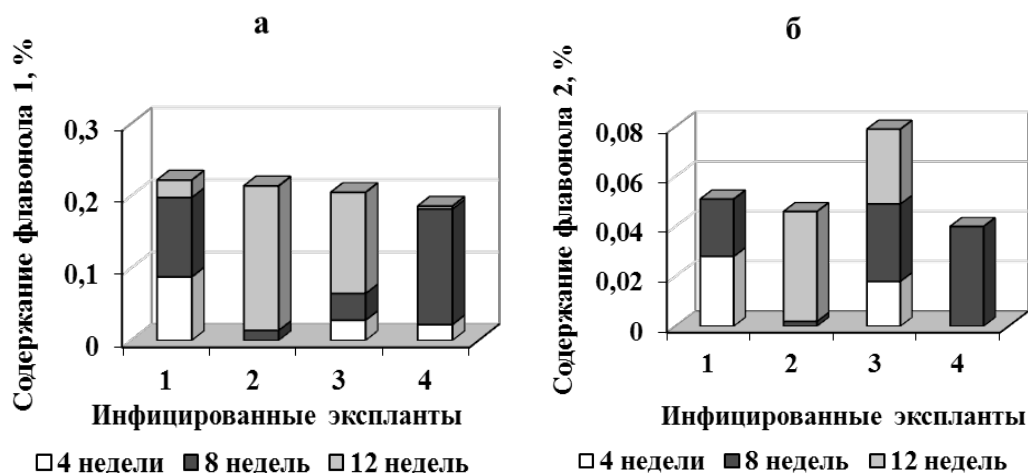


Рис. 2. Содержание флавонола 1 (а) и флавонола 2 (б) в корневых культурах *A. penduliflorus*, полученных в результате трансформации штаммом 15834 SWISS из различных типов эксплантов в зависимости от продолжительности культивирования
Инфицированные экспланты: 1, 2 – первичный побег, 3 – семядоля, 4 – гипокотиль

Наиболее стабильное накопление двух веществ флавоноловой природы отмечено для корневых культур, полученных из семядолей. Однако среди корневых культур, полученных из первичных побегов, была выявлена линия с высоким содержанием флавонолов в пролонгированной культуре (см. рис. 2).

Таким образом, высокая ростовая активность, значительное содержание и многокомпонентный состав фенольных соединений в корневых культурах длительного культивирования являются показателями для дальнейшего изучения культуры hairy roots *A. penduliflorus* в качестве источника ценных вторичных метаболитов.

Литература

1. Смирнова Ю.А. Лекарственные растения и сырье традиционной китайской медицины. Сообщение 1. Корень астрагала (*Radix Astragali*) // Рефлексотерапия и комплементарная медицина. № 3(5). 2013. С. 3–13.
2. Храмова Е.П., Комаревцева Е.К. Изменчивость флавоноидного состава листьев *Potentilla fruticosa* (Rosaceae) разных возрастных состояний в условиях Горного Алтая // Растит. ресурсы. 2008. Т. 44. № 3. С. 96–102.
3. Gamborg O.L., Eveleigh D.E. Culture methods and detection of glucanases in suspension cultures of wheat and barley // Can. J. Biochem. 1968. Vol. 46. No. 5. P. 417–421.
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // Physiol. Plant. 1962. Vol. 15. No. 3. P. 473–497.
5. Zhu X-Y. Revision of the *Astragalus penduliflorus* complex (Leguminosae – Papilionoidae) // Nord. J. Bot. 2005. Vol. 23. P. 283–294.

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ *DASIPHORA GOROVOII* В ПРИРОДНЫХ И ИНТРОДУКЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ ЮГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Андышева Е. В.¹, Храмова Е. П.², Крестов П. В.³

¹Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточное отделение Российской академии наук (АФ БСИ ДВО РАН), Амурская область, Благовещенск, Россия
e-mail: lenok-luchik@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: khramova@ngs.ru

³Ботанический сад-институт Дальневосточное отделение Российской академии наук (БСИ ДВО РАН), Владивосток, Россия

DASIPHORA GOROVOII PHENOLIC COMPOUNDS UNDER NATURAL AND INTRODUCTION CONDITIONS OF PREMORSKY KRAI SOUTH

Andysheva E. V., Khramova E. P., Krestov P. V.

Изучены состав и содержание фенольных соединений в листьях *Dasiphora gorovoii* Pshennikova из природных и интродукционных популяций юга Приморского края. Установлены шесть флавонолгликозидов, три агликона, а также два эллаговых дубильных соединения. Выявлены различия в содержании фенольных соединений.

Ключевые слова: Rosaceae, *Dasiphora gorovoii*, фенольные соединения, Приморский край.

Род *Dasiphora* Raf. (*Potentilla* L. = *Pentaphylloides* Hill.) из семейства Rosaceae Juss. на российском Дальнем Востоке представлен тремя видами: *D. fruticosa* (L.) Rydb., *D. davurica* (Nestl.) Kom. et Aliss и *D. mandshurica* (Maxim.) Juz. (юг Приморья) [3, 9, 11, 14]. В 2006 г. Л. М. Пшенниковой описан новый таксон *Dasiphora gorovoii* Pshennikova, который, по ее мнению, возник в результате естественной гибридизации между *D. mandshurica* и *D. davurica* [4].

Биохимический состав дальневосточных представителей рода *Dasiphora* и в частности нового таксона *D. gorovoii* практически не изучен, имеются собственные данные по содержанию фенольных соединений и элементному составу в листьях и стеблях *D. gorovoii* при интродукции [6, 8]. Лучше других из представителей рода исследован *Pentaphylloides fruticosa* (*Dasiphora fruticosa*), широко распространенный в Северном полушарии, обладающий высокой экологической пластичностью и морфологической поливариантностью. В надземной части *P. fruticosa* выявлены основные группы биологически активных веществ: дубильные вещества, полисахариды, аминокислоты, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, жирные кислоты, алифатические и тритерпеновые компоненты, минеральные элементы [1, 2, 5, 7, 10, 13, 15, 16].

Цель работы – сравнительное изучение состава и содержания фенольных соединений в листьях *Dasiphora gorovoii* в природных и интродукционных условиях юга Приморского края.

Материалы и методы. Материалом исследования служили образцы *D. gorovoii*, собранные из природной популяции в Ольгинском районе Приморского края (скалы Милоградовских водопадов) и из интродукционной популяции Ботанического сада-института ДВО РАН (Владивосток), куда растения были перевезены из мест их естественного произрастания в Ольгинском районе.

Для определения содержания фенольных соединений (ФС) в 2013–2014 гг. брали среднюю пробу с 1–20 особей в фазе массового цветения. Анализ ФС выполняли методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе Agilent 1200 (Agilent Technologies, США) с диодно-матричным детектором по известным методикам [12, 17].

Результаты и их обсуждение. Исследование ФС показало, что в экстрактах из листьев изучаемых образцов содержится не менее 24 соединений. Выделены и идентифицированы шесть флавонолгликозидов (гиперозид, изокверцитрин, рутин, авикулярин, кверцитрин, астрагалин), три агли-

кона (кверцетин, кемпферол и рамнетин), а также два эллаговых дубильных соединения (эллаговая кислота и ее гликозид). Остальные компоненты (1–3, 10, 13–15, 17–23) на основании УФ-спектров, зарегистрированных в процессе хроматографирования в режиме on-line, отнесены к флавоноидным структурам.

Сравнительный анализ хроматограмм показал, что в листьях *D. gorovoii* из каждой выборки обнаружено не менее 24 компонентов, некоторые отмечены в минорных количествах. Компонент 3 и рутин не найдены в природной популяции, а компоненты 13, 14, 15 и 18 отсутствуют в интродукционной популяции (рис. 1).

Анализ отдельных компонентов выявил различия в их накоплении. Так, гиперозид, компонент 10, кверцитрин и рамнетин в наибольшей мере накапливаются в растениях из интродукционной популяции. Компоненты 1, 2, изокверцитрин, авикулярин, кверцетин, а также компоненты 21, 22 и 23 преобладают в экземплярах из природной популяции. Содержание астрагалина и компонентов 17 и 19 находится практически на одном уровне вне зависимости от места произрастания растений (рис. 1).

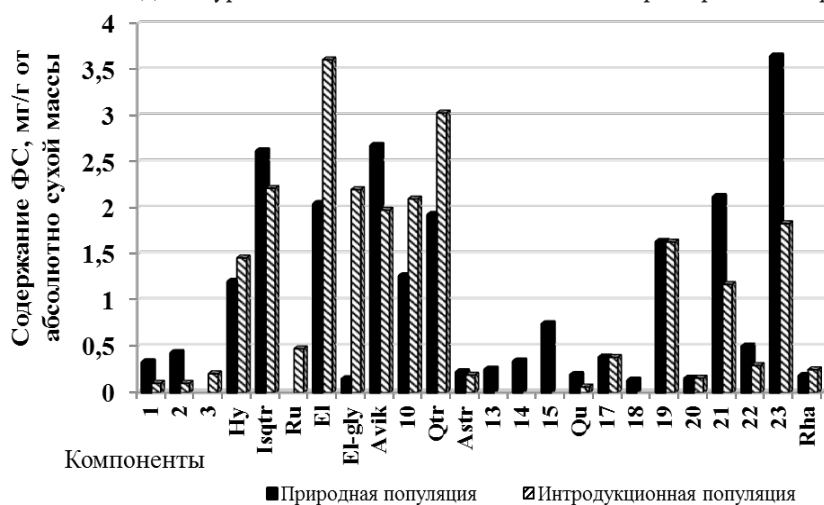


Рис. 1. Содержание фенольных соединений в листьях *D. gorovoii* из природной (1) и интродукционной (2) популяции

Компоненты: Hy – гиперозид, Isqtr – изокверцитрин, Ru – рутин, El – эллаговая кислота, El-gly – гликозид эллаговой кислоты, Avik – авикулярин, Qtr – кверцитрин, Astr – астрагалин, Qu – кверцетин, Rha – рамнетин. Остальные – неидентифицированные ФС

Суммарное содержание ФС в листьях исследуемых растений из каждой выборки практически равнозначно, при этом доля флавонолов в листьях природных образцов на 15 % выше по сравнению с интродукционными (таблица).

Содержание фенольных соединений в листьях *D. gorovoii* в природе и культуре (мг/г абсолютно сухой массы)

Фенольные соединения	Природная популяция	Интродукционная популяция
Суммарное содержание ФС	23,2	23,5
Гликозиды кверцетина	7,7	11,7
Гликозиды кемпферола	0,3	0,6
Гликозиды рамнетина	11,3	4,1
Суммарное содержание агликонов	0,38	0,31
Суммарное содержание флавонолов*	19,7	16,7

* Сумма флавонолгликозидов и свободных агликонов.

По результатам анализа агликонов, образующихся после кислотного гидролиза гликозидов, установлено наличие кверцетина, кемпферола и рамнетина. Содержание производных кверцетина в листьях растений из интродукционной популяции на 18 % выше, чем в образцах из природной популяции. Однако накопление производных рамнетина, напротив, на 45 % выше в листьях растений

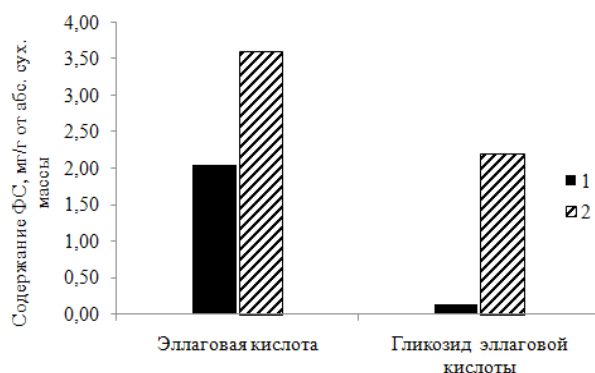


Рис. 2. Содержание эллаговых дубильных соединений в листьях *D. gorovoi*

1 – природная популяция, 2 – интродукционная популяция

из природной популяции. Производные кемпферола в минорных количествах отмечены в обеих выборках.

Анализ содержания свободных агликонов (кверцетина и рамнетина) показал, что кверцетин преобладал в листьях *D. gorovoi* из природной популяции, рамнетин – в интродуцированных растениях. Свободный кемпферол в листьях из исследованных выборок не обнаружен. Таким образом, можно заключить, что по содержанию гликозидов кверцетина в листьях лидируют интродуцированные растения *D. gorovoi*, по содержанию гликозидов рамнетина и свободного кверцетина – растения из природы.

Различия между изучаемыми популяциями проявились и в неодинаковом накоплении эллаговых дубильных соединений. Установлено, что в листьях растений из интродукционной популяции содержание эллаговой кислоты и ее гликозида на 45 и 90 % выше, чем в растениях из природной популяции (рис. 2).

Выводы. Установлено, что состав фенольного комплекса в листьях *D. gorovoi* из природной и интродукционной популяций сходен, варьирование происходит за счет минорных компонентов. Обнаружено шесть флавонолгликозидов – гиперозид, изокверцитрин, рутин, авикулярин, кверцитрин, астрагалин, два свободных агликona – кверцетин и рамнетин, а также два эллаговых дубильных соединения – эллаговая кислота и ее гликозид. По суммарному содержанию фенольных соединений в листьях исследованных растений существенных различий не отмечено. Содержание флавонолов в листьях природных образцов на 15 % выше по сравнению с образцами из культуры. По содержанию гликозидов кверцетина выделяются растения *D. gorovoi* из интродукционной популяции, гликозидов рамнетина и свободного кверцетина – растения из природной популяции. Содержание гликозидов кемпферола минимально вне зависимости от условий произрастания. Наибольшее содержание эллаговой кислоты и ее гликозида отмечено в листьях растений *D. gorovoi*, выращенных в условиях интродукции.

Литература

1. Ганенко Т.В., Верещагин А.Л., Семенов А.А. Химический состав *Potentilla fruticosa*. 3. Флавоноиды и свободные стеринны // Химия природ. соединений. 1991. № 2. С. 285.
2. Ганенко Т.В., Луцкий В.И., Ларин М.Ф., Верещагин А.Л., Семенов А.А. Химический состав *Potentilla fruticosa*. 1. Флавоноиды // Химия природ. соединений. 1988. № 3. С. 451.
3. Камелин Р.В. Род Лапчатка – *Potentilla* L. // Флора Восточной Европы. СПб.: Мир и семья, 2001. Т. 10. С. 394–452.
4. Пшенникова Л.М. Новый вид *Dasiphora* (Rosaceae) с Дальнего Востока России // Ботан. журн. 2006. Т. 91, № 6. С. 951–954.
5. Федосеева Г.М. Фенольные соединения *Potentilla fruticosa* // Химия природ. соединений. 1979. № 4. С. 575–576.
6. Храмова Е.П., Андышева Е.В. Фенольные соединения видов рода *Pentaphylloides* (Rosaceae) Дальнего Востока // Растительный мир Азиатской России. 2014. № 2 (14). С. 65–70.
7. Храмова Е.П., Куценогий К.П., Шкель Н.М., Ковальская Г.А., Чанкина О.В. Элементный состав *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, произрастающего в Горном Алтае // Растит. ресурсы. 2000. Вып. 4. С. 59–67.
8. Храмова Е.П., Чанкина О.В., Андышева Е.В., Ракшун Я.В., Сороколетов Д.С. Элементный состав видов рода *Pentaphylloides* (Rosaceae) Дальнего Востока России // Изв. РАН. 2015. Серия физ. Т. 79. № 1. С. 77–83.

9. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
10. Шкель Н.М., Храмова Е.П., Кузаков Е.В., Волхонская Т.А., Триль В.М. Фенольные соединения *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz // Химия в интересах устойчивого развития. 1997. Т. 5. № 1. С. 123–127.
11. Юзепчук С.В. Rosoideae // Флора СССР: В 30-ти т. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. Т. 10.
12. Юрьев Д.В., Эллер К.И., Арзамасцев А.П. Анализ флавонолгликозидов в препаратах и БАД на основе экстракта *Ginkgo biloba* // Фармация. 2003. № 2. С. 7–10.
13. Bate-Smith E.C. Chromatography and taxonomy in the Rosaceae with special reference to *Potentilla* and *Prunus* // J. Linn. Soc. London. 1961. Botany. Vol. 58. No. 370. P. 39–54.
14. Ledebour C.F. Flora Rossica. II. Stuttgaritae: Sumtibus Librariae E. Sihweizerbart, 1853. P. 251–259.
15. Miliauskas G., van Beek T.A., Venskutonis P.R., Linssen, J.P.H., de Waard P., Sudhölter E.J. Antioxidant activity of *Potentilla fruticosa* // Sci. Food Agric. 2004. Vol. 84. P. 1997–2009.
16. Nikolaeva I.G. Amino acids from *Pentaphylloides fruticosa* and *P. parvifolia* // Chem. Nat. Compd. 2007. Vol. 43. No. 6. P. 760–761.
17. Van Beek T.A. Chemical analysis of *Ginkgo biloba* leaves and extracts // J. Chromat. A. 2002. Vol. 967. No. 1. P. 21–35.

ЭФИРНОЕ МАСЛО *SHIZONEPETA MULTIFIDA* (РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

Белоусова Н.И.¹, Некратова Н.А.², Ткачев А.В.³, Шурупова М.Н.⁴

¹Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (СибГМУ Минздрава России), Томск, Россия
e-mail: nadbel1110@yandex.ru

²Научно-исследовательский институт биологии и биофизики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (НИИ ББ ТГУ), Томск, Россия
e-mail: nnekrat@gmail.com

³Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Новосибирский институт органической химии Сибирского отделения Российской академии наук (НИОХ СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: atkachev@nioch.nsc.ru

⁴Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ), Томск, Россия
e-mail: rita.shurupova@inbox.ru

ETHER OILS OF *SHIZONEPETA MULTIFIDA* (REPUBLIC OF KHAKASSIA)

Belousova N.I., Tkachev A. V., Nekratova N.A., Schurupova M.N.

Хромато-масс-спектрометрическим методом исследован состав эфирного масла *Schizonepeta multifida* (L.) Briq. из двух местообитаний в Хакасии. Основными компонентами являются лимонен и пулегон, наблюдается также значительное содержание цис-β-оцимена и β-мирцена, что свидетельствует о внутривидовой химической изменчивости данного вида.

Ключевые слова: *Schizonepeta multifida*, эфирное масло, хромато-масс-спектрометрия, Республика Хакасия.

Schizonepeta multifida (L.) Briq. – схизонепета многонадрезная (семейство Lamiaceae – яснотковые) – многолетнее травянистое растение, произрастающее на юге Сибири, в Якутии, на Дальнем Востоке, в Средней Азии и Монголии [11]. Встречается в степной зоне, в степном и подтаежном поясах горных районов Сибири.

Надземная масса *S. multifida* используется в традиционной тибетской, китайской, монгольской и бурятской медицине, а также в народной медицине Сибири, входит в различные фармакопейные сборы. Травой и цветками лечат гастроэнтериты, эндометриты, головную боль, зоб, болезни глаз и заболевания крови, респираторные заболевания и коклюш, диарею и рак желудка [8]. Одним из основных биологически активных веществ *S. multifida* является эфирное масло (ЭМ). Исследовано количественное содержание и качественный состав ЭМ *S. multifida* в разных районах Сибири, а также в зависимости от фенофазы. Выход ЭМ из *S. multifida* колеблется в Горном Алтае от 0,03–1,8 % [3] до 0,18–1,7 % [1], в Республике Хакасия – от 0,58 % [4] до 0,95–1,5 % [7]. В образцах этого вида из Иркутской области выход ЭМ составляет 0,84 % [5]. В культуре в условиях ЦСБС СО РАН *S. multifida* хорошо растет и накапливает ЭМ в количестве 0,7–1,3 % [6]. Для образцов *S. multifida*, собранных на Алтае, отмечено повышенное содержание ЭМ в конце цветения [3]. По данным И.Н. Гуськовой [2], максимальное количество ЭМ содержится в растении в период полного цветения (1,55–1,60 %) и в конце цветения (1,60–1,80 %), минимальное – в фазу бутонизации (1,25–1,33 %). Содержание ЭМ в *S. multifida*, произрастающих в сухом климате юго-восточного Алтая выше, чем в растениях северного Алтая [1].

Количественное содержание и качественный состав ЭМ *S. multifida* изучены неполно и существенно варьируют [3, 4, 9, 10, 12]. По данным китайских авторов [14], в образцах *S. multifida* доминируют ментон (27,67 %) и пулегон (41,63 %). В ЭМ *S. multifida* из алтайских растений в качестве основных компонентов отмечены лимонен (27–58 %) и пулегон (10–44 %) [3, 9], в монгольских образцах – *цис*- β -оцимен (38,3 %) [12], в образцах из Хакасии (Аскизский район) – линалоол (19,5 %), β -мирцен (17,6 %), *цис*- β -оцимен (13,8 %) [4].

Нами исследован состав ЭМ *S. multifida* из двух местообитаний (Республика Хакасия, Ширинский район): 1) Кузнецкий Алатау, подтаежный пояс, окрестности с. Ефремикино, разнотравно-злаковая степь (500 м над ур. моря); 2) Июсо-Ширинская степь, окрестности оз. Иткуль, мелкотравная каменистая степь (550 м над ур. моря). Образцы ЭМ получили перегонкой с водяным паром из высушенной надземной массы *S. multifida*, собранной в фазу конца цветения–начала плодоношения в июле 2001 г. Коэффициент усушки надземной массы *S. multifida* – 1,7. Количественный выход ЭМ у *S. multifida* колеблется от 0,11 (светло-желтое масло, Июсо-Ширинская степь) до 0,57 % (светло-желтое масло с сильным резким запахом, Кузнецкий Алатау).

Исследования ЭМ проводили хромато-масс-спектрографическим методом (таблица) [10]. Хромато-масс-спектрограммы регистрировались на приборе Agilent 5973N. Разделение компонентов проводили на газовом хроматографе серии Agilent 6890, входящем в состав хромато-масс-спектрометрической системы.

Состав эфирного масла *Schizonepeta multifida* (Республика Хакасия)

Компонент	Содержание эфирного масла (%) из местообитаний	
	1	2
1	2	3
3-Туйен	0,03	0,12
α -Пинен	0,17	0,60
Сабинен	0,51	2,01
β -Пинен	0,18	0,93
Октен-1-3-ол	0,22	–
Октан-3-он	0,20	0,19
β -Мирцен	5,83	11,95
α -Фелландрен	–	0,05
Мента-1,5,8-триен	0,07	0,06

1	2	3
Пара-цимол	0,06	0,09
Лимонен	20,95	27,98
1,8-Цинеол	2,59	3,66
Цис-β-оцимен	9,96	14,42
Транс-β-оцимен	1,53	1,93
Не идентифицирован	0,08	0,10
Терпинолен	4,24	6,33
Розефуран	0,05	0,09
Не идентифицирован	0,06	–
Линалоол	0,13	0,47
Периллен	–	0,32
Мента-1,3,8-триен	0,03	–
Окт-1-ен-3-илацетат	0,12	0,13
Транс-пара-мента-2,8-диен-1-ол	0,09	–
Нео-аллооцимен	1,41	1,28
(E) -мироксид	0,07	0,04
C ₁₀ H ₁₆ O	0,08	–
C ₁₀ H ₁₆ O	0,12	–
Ментон	0,53	0,77
Эпокситерпинолен	0,10	–
Изоментон	5,31	2,35
Пара-мента-1,5-диен-8-ол	0,11	–
Цис-изопулегон	1,19	0,39
8-Гидрокси-пара-цимол	0,47	0,09
α-Терпинеол	1,72	0,59
Туйенол	0,10	–
Дигидро-нео-карвеол	0,05	–
(Z)-4-Деценаль	0,07	–
2,6-Диметиллокта-3,5,7-триен-2-ол	0,08	–
Транс-карвеол	0,21	–
Пулегон	33,36	14,20
Карвон	0,80	0,25
Изопиперитенон	0,07	–
Лавандулилацетат	0,13	0,30
Ундекан-2-он	–	0,13
C ₁₀ H ₁₆ O	0,38	0,33
Пиперитенон	0,06	–
Нерилацетат	0,08	0,07
α-Копаен	0,15	0,24
β-Бурбонен	0,60	0,80
β-Кубебен	0,08	0,18
β-Элемен	0,09	–
Кариофиллен	0,88	1,12
β-Копаен	0,10	0,06
Изогермакрен D	0,06	0,03
Гумулен	0,16	0,15
(E)-β-Фарнезен	–	0,06
Алло-аромадендрен	0,09	–
Гермакрен D	2,95	4,18
α-Зингиберен	0,69	0,57
(E, E)-α-Фарнезен	0,10	0,08
δ-Кадинен	0,04	0,05

1	2	3
Гермакра-1 (10),5-диен-4-ол	0,12	–
Кариофиллен-оксид	0,15	0,20
β-Элеменон	0,06	–
Сумма, %	99, 92	99,94

Примечание. 1 – окрестности с. Ефремикино, 2 – окрестности оз. Иткуль.

По данным хромато-масс-спектрометрии, в двух образцах ЭМ *S. multifida* из разных местообитаний обнаружены 64 соединения и идентифицированы 55 и 43 компонента соответственно, основными из которых являются лимонен (20,95 и 27,98 %) и пулегон (34,3 и 14,4 %). Отличительной особенностью исследованных образцов является значительное содержание *цис*-β-оцимена, а также β-мирцена, которые в эфирных маслах *S. multifida* из других местообитаний были обнаружены в незначительных количествах. Сравнение ЭМ *S. multifida* из разных географических районов (Хакасии, Горного Алтая, Иркутской области, Монголии) показало их значительное различие по качественному составу и количественному содержанию [1, 3, 4, 5, 7, 12, 13, 14]. Сравнение изученных образцов с другими образцами из Республики Хакасия (Аскизский район, с. Казановка) [4] показало, что, несмотря на небольшое расстояние между местами сбора (150 км), состав образцов ЭМ *S. multifida* существенно различается. В исследуемых образцах линалоол представлен в незначительном количестве (0,13 и 0,47 % соответственно), в то время как в ЭМ образца из Аскизского района отмечено значительное содержание линалоола (19,5 %), β-мирцена (17,6 %), *цис*-β-оцимена (13,8 %), β-терпинола (9,7 %), β-фелландрена (4,8 %), содержание пулегона мало (0,5 %), а лимонен совсем не обнаружен [4].

Известно, что морфологически неразличимые растения одного вида могут иметь резко отличный химический состав органических соединений, в частности ЭМ. Поэтому изучение состава ЭМ растений из разных мест произрастания важно для решения вопросов хемосистематики и стандартизации каждой конкретной популяции при заготовке сырья для практического здравоохранения.

Литература

1. Гуськова И.Н. Динамика накопления эфирного масла у схизонепеты многонадрезной (*Schizonepeta multifida* (L.) Briq.) // Новые полезные растения Сибири (интродукция и акклиматизация). Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1965. С. 20–24.
2. Гуськова И.Н. Накопление эфирных масел у алтайских видов рода *Schizonepeta* L. Briq. // Комплексное изучение полезных растений Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1974. С. 151–157.
3. Корольюк Е.А., Ткачев А.В. Эфирное масло из двух видов *Schizonepeta*, произрастающих в Горном Алтае // Химия растит. сырья. 2002. № 1. С. 53–56.
4. Мяделец М.А., Домрачев Д.В., Водолазова С.В. Исследование химического состава эфирных масел *Nepeta sibirica* L., *Thymus petraeus* L. и *Schizonepeta multifida* (L.) Briq., произрастающих на территории республики Хакасия // Химия растит. сырья. 2012. № 4. С. 119–124.
5. Пешкова В.А., Миронович В.И., Мартынов А.М. Результаты исследования некоторых растений семейств розоцветных и губоцветных, произрастающих в Иркутской области // Результаты и перспективы научных исследований в области создания лекарственных средств из растительного сырья. М., 1985. С. 28–29.
6. Полезные растения Западной Сибири и перспективы их интродукции / К.А. Соболевская, А.И. Якубова, Р.Я. Пленник и др. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1972. 380 с.
7. Полезные растения Хакасии. Ресурсы и интродукция / Р.Я. Пленник, Э.М. Гонтарь, Е.В. Тюрина и др. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. 270 с.
8. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hippuridaceae-Lobeliaceae. СПб.: Наука, 1991. 200 с.
9. Румак А.В., Хан В.А. Химический состав эфирных масел растений рода *Schizonepeta* // Химия природ. соединений. 1998. Т. 2. С. 290–291.

10. Ткачев А.В., Королук Е.А., Юсубов М.С., Гурьев А.М. Изменение состава эфирного масла при разных сроках хранения сырья // Химия растит. сырья. 2002. № 1. С. 19–30.
11. Флора Сибири: В 14-ти т. Новосибирск: Наука, 1997. Т. 11. Pyrolaceae–Lamiaceae (Labiatae). 296 с.
12. Шаварда А.Л., Маркова Л.П., Надежина Т.П. Эфирно-масличные растения Монголии. Терпеноидный состав эфирных масел некоторых видов семейства губоцветных // Растит. ресурсы. 1980. Т. 16. С. 286–292.
13. Sandiun S. Chemical Investigation of Essential Oil from Mongolian Flora. Ulaanbaatar, 1998. 116 p.
14. Zang Y., Ma B., Yang L., Liu Sh. GC-MS analysis of essential oils of *Schizonepeta multifida* spikes // Baiqinen Yike Daxue Xuebao 1998. Vol. 14. No. 15. P. 418–420 [in Chinese]; Chemical abstracts, 1989. 110 p.

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ФРУКТОЗОСОДЕРЖАЩИХ УГЛЕВОДОВ

Васфилова Е.С.¹, Багаутдинова Р.И.², Рымарь В.П.²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ботанический сад
Уральского отделения РАН» (БС УрО РАН), Екатеринбург, Россия
e-mail: euvas@mail.ru

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Уральский федеральный университет им. первого Президента
России Б.Н. Ельцина» (УрФУ им. Б.Н. Ельцина), Екатеринбург, Россия
e-mail: botsadurfu@mail.ru

MEDICINAL PLANTS ARE PROMISING SOURCES OF FRUCTOSE-CONTAINING CARBOHYDRATES

Vasfilova E.S., Bagautdinova R.I., Rymar V.P.

Изучено содержание фруктозосодержащих углеводов (фруктанов) у 39 видов травянистых растений, выращенных в открытом грунте в условиях интродукции на Среднем Урале. Выявлены виды, являющиеся новыми перспективными источниками лекарственного сырья, богатого фруктанами: *Echinops sphaerocephalus* L., *Eupatorium perfoliatum* L., *Inula magnifica* Lipsky, *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin, *Scorzonera hispanica* L., *Telekia speciosa* Baumg., *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt., *Campanula rapunculoides* L., *Symphytum caucasicum* M. Bieb.

Ключевые слова: мордовник шароголовый, посконник пронзеннолистный, девясил великолепный, большеголовник сафлоровидный, козелец испанский, телекия прекрасная, эхинацея пурпурная, эхинацея бледная, колокольчик рапунцелевидный, окопник кавказский, фруктозосодержащие углеводы, фруктаны.

Одним из важных направлений в области изучения лекарственных растений является поиск новых эффективных иммуномодулирующих средств. Биологически активные вещества, используемые в иммуномодулирующих препаратах, относятся к различным группам химических соединений, в том числе к полисахаридам. Установлено, что фруктозосодержащие полисахариды (инулин и др.) обуславливают иммуномодулирующие и противовоспалительные свойства ряда растений. Инулин активизирует иммунную систему, усиливая движение лейкоцитов к областям инфекции, разрушая бактерии, вирусы и другие микроорганизмы [8], улучшает инсулинообразующую функцию поджелудочной железы [5]. Показаны снижение уровня сахара в крови и нормализация показателей жирового обмена под влиянием инулина у больных сахарным диабетом II типа [7].

Таким образом, лекарственные растения, накапливающие фруктозосодержащие углеводы, могут быть предметом химического изучения и фармакологического скрининга с целью создания эффективных и малотоксичных препаратов с иммуномодулирующей и противодиабетической активностью. Как известно, растения, продуцирующие фруктаны, составляют около 15 % всей мировой флоры покрытосеменных [9]. Актуален поиск наиболее перспективных для использования в медицине видов.

Работа в этом направлении ведется, в частности, в ботанических садах Уральского отделения РАН и Уральского федерального университета (Средний Урал, Екатеринбург). У ряда видов лекарственных растений проанализировано содержание фруктозосодержащих углеводов. Выявлены растения, способные накапливать эти соединения в больших количествах [1–4] и представляющие интерес в качестве перспективных источников сырья.

Материалы и методы. Изучено 39 видов травянистых растений, выращенных в открытом грунте. Материал для анализа брали от растений, находившихся в среднегенеративном возрастном состоянии. Количество фруктанов определяли в конце вегетационного сезона (сентябрь – начало октября). Для каждого образца брали усредненную пробу из 4–10 растений. Анализ проводили в период с 1993 по 2012 г.

Выделяли две фракции углеводов, содержащих фруктозу: низкомолекулярную, в состав которой входят фруктоза и фруктозосодержащие олигосахариды, и высокомолекулярную, включающую полифруктаны, в том числе инулин. Низкомолекулярную фракцию получали экстракцией сухого растительного образца 80 %-м этанолом. Из растительного остатка водой экстрагировали высокомолекулярную фракцию с последующим гидролизом полифруктанов до фруктозы 10 %-м раствором соляной кислоты. Определение фруктозы проводили спектрофотометрическим методом, с помощью реакции с резорцином [1, 6]. Количество фруктозосодержащих углеводов рассчитывали в процентах на воздушно-сухую массу.

Результаты и их обсуждение. Как показали наши исследования, высокомолекулярные фруктаны типа инулина накапливаются почти исключительно в подземных органах растений изученных видов. Это, очевидно, связано с тем, что данные соединения в растительном организме выполняют функции запасных питательных веществ, являются энергетическими резервами.

В ходе работы подтверждено высокое содержание фруктозосодержащих углеводов у видов, известных ранее [5; и др.] в качестве накопителей данной группы соединений. Это, в первую очередь, виды астровых, которые могут накапливать до 40 % фруктанов и более: лопух большой (*Arctium lappa* L.), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.), девясил высокий (*Inula helenium* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.). Эти виды, кроме топинамбура, входят в «Государственный реестр лекарственных средств» России. Но наряду с ними высокое содержание фруктозосодержащих углеводов обнаружено и у других, ранее в этом плане почти не изучавшихся видов из семейств астровых, колокольчиковых и некоторых других. Наибольший интерес для практического использования могут представлять виды, которые достаточно легко возделывать и у которых велика биомасса органов, являющихся лекарственным сырьем для получения полифруктанов. Это виды семейств Asteraceae (мордовник шароголовый, посконник пронзеннолистный, девясил великолепный, большеголовник сафлоровидный, козелец испанский, телекия прекрасная, эхинацея пурпурная и бледная), Campanulaceae (колокольчик рапунцелевидный); Boraginaceae (окопник кавказский).

Echinops sphaerocephalus L. – мордовник шароголовый. Травянистый многолетник, европейско-западноазиатский лесостепной и степной вид. В условиях интродукции ведет себя как двулетник, хорошо размножается самосевом. Наряду с топинамбуром и девясилом является мощным накопителем фруктозосодержащих углеводов; в корнях растений этого вида концентрировалось более 40 % полифруктанов. Учитывая то, что растения формируют довольно большую подземную массу, можно утверждать, что этот вид – перспективный источник инулина.

Eupatorium perfoliatum L. – посконник пронзеннолистный. Травянистое многолетнее растение, североамериканский вид, распространенный в лесной и степной зонах умеренного пояса. В ли-

стях и стеблях присутствуют только фруктозосодержащие олигосахариды, их содержание колеблется от 8,0 до 14,5 %. В подземных органах растений накапливаются высокомолекулярные фруктаны (46.1–48.7 %).

Inula magnifica Lipsky – девясил великолепный. Травянистый многолетник, распространен на Кавказе, в смешанных лесах, на опушках, в зарослях кустарников, на высоте 1250–2100 м над ур. моря. Растения имеют крупные многоглавые корневища. По нашим данным, суммарное содержание фруктозосодержащих углеводов в них доходит до 50 %, при этом соотношение полифруктанов и олигофруктанов составляет 3 : 2.

Rhaponticum carthamoides (Willd.) Iljin – большеголовник сафлоровидный (маралий корень). Травянистое многолетнее растение. Эндемик Южной Сибири, проникающий в горы Восточного Казахстана. Распространен на высоте 1400–2300 м над ур. моря, на субальпийских и альпийских лугах и в верхней части лесного пояса. Редкий, нуждающийся в охране вид, ареал которого сокращается в связи с массовыми заготовками подземных органов. В условиях интродукции на Среднем Урале зимостойкость данного вида высокая, он регулярно плодоносит, перспективен для выращивания. Есть данные, что препараты на основе большеголовника нормализуют уровень глюкозы в крови и могут применяться для лечения сахарного диабета. По-видимому, это связано с присутствием в растениях высокомолекулярных фруктанов: наши исследования показали, что в подземных органах растений к концу вегетации их накапливается до 14 %. Суммарное содержание фруктозосодержащих углеводов достигает 16–20 %; это значительно меньше, чем у топинамбура и девясила высокого, однако у марального корня формируется мощная подземная система, сырая масса которой достигает 2 кг. По нашим расчетам [2], отдельное растение может накапливать до 100 г полифруктанов на воздушно-сухую массу подземных органов одной особи.

Scorzonera hispanica L. – козелец испанский (черный корень). Травянистый многолетник, в культуре двулетник, европейско-югозападноазиатский степной вид. Выращивается как овощное растение. Суммарное содержание низко- и высокомолекулярных фруктозосодержащих углеводов в подземной части растений достигает 58,3 %; это весьма перспективное сырье для получения фруктанов.

Telekia speciosa Baumg. – телекия прекрасная. Травянистый многолетник, распространен в Западной Европе (как заносной вид – и в Восточной Европе), на Кавказе, в Малой Азии. В условиях Екатеринбурга зимостоек, плодоносит регулярно. В подземных органах растений (корневищах) преобладают, по нашим данным, высокомолекулярные фруктаны, их содержание доходит до 37,5 %. Вид является перспективным источником углеводов инулинового типа.

Виды рода *Echinacea* Moench распространены в природной флоре центральной и восточной частей Северной Америки. Наиболее известна и хорошо изучена эхинацея пурпурная (*E. purpurea* (L.) Moench). Этот вид довольно широко культивируется на территории Евразии, активно используется в медицине. Эхинацея бледная (*E. pallida* (Nutt.) Nutt.) изучена слабее, но также используется в медицине и культивируется в США и ряде стран Западной Европы. Нами показана перспективность выращивания этих видов на Среднем Урале. Исследования углеводного комплекса подземных органов изученных видов эхинацеи позволили установить оптимальный возраст растений для заготовки подземной части в качестве лекарственного сырья – 3–4-й годы жизни. В этом возрасте содержание полифруктанов в корневищах с корнями эхинацеи пурпурной составляло 29,0–39,3 % и достигало от 11,5 до 27,4 г в подземной части одной особи (в зависимости от погодных условий вегетационного сезона, происхождения образца и т.д.) [3]. У эхинацеи бледной содержание полифруктанов было высоким в первые годы жизни, но несколько снижалось к 4-му году (до 20,5–55,8 %) и составляло 3,9–9,4 г в подземной части отдельного растения [4]. Наилучший срок уборки в течение вегетационного сезона – конец сентября–начало октября (фаза полного плодоношения); к этому времени содержание полифруктанов сильно возрастает.

Campnula rapunculoides L. – колокольчик рапунцелевидный. Длиннокорневищное травянистое многолетнее растение, европейский неморально-лесостепной вид. Перспективен для выращивания в условиях интродукции на Среднем Урале, интенсивно размножается вегетативным путем, в определенных условиях может стать сорняком. Содержание высокомолекулярных фруктанов в корневищах этого растения достигает 28,1 %, что указывает на его ценность в качестве источника сырья.

Symphytum caucasicum M. Bieb. – окопник кавказский. Травянистый многолетник, эндемичный кавказский вид, распространенный в горно-лесном и субальпийском поясах. Углеводный комплекс подземной части растений представлен олиго- и полифруктанами в соотношении 1 : 1. Суммарное содержание фруктозосодержащих углеводов доходит до 51,4 %. Сырье растений данного вида может быть перспективным источником фруктанов.

Выводы. Проведенные исследования позволили выявить виды растений, являющихся новыми перспективными источниками сырья, богатого фруктозосодержащими углеводами, которые имеют большое значение для профилактики и лечения ряда заболеваний.

Литература

1. Багаутдинова Р.И., Федосеева Г.П., Оконешникова Т.Ф. Локализация и состав фруктозосодержащих углеводов у растений разных семейств // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. М., 2001. Вып. 5. С. 78–88.
2. Багаутдинова Р.И., Федосеева Г.П., Оконешникова Т.Ф., Рымарь В.П. Итоги многолетних исследований комплекса углеводов инулиновой природы у разных видов растений // Итоги интродукции и селекции травянистых растений на Урале. Вып. 2. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2008. С. 151–171.
3. Васфилова Е.С., Багаутдинова Р.И. Фруктозосодержащие углеводы подземной части *Echinacea purpurea* (L.) Moench. в условиях интродукции на Среднем Урале // Растит. ресурсы. 2005. № 1. С. 107–116.
4. Васфилова Е.С., Багаутдинова Р.А. Особенности накопления фруктанов в подземной части *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt. при интродукции в условия Среднего Урала // Растит. ресурсы. 2008. Т. 44. Вып. 4. С. 108–115.
5. Избранные лекции по фармакогнозии: Уч. пособие / Левинова В.Ф., Решетникова М.Д., Хлебников А.В. и др.; под ред. Г.И. Олешко. Пермь: Изд-во ПГФА, 2006. 305 с.
6. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. Л.: Колос, 1972. 456 с.
7. Митрофанова И.Ю., Яницкая А.В. Определение суммарного содержания полифруктанов и динамики их накопления в корневищах и корнях девясила высокого (*Inula helenium* L.), произрастающего в Волгоградской области // Хим.-фарм. журн. 2013. Т. 47. № 3. С. 45–47.
8. Burick J., Quick H., Wilson T. Лечебные свойства эхинацеи // ЭЖ Провизор [Электронный ресурс] 1998. Вып. 4. URL: http://www.provisor.com.ua/archive/1998/N4/ekhinac.php?part_code=8&art_code=1034 (дата обращения: 17.02.2015).
9. Hendry G.A.F. Evolutionary origins and natural functions of fructans – a climatological, biogeographic and mechanistic appraisal // New Phytologist. 1993. Vol. 123. I. 1. P. 3–14.

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА И ФЛАВОНОИДОВ В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ *HYPERICUM PERFORATUM* В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Дымина Е. В.¹, Баяндина И. И.¹, Загурская Ю. В.²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный аграрный университет» (НГАУ), Новосибирск, Россия
e-mail: dimina@ngs.ru, bayandina@ngs.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии человека Сибирского отделения Российской академии наук (ИЭЧ СО РАН), Кемерово, Россия
e-mail: syjil@mail.ru

CHLOROPHYLL AND FLAVONID CONTENT IN THE LEAVES OF THE PLANT *HYPERICUM PERFORATUM* IN THE CONDITIONS OF WESTERN SIBERIA

Dymina E. V., Bayandina I. I., Zagurskaya Yu. U.

Получены достоверные различия по содержанию хлорофиллов, их соотношению и флавоноидов в листьях растений зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.), выращенных в трех регионах Западной Сибири. Выявлена зависимость содержания флавоноидов количества хлорофилла.

Ключевые слова: хлорофилл, флавоноиды, *Hypericum perforatum*, зверобой продырявленный.

Нами проводятся исследования по культивированию зверобоя продырявленного в различных регионах Западной Сибири. Условия выращивания могут существенно повлиять на метаболизм веществ и продуктивность. Цель нашей работы – сравнительное изучение содержания флавоноидов и хлорофилла в листьях травянистого многолетнего лекарственного растения официальной медицины *Hypericum perforatum* L. (зверобой продырявленный).

Изучались растения, выращенные рассадным способом из генетически однородных семян в трех регионах Западной Сибири: Кемерово (Кузбасский ботанический сад ИЭЧ СО РАН (Институт экологии человека СО РАН)), Новосибирск (Сад Мичуринцев НГАУ) и пос. Камлак (Республика Алтай) (Горно-Алтайский ботанический сад). Отбор образцов проводили в фазы вегетации, бутонизации, цветения и плодоношения. Количество хлорофилла в листьях определяли методом Wintermans [4], содержание флавоноидов – спектрофотометрическим методом [2].

Количество хлорофилла в листьях растений влияет на их рост и продуктивность. Соотношение хлорофилла а / б является показателем устойчивости растений к неблагоприятным факторам [1, 3]. При определении содержания фотосинтетических пигментов в листьях растений *Hypericum perforatum* получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Содержание и соотношение хлорофилла а/б листьях растений *H. perforatum*, выращенных в регионах Западной Сибири, мг/г сырой массы

Регион	2011 г.		2012 г.	
	Хлорофилл а + б	Соотношение хлорофилла а / б	Хлорофилл а + б	Соотношение хлорофилла а / б
1	2	3	4	5
<i>Точка 1 (вегетация)</i>				
Камлак	1,59	2,21	1,42	3,17
Новосибирск	1,27*	2,81*	1,69*	3,53*
Кемерово	1,55	2,80*	1,64*	3,31*
НСР ₀₅	0,19	0,14	0,09	0,05
<i>Точка 2 (бутонизация)</i>				
Камлак	1,32	2,46	1,35	4,48
Новосибирск	1,01*	2,64	1,38	5,07
Кемерово	1,31	3,54*	1,31	5,12

1	2	3	4	5
НСР ₀₅	0,22	1,02	0,18	1,27
<i>Точка 3 (цветение)</i>				
Камлак	1,43	2,47	1,28	3,29
Новосибирск	0,92*	2,63	1,56*	4,30*
Кемерово	1,14*	2,94*	1,04	5,12*
НСР ₀₅	0,08	0,19	0,17	0,57
<i>Точка 4 (плодоношение)</i>				
Камлак	0,99	3,03	1,19	3,79
Новосибирск	0,89	3,35	1,05*	4,53*
Кемерово	1,32*	3,18	0,99*	5,07*
НСР ₀₅	0,27	0,35	0,09	0,39

* Разница достоверна.

В 2011 г. наибольшее содержание хлорофилла наблюдалось в растениях из Камлака, кроме фазы плодоношения, наименьшее – в растениях из Новосибирска в течение всей вегетации. Соотношение хлорофиллов а / b, наоборот, было наименьшим в растениях из Камлака, достоверно наибольшим в растениях – из Кемерово в фазы бутонизации и цветения. В 2012 г. содержание хлорофиллов в растениях зверобоя продырявленного из Камлака мало отличалось от показателей 2011 г., а в растениях из Новосибирска и Кемерово в первую половину вегетации содержание хлорофиллов было достоверно выше, чем в растениях из Камлака. В фазу бутонизации эти значения сравнялись, а в фазу плодоношения стали достоверно ниже. Соотношение хлорофиллов а / b было наименьшим в растениях из Камлака в течение всей вегетации, в 2012 г. выше, чем в 2011. Таким образом, содержание хлорофилла в листьях растений зверобоя продырявленного, выращенного в разных регионах, изменялось различным образом. Соотношение хлорофиллов а / b было наименьшим в растениях из Камлака в оба года.

В экстрактах, собранных для определения содержания хлорофиллов, определено содержание флавоноидов (табл. 2).

Таблица 2

Содержание флавоноидов в листьях растений *H. perforatum*, выращенных в регионах Западной Сибири, %

Регион	2011 г.	2012 г.
<i>Точка 1 (вегетация)</i>		
Камлак	3,69	2,98
Новосибирск	4,19	3,19
Кемерово	3,31	2,17
НСР ₀₅	0,431	0,673
<i>Точка 2 (бутонизация)</i>		
Камлак	3,39	3,15
Новосибирск	4,01	3,16
Кемерово	2,74	2,31
НСР ₀₅	0,682	0,242
<i>Точка 3 (цветение)</i>		
Камлак	4,32	2,90
Новосибирск	3,43	3,52
Кемерово	2,96	2,33
НСР ₀₅	0,489	0,406
<i>Точка 4 (плодоношение)</i>		
Камлак	3,92	3,28
Новосибирск	2,78	3,65
Кемерово	2,76	2,27
НСР ₀₅	0,417	0,428

Методы определения хлорофилла менее трудоемкие и затратные, чем методы определения фенольных соединений, поэтому мы решили проверить зависимость количественных показателей хлорофилла и флавоноидов (табл. 3). Содержание и соотношение хлорофиллов часто являются показателями физиологической адаптации растений к условиям среды. Функции защиты от некоторых неблагоприятных факторов выполняют фенольные соединения. Установить степень влияния можно по наличию корреляции показателей содержания различных групп фенольных соединений и хлорофилла, особенно это касается действующих веществ.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции содержания флавоноидов и хлорофилла у зверобоя продырявленного

Фаза развития	Хлорофилл а	Хлорофилл b	Хлорофилл а + b	Соотношение хлорофилла а / b
<i>2011 г.</i>				
Вегетация	– 0,644*	– 0,376	– 0,571*	0,082
Бутонизация	– 0,796*	– 0,044	– 0,696*	– 0,570*
Начало цветения	0,534*	0,765*	0,620*	– 0,809*
Цветение	– 0,244	– 0,046	– 0,193	– 0,657*
Плодоношение	– 0,299	– 0,115	– 0,254	– 0,338
<i>2012 г.</i>				
Вегетация	– 0,040	– 0,284	– 0,086	0,351
Бутонизация	0,048	0,502*	0,147	– 0,487
Начало цветения	0,953*	0,816*	0,964*	– 0,423
Цветение	0,418	0,523*	0,470	– 0,579*
Плодоношение	– 0,937*	– 0,916*	– 0,933*	– 0,089

* Разница достоверна.

Зависимость содержания флавоноидов кислот от хлорофиллов в листьях зверобоя продырявленного была отрицательной в начале и в конце вегетации. В 2011 г. положительная корреляция наблюдалась только в фазу начала цветения, в 2012 г. – в фазы бутонизации и цветения. Это, скорее всего, объясняется тем, что года сильно различались по условиям вегетационного периода: один был засушливым (2012), а другой – влажным (2011). Наибольшие коэффициенты корреляции получены в фазу цветения. В 2011 г. они составляли 0,534 для хлорофилла а, 0,765 для хлорофилла b и 0,620 для суммы хлорофиллов, в 2012 г. 0,953 для хлорофилла а, 0,816 для хлорофилла b и 0,964 для суммы хлорофиллов.

Наиболее стабильными получились результаты корреляции с соотношением хлорофилла а / b. В фазы вегетации и плодоношения в оба года коэффициенты корреляции были положительными и невысокими. Большая зависимость прослеживается в фазы бутонизации и цветения. В оба года коэффициенты корреляции отрицательные, наибольшая зависимость выявлена в 2011 г. (–0,809 и –0,657). Конечно, необходимы дополнительные исследования, но если такая зависимость подтвердится, то, определив содержание хлорофилла, будет возможно делать приблизительную оценку количества флавоноидов в листьях зверобоя продырявленного.

Литература

1. Андрианова Ю.С., Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука, 2000. 136 с.
2. Загурская Ю.В., Баяндина И.И. Спектрофотометрический анализ фенольных соединений спиртовых настоев свежих листьев *Hypericum perforatum* L. // Вопр. биол., мед. и фарм. химии. 2015. № 3. С. 3–9.
3. Минаева В.Г. Теоретические и практические аспекты биохимического изучения лекарственных растений Сибири при интродукции // Ускорение интродукции растений Сибири: задачи и методы: Сб. науч. тр. Новосибирск: Наука, 1989. С. 97–103.
4. Wintermans J.F.G.M., De Mots A. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their phenophytins in ethanol // Biochem. Biophys. Acta. 1965. Vol. 109. I. 2. P. 448–453.

**СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
И АКТИВНОСТИ ГВАЯКОЛ ПЕРОКСИДАЗ В ЛИСТЬЯХ И СОЦВЕТИЯХ *ALCHEMILLA SUBCRENATA*
И *VERONICA CHAMAEDRYS***

**Живетьев М.А., Кириченко К.А., Путилина Т.Е., Дударева Л.В.,
Рудиковская Е.Г., Граскова И.А., Войников В.К.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии
и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук (СИФИБР СО РАН), Иркутск, Россия
e-mail: nik.19@mail.ru

**DAY DYNAMICS OF THE TOTAL CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS AND GUAIACOL-PEROX-
SIDASE ACTIVITY IN THE LEAVES AND FLOWERS OF *ALCHEMILLA SUBCRENATA* AND *VERONICA*
*CHAMAEDRYS***

**Zhivetev M.A., Kirichenko K.A., Putilina T.E., Dudareva L.V.,
Rudikovskaja E.G., Graskova I.A., Voinikov V.K.**

Изучена суточная динамика активности пероксидазы и общего содержания фенольных соединений в листьях и соцветиях манжетки городковатой и вероники дубравной. Показаны существенные изменения содержания фенольных соединений и активности пероксидаз в зависимости от времени суток.

Ключевые слова: лекарственные растения, *Alchemilla subcrenata* Buser, *Veronica chamaedrys* L., температура, пероксидаза, фенольные соединения.

В течение суток растения оказываются под влиянием сильных флуктуаций условий окружающей среды, в первую очередь температуры. На территории Сибири такие перепады особенно выражены и достигают 15–20 °С вне зависимости от времени года.

Пероксидаза играет важную роль в стресс-адаптации, в том числе при гипотермическом влиянии [5]. Фермент использует перекись в качестве акцептора водорода, в то время как донором могут выступать различные соединения – цитохром с, нитриты, аскорбиновая кислота, индол, амины, фенольные соединения [2, 6]. На сегодняшний день на ряде видов растений гистохимически показана совместная локализация полифенолов и пероксидазной активности, причем высокому содержанию фенолов сопутствует конституционно высокая активность пероксидазы [7]. Широко известно, что для стресс-толерантных растений обычно характерен высокий уровень защитных метаболитов, в то время как более чувствительные растения показывают их индукцию под стрессом. Фенолы, танины и пероксидазная активность у многих растений участвуют в полимеризации полифенолов при защите от стресса, вызванного тяжелыми металлами [7], а у устойчивых растений – при вторжении патогена [5]. Ферменты, вовлекаемые в полимеризационные процессы фенолов, – это фенолоксидазы, такие как лакказа, полифенолоксидаза и пероксидаза. Т.Д. Шерман с соавторами [8] показали, что накопление полифенолоксидазы, широко распространенной в наземных растениях, но не в водорослях, может происходить одновременно с адаптацией к окислительной атмосфере, где активность полифенолоксидазы жизненно необходима в фотосинтетическом аппарате, уязвимом к атмосферному кислороду. Также фотосинтез может играть косвенную роль, снабжая перекисью водорода (побочным продуктом фотосинтеза) реакцию полимеризации полифенолов пероксидазой [9].

Цель исследования – изучение динамики накопления фенольных соединений и активности слабосвязанных с клеточной стенкой и растворимых гваякол пероксидаз в условиях суточных перепадов температур атмосферного воздуха в листьях манжетки городковатой (*Alchemilla subcrenata* Buser) в сравнении с другим лекарственным растением – вероникой дубравной (*Veronica chamaedrys* L.).

Манжетка богата танинами, особенно к осени [4], и обладает развитыми клеточными стенками, что должно давать ей адаптивные преимущества, поэтому изучение полифенолов и активности ферментов, участвующих в их метаболизме, в этом растении представляется весьма интересным.

Исследовали листья и соцветия манжетки городковатой и вероники дубравной, собранные в пойме р. Выдриная, в 600 м от уреза оз. Байкал, на левом берегу реки, на территории стационара СИФИБР «Речка Выдриная», на разнотравном лугу. Учитывая динамику температурного режима, пробы отбирались в 8–9 ч – после суточного минимума температур, в 14–15 ч при максимально высокой температуре и в 20–21 ч – на вечернем спаде температуры. Отбирались средневзвешенные образцы в трех повторностях в течение суток – утром, в обед и вечером. Все биохимические исследования проводили в трех аналитических повторностях. С целью уменьшения возможных автолитических изменений образцы фиксировали в жидком азоте. Гваякол пероксидазы выделяли так, как описано в работе [1]. Выделение фенольных соединений осуществляли тройным экстрагированием кипящим 80%-м метанолом и очисткой объединенного экстракта хлороформом от липофильных пигментов по стандартной методике с последующей экстракцией фенольного комплекса этилацетатом. Общее содержание определяли спектрометрическим методом с помощью реактива Фолина–Дениса при 720 нм [3], на приборе Specord S100 (Analytik Jena AG, Германия). Для построения калибровочной кривой использовали коммерческий препарат кверцетина (Sigma-Aldrich, США). Статистическую обработку результатов экспериментов проводили с использованием программы Statistica 6.0.

Средние значения и стандартные отклонения общего содержания фенольных соединений и активности слабосвязанной с клеточной стенкой, растворимой и общей гваякол-зависимых пероксидаз в 9, 14 и 21 ч в листьях и соцветиях манжетки городковатой и вероники дубравной приведены в таблице.

Активность гваякол-зависимых пероксидаз и общее содержание фенольных соединений в листьях и соцветиях манжетки городковатой и вероники дубравной в разное время суток, 25 июня 2013 г.

Время суток, ч	Активность пероксидаз, у.е./мг сырой массы			Содержание фенольных соединений, мг/г сырой массы
	Слабосвязанная с клеточной стенкой пероксидаза	Растворимая пероксидаза	Общая пероксидаза	
Alchemilla subcrenata, листья				
9.00	0,075 ± 0,006	0,176 ± 0,039	0,165 ± 0,022	3,28 ± 0,73
14.00	0,099 ± 0,005	0,161 ± 0,040	0,194 ± 0,025	5,31 ± 0,57
21.00	0,095 ± 0,004	0,191 ± 0,053	0,192 ± 0,033	1,25 ± 0,06
Alchemilla subcrenata, соцветия				
9.00	0,041 ± 0,005	0,201 ± 0,012	0,227 ± 0,003	3,95 ± 0,43
14.00	0,085 ± 0,005	0,365 ± 0,049	0,406 ± 0,015	3,81 ± 0,18
21.00	0,041 ± 0,003	0,248 ± 0,038	0,289 ± 0,027	3,12 ± 0,15
Veronica chamaedrys, листья				
9.00	0,011 ± 0,001	0,021 ± 0,001	0,049 ± 0,001	4,10 ± 0,27
14.00	0,016 ± 0,001	0,026 ± 0,003	0,059 ± 0,006	2,29 ± 0,14
21.00	0,012 ± 0,002	0,020 ± 0,000	0,041 ± 0,004	1,69 ± 0,11
Veronica chamaedrys, соцветия				
9.00	0,012 ± 0,001	0,012 ± 0,001	0,034 ± 0,002	4,22 ± 0,29
14.00	0,018 ± 0,002	0,016 ± 0,000	0,043 ± 0,002	2,79 ± 0,40
21.00	0,012 ± 0,001	0,011 ± 0,001	0,032 ± 0,007	2,30 ± 0,26

Нами установлено, что содержание фенольных соединений и активность пероксидаз зависит не только от вида и органа растения, но и от времени суток. При этом во всех случаях наблюдается повышение активности общей гваякол-зависимой пероксидазы в полуденную жару, что может свидетельствовать о высокотемпературном стрессе растений в это время суток.

Как правило, активность слабосвязанной с клеточной стенкой фракции пероксидаз ниже, чем общей и растворимой пероксидазы, однако динамика их суточных изменений чаще всего одинакова. Активность пероксидаз в генеративных органах (соцветиях) заметно отличается от активности в вегетативных органах (листьях).

В цветках манжетки активность растворимой и общей пероксидазы выше, чем в листьях, а активность слабосвязанной с клеточной стенкой пероксидазы, наоборот, ниже. Активность перокси-

даз у вероники заметно слабее, чем у манжетки, и в ее листьях значения активности пероксидазы выше, чем в цветках, что свидетельствует о значительных видовых различиях этих растений.

Динамика содержания фенольных соединений также демонстрировала выраженную видо- и тканеспецифичность. У вероники содержание фенольных соединений в соцветиях в каждый временной отрезок было стабильно выше, чем в листьях, но при этом их динамика совпадала и максимум приходился на 9 ч утра с последующим уменьшением в течение дня. Соцветия манжетки наряду с высокой активностью гваякол пероксидазы продемонстрировали стабильно высокие содержания фенольных соединений в течение всех суток, в то время как в листьях этого растения в 15 ч наблюдалось скачкообразное увеличение содержания полифенолов с последующим минимумом в 21 ч при относительно слабом росте активности фермента, окисляющего фенолы.

Выводы. Исследовали листья и соцветия манжетки городковатой и вероники дубравной, собранные в пойме р. Выдриная, в 600 м от уреза оз. Байкал. На примере двух видов лекарственных растений показаны существенные изменения содержания фенольных соединений и активности пероксидаз в зависимости от времени суток.

Литература

1. Граскова И.А., Боровский Г.Б., Колесниченко А.В., Войников В.К. Пероксидаза как компонент сигнальной системы клеток картофеля при патогенезе кольцевой гнили // Физиология растений. 2004. Т. 51. Вып. 5. С. 692–697.
2. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты / Пер. с англ. М.: Мир, 1982. Т. 1. 322 с.
3. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и методы их исследования // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 185–197.
4. Зорина Е.В. Фармакогностическое изучение видов рода *Alchemilla* L. Пермского края: Автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Пермь. 2009. 21 с.
5. Рогожин В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. СПб.: ГИОРД, 2004. 240 с.
6. Felder M.R. Genetic control of four cathodal peroxidase isozymes in barley // J. Heredity. 1976. Vol. 67. I. 1. P. 39–42.
7. Lavid N., Schwartz A., Yarden O., Tel-Or E. The involvement of polyphenols and peroxidase activities in heavy-metal accumulation by epidermal glands of the waterlily (Nymphaeaceae) // Planta. 2001. Vol. 212. P. 323–331.
8. Sherman T.D., Vaughn K.C., Duke S.O. A limited survey of the phylogenetic distribution of polyphenol oxidase // Phytochem. 1991. Vol. 30. P. 2499–2506.
9. Yamasaki H., Sakihama Y., Ikehara N. Flavonoid-peroxidase reaction as a detoxification mechanism of plant cells against H_2O_2 // Plant Physiol. 1997. Vol. 115. I. 4. P. 1405–1412.

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ *ALCHEMILLA SUBCRENATA* И *VERONICA CHAMAEDRYS*

*Живетьев М. А., Кириченко К. А., Путилина Т. Е.,
Дударева Л. В., Граскова И. А., Войников В. К.*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук (СИФИБР СО РАН), Иркутск, Россия
e-mail: nik.19@mail.ru

CHROMATOGRAPHIC STUDY OF PHENOLIC COMPOUNDS IN MEDICINAL PLANTS OF *ALCHEMILLA SUBCRENATA* AND *VERONICA CHAMAEDRYS*

*Zhivetev M. A., Kirichenko K. A., Putilina T. E.,
Dudareva L. V., Graskova I. A., Voinikov V. K.*

Представлены результаты изучения суточных и сезонных изменений количественного и качественного состава фенольных соединений в листьях двух видов травянистых лекарственных растений – манжетки городковатой (*Alchemilla subcrenata* Buser) и вероники дубравной (*Veronica chamaedrys* L.). Показаны особенности содержания фенольных соединений и флавоноидов в зависимости от сроков и времени сбора лекарственного сырья.

Ключевые слова: суточная адаптация, лекарственные растения, *Alchemilla subcrenata*, *Veronica chamaedrys*, листья, соцветия, фенольные соединения.

Растения подвергаются значительному воздействию условий окружающей среды, и в первую очередь температуры, изменяющейся не только в течение года, но и в течение суток, что не может не влиять на вторичный метаболизм растений. Из вторичных метаболитов наиболее значимыми являются фенольные соединения, в частности флавоноиды.

Необходимость изучения лекарственных растений в Прибайкалье возрастает с учетом серьезных изменений в содержании биологически активных веществ в зависимости от района произрастания [2]. Суточная и сезонная динамика лекарственных компонентов важна для научного обоснования оптимальных сроков и времени сбора растительного сырья применительно к конкретному региону.

В связи с этим целью наших исследований было изучение изменения качественного состава флавоноидов и других фенольных соединений в листьях и соцветиях манжетки городковатой (*Alchemilla subcrenata* Buser) и вероники дубравной (*Veronica chamaedrys* L.) в условиях суточных перепадов температур атмосферного воздуха летом и ранней осенью. Пробы отбирались в 9, 14 и 21 ч 25 июня, 15 августа и 19 сентября 2013 г. и 16 июня 2014 г. Общее содержание фенольных соединений после последовательной экстракции 80%-м метанолом и этиловым эфиром уксусной кислоты определяли спектроскопическим методом с помощью реактива Фолина–Дениса [1]. Качественный состав экстракта исследовали на микроколоночном высокоэффективном жидкостном хроматографе Милихром А-02 (Россия) с УФ-детектором при градиентном режиме хроматографирования (градиент 40 мин от 5 до 100% ацетонитрила), колонка длиной 75 мм, диаметром 2 мм, скорость потока 100 мкл/мин, объем пробы 4 мкл. Идентификацию полученных хроматографических пиков проводили путем сравнения их УФ-спектров с базами данных в программе МультиХром-СПЕКТР для Windows.

Динамика общего содержания фенолсодержащих веществ демонстрировала не только тканевую, но и видовую специфичность. Так, 25 июня 2014 г. у вероники дубравной содержание фенольных соединений в соцветиях было стабильно выше, чем в листьях, однако динамика изменения содержания была сходной. Максимум приходился на 9 ч (4,22 и 4,10 мг/г сырого веса для соцветий и листьев соответственно), после чего наблюдалось уменьшение содержания активных веществ в течение дня (2,79 и 2,29 мг/г в 14 ч и 2,30 и 1,69 мг/г в 21 ч). Соцветия манжетки городковатой продемонстрировали стабильно высокое содержание фенольных соединений (от 3,95 мг/г сырой массы

утром до 3,12 мг/г вечером), в то время как в листьях в 15 ч наблюдалось скачкообразное увеличение (5,31 мг/г) с последующим минимумом в 21 ч (1,25 мг/г) (при исходном содержании 3,28 мг/г в 9 ч). Если в теплое время года для листьев манжетки городковатой характерен суточный максимум днем (5,31 мг/г в июле и 8,13 мг/г 15 августа), то в сентябре после полудня наступает, наоборот, суточный минимум (2,43 мг/г). Для листьев вероники дубравной картина несколько иная: в августе суточный максимум отмечен в 14 ч (2,03 мг/г), а в июне и сентябре высокое содержание фенолов приходится на 9 ч (4,10 и 4,84 мг/г) и постепенно снижается в течение дня до 1,69 и 2,06 мг/г соответственно.

Методом ВЭЖХ было показано, что в течение периода вегетации и даже одних суток происходят изменения в составе и фенольных соединений, и флавоноидов (табл. 1). Зафиксировано изменение количества пиков и появление соединений, не регистрируемых в другое время суток. Например, кемпферол 3-б-D-глюкопиранозид в листьях манжетки обнаружен только днем в августе и сентябре и рано утром в июне, а кверцетин – утром и вечером в июне и только вечером в августе. Следует отметить, что спектр полифенолов, свойственных манжетке, ограничивается 21–32 соединениями, а для вероники характерно наличие 33–44 соединений во всех изученных частях растения. Уменьшение общего содержания фенольных соединений в листьях или соцветиях исследованных растений нередко сопровождалось увеличением их разнообразия. Так, вопреки ожиданиям, по данным за оба года исследований, в июне спектр полифенолов, особенно у вероники, оказался выше в листьях, чем в соцветиях (табл. 1). В стеблях вероники в июне 2014 г. содержание фенольных соединений было средним. Не исключено, что в середине и конце лета эта закономерность окажется другой.

Таблица 1

Сводные данные ВЭЖХ тканей манжетки городковатой и вероники дубравной

Орган растения	Дата отбора	Время суток, ч	Кол-во пиков		Соединения, идентифицирование в <i>Alchemilla subcrenata</i>
			<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Alchemilla subcrenata</i>	
Соцветие	25 июня 2013 г.	9.00	36	26	–
		14.00	34	22	–
		21.00	36	24	–
Лист	25 июня 2013 г.	9.00	34	23–24	Кемпферол 3-б-D-глюкопиранозид, фенилуксусная кислота, рутин, гиперозид, протоцеанидин В1, кверцетин 3-б-D-глюкозид, кверцетин
		14.00	41	22	–
		21.00	44	32–35	Кверцетин, периндопил
Лист	15 августа 2013 г.	9.00	43	30	–
		14.00	37	31	Кемпферол 3-б-D-глюкопиранозид
		21.00	36	24	Кверцетин, кемпферол
Лист	19 сентября 2013 г.	9.00	33	24	–
		14.00	28	21	Кемпферол 3-б-D-глюкопиранозид
		21.00	38–39	26	–
Лист	16 июня 2014 г.	14.00	41	–	–
Соцветие		14.00	36	–	–
Стебель		14.00	38	–	–

В июне наибольшее разнообразие фенольных веществ наблюдается вечером в листьях обоих исследованных видов лекарственных растений (но утром и вечером – в соцветиях), что может быть обусловлено необходимостью адаптации к ночной прохладе. В августе ситуация иная: в связи с тем, что для прогрева атмосферного воздуха требуется больше времени и тепло поступает только во второй половине дня, максимум количества полифенолов наблюдается в 9 ч у листьев вероники и в 9–14 ч у листьев манжетки. Сентябрь в Сибири отличается холодными вечерами, и число хроматографических пиков в 21 ч выше как у вероники дубравной, так и у манжетки городковатой.

Таблица 2

**Выявленные пики и их УФ-спектры в листьях манжетки городковатой, отобранных утром в 9 ч
25 июня 2013 г.**

№ пробы	Время, мкл (объем удерживания, мкл)	Высота пика, AU	Площадь пика, AU*мкл	УФ-спектры относительно 210 нм					
				220 нм	230 нм	240 нм	250 нм	260 нм	280 нм
1	273,71	0,34	2,409	0,428	0,293	0,210	0,131	0,102	0,177
2	709,40	0,01	0,160	1,051	1,046	0,802	0,658	0,654	0,294
3	773,57	0,09	2,255	0,708	0,256	0,111	0,078	0,042	0,059
4	816,33	0,01	0,106	0,238	0,168	0,124	0,214	0,238	0,062
5	828,40	0,03	0,350	0,265	0,189	0,005	-0,059	-0,030	0,024
6	860,58	0,01	0,109	1,121	1,564	1,039	0,446	0,546	1,366
7	911,34	0,04	0,977	0,978	0,780	0,565	0,510	0,531	0,574
8	948,37	0,02	0,190	0,774	0,437	0,464	0,517	0,468	0,516
9	982,56	0,07	1,369	1,043	0,799	0,763	0,667	0,461	0,498
10	1003,86	0,05	0,731	0,924	0,793	0,538	0,417	0,427	0,286
11	1037,84	0,15	1,639	1,160	0,943	0,617	0,493	0,444	0,518
12	1055,40	1,03	14,696	1,032	0,958	0,686	0,552	0,552	0,394
13	1085,51	0,32	5,855	0,998	0,860	0,611	0,514	0,497	0,354
14	1136,83	0,05	0,870	1,048	0,922	0,374	-0,011	0,039	0,300
15	1181,13	1,34	26,178	0,586	0,434	0,399	0,555	0,593	0,242
16	1230,09	0,01	0,142	0,667	0,333	0,231	0,362	0,431	0,314
17	1261,68	0,08	1,306	0,669	0,622	0,506	0,514	0,692	0,497
18	1296,18	0,08	0,885	0,580	0,523	0,468	0,541	0,717	0,342
19	1330,86	0,37	4,977	0,686	0,541	0,427	0,416	0,537	0,352
20	1364,09	0,11	1,221	0,663	0,494	0,461	0,543	0,511	0,281
21	1403,21	0,03	0,439	0,135	-0,095	-0,089	-0,065	-0,018	-0,057
22	1423,06	0,05	0,593	0,867	0,763	0,630	0,560	0,644	0,394
23	1448,82	0,22	2,907	0,578	0,444	0,424	0,611	0,595	0,252
24	1954,71	0,01	0,317	0,318	0,100	-0,019	-0,008	0,032	0,057

Таблица 3

**Выявленные пики и их УФ-спектры в листьях манжетки городковатой, отобранных вечером в 21 ч
25 июня 2013 г.**

№ пробы	Время, мкл (объем удерживания, мкл)	Высота пика, AU	Площадь пика, AU*мкл	УФ-спектры относительно 210 нм					
				220 нм	230 нм	240 нм	250 нм	260 нм	280 нм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	273,43	2,01	15,508	0,422	0,291	0,211	0,128	0,092	0,167
2	774,24	0,19	5,116	0,750	0,288	0,139	0,084	0,030	0,068
3	816,61	0,14	1,438	0,432	0,321	0,242	0,339	0,369	0,136
4	828,02	0,19	2,476	0,389	0,285	0,109	0,068	0,091	0,078
5	861,38	0,02	0,267	1,179	1,409	0,880	0,272	0,343	1,350
6	895,30	0,01	0,081	0,769	0,763	0,410	0,059	0,277	0,676
7	913,60	0,02	0,194	1,152	0,602	0,363	0,353	0,345	0,637
8	952,18	0,04	0,509	1,041	0,687	0,614	0,561	0,395	0,581
9	978,33	0,22	4,241	1,171	0,851	0,891	0,802	0,437	0,726
10	1008,37	0,01	0,119	0,242	0,202	-0,471	-0,679	-0,074	-0,649
11	1034,38	0,22	3,128	1,125	0,785	0,792	0,706	0,386	0,666
12	1054,93	0,33	4,106	0,912	0,862	0,574	0,459	0,496	0,256
13	1083,93	0,13	2,449	0,714	0,570	0,335	0,391	0,552	0,118
14	1136,69	0,05	0,748	0,867	0,737	0,717	0,914	0,825	0,177
15	1182,52	2,74	53,189	0,607	0,443	0,402	0,557	0,583	0,261
16	1229,49	0,03	0,407	0,603	0,361	0,338	0,727	0,514	0,295
17	1253,90	0,08	1,006	0,552	0,397	0,334	0,564	0,547	0,249
18	1267,80	0,14	1,796	0,755	0,662	0,472	0,406	0,596	0,648
19	1295,85	0,02	0,260	0,614	0,433	0,396	0,555	0,594	0,279
20	1329,57	1,50	21,712	0,669	0,517	0,406	0,377	0,538	0,384

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	1362,34	0,65	9,770	0,621	0,449	0,421	0,506	0,493	0,299
22	1401,73	0,13	2,201	0,308	0,112	0,089	0,111	0,132	0,057
23	1420,34	0,26	3,915	0,626	0,536	0,465	0,477	0,582	0,326
24	1447,00	1,25	18,088	0,572	0,442	0,417	0,592	0,581	0,252
25	1486,53	0,02	0,321	0,564	0,286	0,181	0,269	0,289	0,171
26	1532,52	0,01	0,072	0,639	0,742	0,402	0,078	0,150	0,698
27	1546,56	0,01	0,094	0,531	0,391	0,208	0,081	0,044	0,427
28	1566,01	0,02	0,234	0,648	0,512	0,395	0,352	0,538	0,399
29	1601,12	0,01	0,154	0,562	0,391	0,422	0,503	0,352	0,253
30	1683,68	0,02	0,220	0,511	0,423	0,421	0,619	0,581	0,225
31	2251,99	0,01	0,191	0,539	0,063	0,209	0,535	0,808	0,269
32	2579,34	0,02	0,318	0,825	0,043	-0,001	0,015	0,035	-0,006

По всей видимости, у этих растений фенольные соединения выполняют важную роль адаптации роль к суточным температурным колебаниям в условиях резко континентального климата Сибири и Предбайкалья. Не исключено, что эти вещества вторичного метаболизма растений активно задействуются и при других видах температурных воздействий, в том числе при адаптации к гипотермии и гипертермическому стрессу.

Очевидно, что для более полного проявления лекарственных свойств сбор представленных растений должен быть приурочен к утреннему или вечернему времени суток в зависимости от срока сбора.

В табл. 2 и 3 приведены характерные результаты хроматографического исследования листьев манжетки городковатой, отобранных в течение одних суток (25 июня 2013 г.) с одной экспериментальной площадки утром (9 ч) и вечером (21 ч). Вечером разнообразие фенольных соединений увеличилось на треть и дополнилось восемью новыми соединениями. При этом в обоих пробах идентифицированный рутин утром (пик № 23) содержится в количестве всего $0,007 \pm 0,001$ мкг/мкл а вечером (пик № 24) его содержание заметно выше ($0,046 \pm 0,005$ мкг/мкл). В то же время, в утренней пробе идентифицирован еще один пик (№ 15), который, вероятно, представлен несколькими соединениями (рутин $0,125 \pm 0,012$ мкг/мкл, гиперозид $0,075 \pm 0,007$ мкг/мкл, протоцианидин В1 $0,167 \pm 0,017$ мкг/мкл и кверцетин 3-б-D-глюкозид $0,171 \pm 0,017$ мкг/мкл). Не менее заметен на хроматограмме пик № 15 в пробе, отобранной в 21 ч, имеющий большую площадь (53,2 мкл). Очевидно, он тоже соответствует рутину, но, к сожалению, более не идентифицировался ни в одной из повторностей эксперимента.

Изучение суточных и сезонных изменений количественного и качественного состава фенольных соединений в листьях манжетки городковатой (*Alchemilla subcrenata*) и вероники дубравной (*Veronica chamaedrys*) выявило, на наш взгляд, существенные особенности содержания фенольных соединений и флавоноидов в зависимости от сроков сбора лекарственного сырья и времени суток.

Литература

1. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и методы их исследования // Биохимические методы в физиологии растений / Под ред. О.А. Павлиновой. М.: Наука, 1971. С. 185–197.
2. Шалдаева Т.М. Содержание флавоноидов в природных популяциях *Artemisia absinthium* L., произрастающей в лесостепной зоне западной Сибири // Химия растит. сырья. 2009. № 2. С. 169–170.

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ В СЫРЬЕ *PATRINIA RUPESTRIS* В УСЛОВИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Зорикова О.Г., Маняхин А.Ю., Раилко С.П.

Межведомственный научно-образовательный центр «Растительные ресурсы» ФГБОУ ВПО Владивостокский государственный университет экономики и сервиса – ФГБУН Горнотаяжная станция им. В.Л. Комарова (МНОЦ «Растительные ресурсы» ВГУЭС – ГТС ДВО РАН), Владивосток, Россия
e-mail: mau84@mail.ru

DYNAMICS IN ACCUMULATION OF WATER-SOLUBLE POLYSACCHARIDE IN THE RAW STOCK OF *PATRINIA RUPESTRIS* UNDER PRIMORSKY KRAI CONDITIONS

Zorikova O. G., Manyakhin A. Yu., Railko S. P.

Изучена динамика накопления водорастворимых полисахаридов в сырье *Patrinia rupestris* (Pall.) DuRoi. Установлены оптимальные сроки заготовки и распределения водорастворимых полисахаридов по основным органам растения.

Ключевые слова: *Patrinia rupestris*, ВЭЖХ, динамика накопления веществ, распределение по органам.

Приморский край – один из богатейших во флористическом отношении регионов Российской Федерации, где встречается более 3000 видов дикорастущих растений [3]. На этой территории произрастает свыше 200 видов растений, нашедших свое применение в научной медицине, и больше 1000 – в народной. Подавляющая часть (около 3000 видов) дикорастущих растений региона не изучена либо слабо изучена биологически, химически и фармакологически, что не позволяет пополнить арсенал лекарственных растительных средств новыми препаратами и биологически активными добавками (нутрицевтиками), полезными для человека и сельскохозяйственных животных.

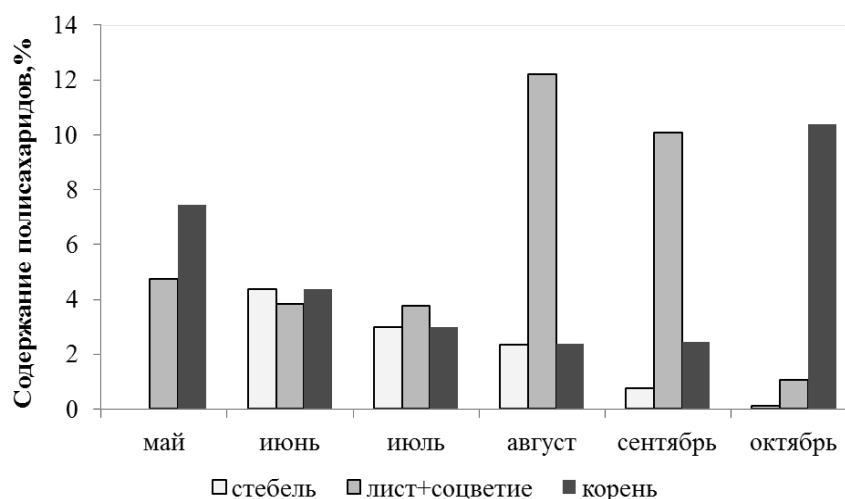
Биологически активные вещества находятся в растениях в определенных состояниях и количествах в зависимости от экологических факторов, поэтому изучение закономерностей накопления этих веществ в разных условиях произрастания, как в природе, так и в культуре, является весьма актуальной задачей.

Выбор в качестве объекта нашего исследования патринии скальной (*Patrinia rupestris* (Pall.) DuRoi.) обусловлен малоизученностью этого растения, его эколого-ценотической приуроченностью, данными народной медицины и незначительным использованием в настоящее время [4]. Цель исследования – проследить динамику накопления полисахаридов в сырье *P. rupestris* в течение вегетационного сезона (май–октябрь) и распределение водорастворимых полисахаридов (ВРПС) по основным органам растения.

Материалы и методы. Проведенный ранее анализ показал, что одной из ведущих групп БАВ, как в корнях, так и в траве, являются полисахариды (ПС), содержание которых достигает 10,2 (6,24) и 17,8 (11,39) % соответственно [1].

Пробы для анализа динамики накопления ВРПС в течение вегетационного периода отбирали в двух декадах соответствующего месяца. Анализ проводили гравиметрическим методом [2]. Для получения комплекса полисахаридов использовали воздушно-сухой шрот сырья после экстракции полифенольных соединений. Навеску воздушно-сухого шрота экстрагировали водой при 95 °С в течение 1 ч при постоянном перемешивании. Исчерпывающее извлечение полисахаридов проводили дважды при соотношении сырье – экстрагент 1 : 10. Растительный материал отделяли центрифугированием, а объединенные экстракты упаривали до 1/5 первоначального объема. Полисахариды осаждали трехкратным (по отношению к извлечению) объемом 96 %-го этанола при комнатной температуре. Выпавший осадок отфильтровывали, промывали этанолом, ацетоном, затем высушивали и взвешивали.

Результаты и обсуждение. Результаты анализировали проводили методами математической статистики с применением программы Statistica 6.0 (рисунок).



Динамика накопления и распределения по органам ВРПС в сырье *P. rupestris*

Динамика накопления целевых веществ в корневой части сырья показывает довольно высокий уровень содержания ВРПС в начале вегетации, когда расходование энергетических веществ, запасенных в корне, на рост и развитие надземной части растения только начинается. Далее по мере роста и развития растения до фазы цветения – плодоношения (август – сентябрь) наблюдается постепенное снижение количества ПС в корневом сырье на 68,12 %. В конце вегетационного периода в фазу диссеминации и усыхания содержание ВРПС в корневой части сырья резко возрастает – более чем в 4 раза. Можно предположить, что кроме депонирования в корне ПС из отмирающей надземной части растения часть водонерастворимых ПС под действием первых заморозков перешла в водорастворимую форму.

В сырье листьев в первой половине сезона вегетации также наблюдается некоторое снижение количества ПС – на 20,59 %, что объясняется активным ростом надземной части растения. При переходе к фазам цветения и плодоношения наблюдается значительное возрастание количества ВРПС – более чем в 3 раза, что, возможно, вызвано аккумуляцией исследуемой группы веществ в генеративных органах растения и завязях.

Стебель рассматриваемого вида осуществляет функцию транзита веществ, без накопления и запаса, поэтому количественные показатели ВРПС невысоки. В течение сезона происходит постепенное снижение количества ПС в стебле от 4,38 % в фазе активной вегетации до 0,13 % в фазе усыхания.

Выводы. Результаты анализа показали, что фитохимический оптимум заготовки травы *P. rupestris* наступает в фазу полного цветения, которая в условиях Приморского края приходится на август. Для корневого сырья фитохимический оптимум заготовки достигается при переходе надземной части растения к фазе усыхания, что происходит в Приморье в конце сентября – начале октября.

Литература

1. Маняхин А.Ю., Зорикова О.Г., Назаров Д.С. Химический состав патринии скальной // Тихоокеан. мед. журн. 2014. № 2. С. 26–27.
2. Оводова Р.Г., Головченко В.В., Попов С.В., Шашков А.С., Оводов Ю.С. Выделение и предварительное исследование строения и физиологической активности водорастворимых полисахаридов из шрота ягод калины обыкновенной *Viburnum opulus* // Биоорг. химия. 2000. Т. 26. № 1. С. 61–67.
3. Раилко С.П., Маняхин А.Ю., Зорикова О.Г., Зориков П.С. Атлас лекарственных растений Уссурийского района. Владивосток: ГТС ДВО РАН, 2014. С. 4–7.
4. Сухомиров Г.И. Таежное природопользование на Дальнем Востоке России. Хабаровск: РИОТИП, 2007. С. 237–247.

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ИОННЫХ КАНАЛОВ В ЛИПИДНЫХ МЕМБРАНАХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИЕНЫМИ АНТИБИОТИКАМИ

Касумов Х.М.

Институт ботаники Национальной академии наук Азербайджана
(Институт ботаники НАНА), Баку, Азербайджан
e-mail: khalil.gasimov@gmail.com

MOLECULAR MECHANISM FORMATION OF IONIC CHANNELS IN LIPID MEMBRANES MODIFIED BY POLYENE ANTIBIOTICS

Kasumov Kh.M.

Представлен обзор данных биологического действия полиеновых антибиотиков на бимолекулярные липидные мембраны, изложены результаты экспериментальных исследований физико-химических характеристик амфотерицина В и леворина в мембранах. Проведенные работы по изучению механизма действия полиенов позволили разработать теоретическую модель создания эффективных мембраноактивных антибиотиков. На основе гептаеновых макролидных антибиотиков разработаны препараты для практического использования против патогенных инфекций животных и растительных клеток.

Ключевые слова: полиеновые антибиотики, бимолекулярные липидные мембраны, проводимость и избирательность мембран для ионов, ионные каналы, подавление вирусных, бактериальных и грибковых инфекций.

Исследование молекулярного механизма избирательной проницаемости клеточных мембран для ионов и органических соединений является одной из ключевых проблем молекулярной биологии. В настоящее время известно, что трансмембранный перенос веществ – через биологические мембраны – осуществляется с помощью каналов олекарных размеров [6]. В связи с этим большое внимание уделяется изучению структуры и мембранной активности каналообразующих соединений. Основными представителями каналообразующих соединений являются полиеновые антибиотики (ПА), структура некоторых из них представлена на рис. 1 [3]. Полиеновые антибиотики – это большой класс природных соединений, продуцируемых микроорганизмами *Streptomyces* [2]. В состав молекул ПА входит лактонное макроциклическое кольцо, содержащее определенное число двойных связей, которые обуславливают хромофорные свойства данного вещества. Отсюда их общее название – «полиены». Кроме того, в полярной части лактонного кольца содержится цепочка, состоящая из гидрофильных и карбонильных групп, а также аminosахар (микозамин); они придают молекулам амфотерные свойства.

Полиены в чистом виде активны в отношении дрожжей и различных грибов [4]. Из всех полиенов в биологическом аспекте наиболее подробно изучены амфотерицин В и леворин. Полиеновые антибиотики отличаются двумя важными свойствами. Первая их особенность состоит в том, что благодаря наличию в структуре молекул ненасыщенных двойных связей они имеют три характерных максимума поглощения в ультрафиолетовой области. Другая отличительная особенность состоит в том, что биологическая эффективность ПА

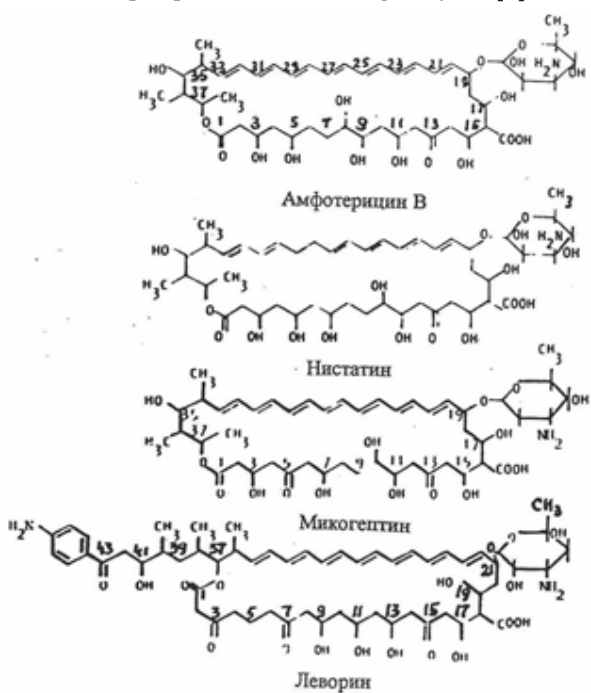


Рис. 1. Химическая структура некоторых ПА

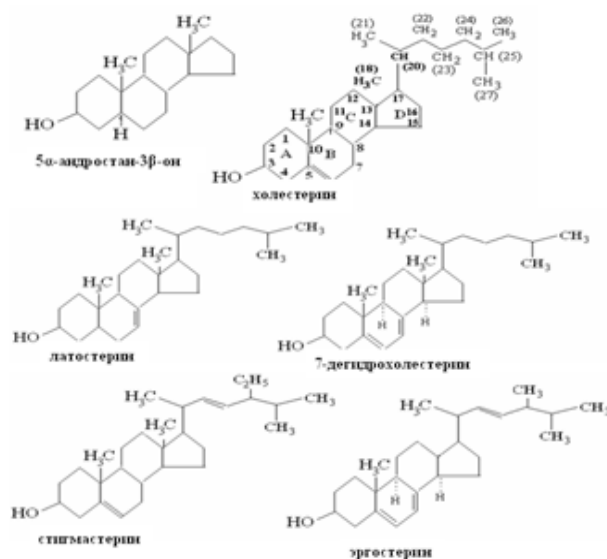


Рис. 2. Структурные формулы некоторых стеридов, чувствительных к ПА

действия полиенов. Липидные мембраны представляют собой адекватную модель плазматических мембран, на которых воспроизводятся важные функциональные и структурные особенности клеточных мембран. Основная информация о молекулярном механизме функционирования ПА в мембранах была получена на БЛМ.

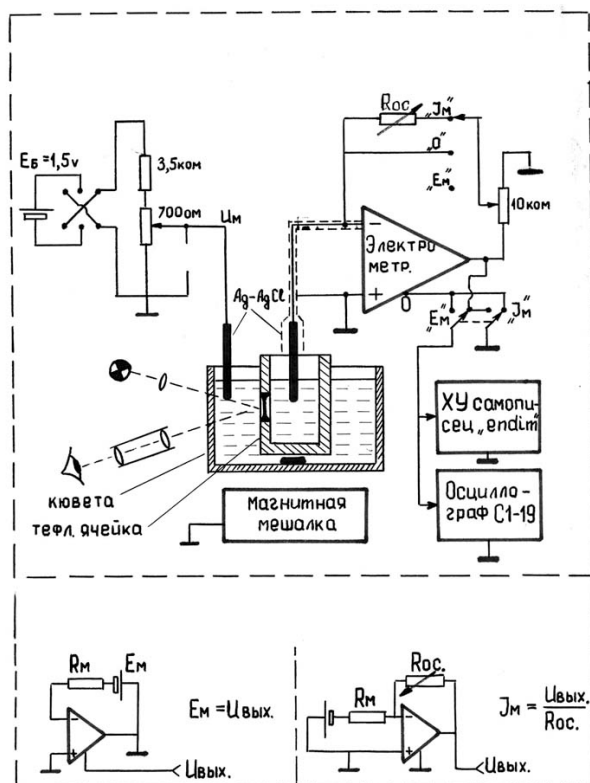


Рис. 3. Принципиальная комбинированная схема измерения электрических характеристик липидных мембран в режиме фиксации тока и напряжения мембраны

Слева – схема измерения потенциала мембраны (E_m) в режиме фиксации тока, справа – измерения тока (I_m) мембраны в режиме фиксации напряжения

связана с наличием в мембранах особого рецептора стерина природы. Структурные формулы некоторых стеридов, усиливающих биологическую активность ПА, показаны на рис. 2. Активность ПА зависит от карбоксильной, гидроксильной и аминной функциональных групп, которые присоединяются к макролактонному кольцу в процессе его синтеза [7]. Необходимое условие чувствительности клеток к действию ПА – наличие стеридов и специфическое связывание их с антибиотиками в цитоплазматической мембране.

Изучение молекулярного механизма действия ПА непосредственно на клетках встречает большие трудности вследствие взаимосвязи процессов клеточного метаболизма, поэтому использование бислоевых липидных мембран (БЛМ) является новым этапом в исследовании механизма действия ПА.

Материалы и методы. Бислоевые липидные мембраны создавали на отверстиях в тефлоновой ячейке диаметром 0,3 мм и толщиной стенки примерно 30 мкм, принципиальная схема которой показана на рис. 3. Для приготовления мембран использовали интегральные фосфолипиды, выделенные из животных и растительных клеток. В экспериментах использованы ПА природного происхождения – нистатин, амфотерицин В, микогептин, кандицидин, трихомицин и леворин [1].

Результаты и их обсуждение. Одной из основных предпосылок, позволившей приблизиться к пониманию молекулярного механизма действия полиенов на бислои, было обнаружение повышения проницаемости БЛМ для ионов в присутствии амфотерицина В и других ПА. Нистатин, амфотерицин В и микогептин при концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ М в 10^5 – 10^6 раз увеличивают исходную проводимость мембран (1 – $5 \cdot 10^{-8}$ мо · см⁻²), приготовленных из общих фосфолипидов животных или растительных клеток. Проводимость мембран растет пропорционально 7–10-й степени концентрации амфотерицина В и нистатина и 3–4-й степени концентрации микогептина, кандицидина, трихомицина и леворина. Введение холестерина в состав мембран увеличивает эффективность действия ПА. Бимолекулярные мембраны в водных растворах нистатина и амфотерицина

В оказались избирательно проницаемыми для одновалентных анионов по сравнению с катионами. Потенциал нулевого тока на десятикратный градиент проникающего иона составляет 36–40 мВ. Величина потенциала указывает на неполную избирательность мембран для анионов. У микогептана избирательность значительно хуже. Однако при исследовании ароматических антибиотиков было обнаружено, что леворин, трихомицин и кандицидин вызывают избирательную проницаемость не для анионов, а для катионов щелочных металлов. Потенциал нулевого тока на десятикратный градиент проникающего иона составляет 54 ± 2 мВ. Эти антибиотики отличаются от нистатина, амфотерицина В и микогептина наличием в молекулах дополнительной ароматической группировки *p*-аминоацетофенона, в которой содержится положительно заряженный азот. Резкая зависимость проводимости мембран от концентрации ПА привела многих авторов к предположению, что эти антибиотики, взаимодействуя с холестерином, образуют в мембране ионные каналы молекулярных размеров [1, 2]. Позже это предположение было подтверждено экспериментально в присутствии некоторых антибиотиков [1]. В частности, было показано, что амфотерицин В в комплексе со стеринами формирует одиночные ионные каналы (рис. 4).

Замена стеринного компонента мембран не изменяет анионную селективность амфотерицинового канала. Эргостерин является самым эффективным из всех исследованных стеринов. Концентрация антибиотика, необходимая для получения одного канала, оказывается почти в 10–100 раз меньше, чем на мембранах, содержащих холестерин [1]. Исследования молекулярного механизма взаимодействия ПА с мембранами показали, что полиены в комплексе со стеринами создают в мембранах каналы, через которые из клеток в наружную среду диффундируют необходимые для жизнедеятельности клеток ионы и внутриклеточные компоненты. Это является причиной лизиса клеток. В течение многих лет ведется поиск новых антибиотиков и на их основе проводится химическая модификация структуры молекул с целью создания антибиотиков, обладающих целенаправленным действием [7]. Получение производных путем химической модификации различных частей полиеновой молекулы и наряду с этим изучение их свойств на БЛМ создали уникальную возможность для выяснения взаимосвязи структуры и функции внутри данного класса соединений. Это позволяет разработать теоретически обоснованные рекомендации по синтезу новых антибиотиков с заданными свойствами. Исследования физико-химических характеристик мембран в присутствии алкильных производных леворина привели к созданию новых лекарственных препаратов, эффективных при лечении патогенных инфекций.

Выводы. Ведущиеся в данном направлении работы имеют большой практический интерес. Известно, что антибиотики обладают рядом преимуществ в борьбе с фитопатогенными микроорганизмами по сравнению с другими соединениями. Антибиотики обладают избирательностью действия и, подавляя развитие фитопатогенных бактерий и грибов, практически безвредны для растений и животных [5, 8].

При выборе антибиотика необходимым условием является отсутствие токсичности. Так, например, ПА, используемые в низких концентрациях (10^{-6} – 10^{-4} М), нетоксичны для животных и растений. На основании собственных экспериментальных данных нами была разработана теорети-

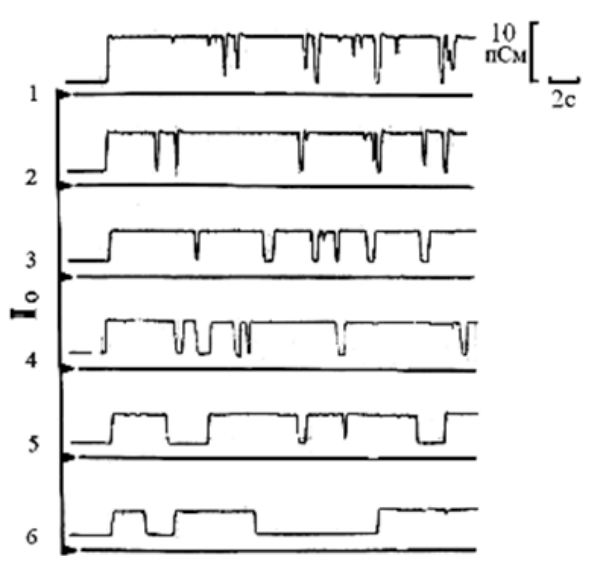


Рис. 4. Ионные каналы, образующиеся в мембранах из молекул амфотерицина В в комплексе с различными стеринами

- 1 – фосфолипид:5 α -андростан 5:1, $C_A = 1 \cdot 10^{-7}$ М;
- 2 – фосфолипид:холестерин 20:1, $C_A = 2 \cdot 10^{-8}$ М;
- 3 – фосфолипид:холестерин 5:1, $C_A = 2 \cdot 10^{-8}$ М;
- 4 – фосфолипид:7-дегидрохолестерин 5:1, $C_A = 2 \cdot 10^{-8}$ М;
- 5 – фосфолипид:стигмастерин 5:1, $C_A = 5 \cdot 10^{-8}$ М;
- 6 – фосфолипид:эргостерин 20:1, $C_A = 5 \cdot 10^{-9}$ М

ческая модель получения новых эффективных мембраноактивных препаратов против вирусных, бактериальных и грибковых инфекций. На основе этой модели созданы два новых препарата под условными названиями Резорбин и Инфанвир, на которые получены евразийские патенты (состав препаратов не раскрывается по условиям защиты авторского права). Резорбин обладает способностью подавлять вирусные, бактериальные и грибковые инфекции человека, животных и птиц. Характерная особенность Инфанвира состоит в том, что он способен эффективно подавлять вирусные и грибковые инфекции овощных и других видов сельскохозяйственных культур. Предполагается, что действие Резорбина и Инфанвира на патогенные инфекции происходит за счет связывания антибиотика с мембранами с последующим формированием в них комплекса, который представляет собой канальное образование молекулярных размеров, что выражается в ингибирующем влиянии препарата на репродукцию патогенных клеток.

Литература

1. Касумов Х.М. Структура и мембранная функция полиеновых макролидных антибиотиков. М.: Наука, 2009. 512 с.
2. Baginski M., Czub J. Amphotericin B and its new derivatives – mode of action // *Curr. Drug Metab.* 2009. Vol. 10. P. 459–469.
3. Borowski E. Novel approaches in the rational design of antifungal agents of low toxicity // *Farmac.* 2000. Vol. 55. No. 3. P. 206–208.
4. Gray K.C., Palacios D.S., Dailey I., Endo M.M., Uno B.E., Wilcock B.C., Burke M.D. Amphotericin primarily kills yeast by simply binding ergosterol // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2012. Vol. 109. P. 2234–2239.
5. Lewis J.A. Biocontrol of damping-off of greenhouse-grown crops caused by *Rhizoctonia solani* with a formulation of *Trichoderma* spp. // *Crop Protection.* 2001. Vol. 20. P. 49–56.
6. MacKinnon R. Potassium channels // *FEBS Lett.* 2003. Vol. 555. P. 62–65.
7. Preobrazhenskaya M.N., Olsufyeva E.N., Tevyashova A.N., Printsevskaya S.S., Solovieva S.E., Reznikova M.I., Trenin A.S., Galatenko O.A., Treshalin I.D., Pereverzeva E.R., Mirchink E.P., Zotchev S.B. Synthesis and study of the antifungal activity of new mono- and disubstituted derivatives of a genetically engineered polyene antibiotic 28,29-didehydronystatin A1 (S44HP) // *J. Antibiot. (Tokyo).* 2009. Vol. 1038. P. 118–127.
8. Sukapure R.S., Rahalkar P.W., Gharpure J.H. Aureofungin in Plant Diseases. *Antimicrobials Arid Agriculture.* London, 1984. P. 137–148.

MACROPHYTES OF THE ANGARA RIVER AS PRODUCERS OF ESSENTIAL FATTY ACIDS

Kirichenko K.A.

*Federal State Budgetary Institution of Science Siberian Institute
of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS (SIPPB SB RAS), Irkutsk, Russia
e-mail: kuzma@sifibr.irk.ru*

The comparative analysis of fatty acid composition in *Myriophyllum spicatum* L., *Elodea canadensis* Michx. and *Potamogeton crispus* L. has been conducted. It was revealed that fatty acid composition of the examined aquatic plant species from the Angara River was species-specific and characterized by the presence of fatty acids with the chain length of 14 to 22 carbon atoms. The acids of C 16 or C 18 series totaled over 97 % of the fatty acids content. The share of saturated fatty acids ranged from 18,58 % in *P. crispus* and 19,68 % *M. spicatum* to 24,17 % in *E. canadensis*. Lipid composition from tissues of the examined species was dominated by palmitic (C 16 : 0), linoleic (C 18 : 2 ω 6) and α -linolenic (C 18 : 3 ω 3) acids.

Key words: *Myriophyllum spicatum*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus*, higher aquatic plants, fatty acids.

Animal cells are unable to synthesize a number of chemical compounds including vitamins, essential amino and fatty acids. They must be absorbed from food. Fatty acids can be divided into a number of families depending on the position of the double bond in a molecule. The most important essential fatty acids of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) are linoleic and linolenic. Freshwater ecosystems are considered important sources of ω -6 and ω -3 fatty acids. Aquatic plants provide crucial material for the plastic and energy metabolism to run in ecosystems. Higher aquatic plants play an important trophic and environment-forming part. The ecosystems of continental water bodies are considered an important source of essential fatty acids [7, 9, 10]. The aim of the examination was to define and compare the relative fatty acid composition in tissues of the most abundant aquatic plant species from the Angara River.

The comparative examination of the relative fatty acid content in tissues of three macrophytic species from the Angara River, namely *Elodea canadensis* Michx., *Myriophyllum spicatum* L. and *Potamogeton crispus* L. was conducted. The relative fatty acid content was determined by weight percent of the total content in a sample. Statistical significance of the differences between control and experimental samples were estimated with a Wilcoxon–Mann–Whitney test [4].

The main saturated fatty acid in species examined was palmitic (C 16 : 0). The lipid composition across many taxonomic groups included palmitic acid as the main saturated one, stearic and myristic acids being present in much smaller quantities. The content of other saturated fatty acids, was normally even less [3, 5, 6, 8]. Based on the fatty acid composition analysis we can conclude that most organisms contain the even number of carbon atoms. It was in the saturated fatty acids where there were molecules observed which had odd numbers of atoms including pentadecanoic (C 15 : 0), heptadecanoic (C 17 : 0) and heneicosanoic (C 21 : 0). The total content of these acids was 0,33, 0,83 and 0,3 % in *M. spicatum*, *E. canadensis* and *P. crispus*, respectively. Fatty acids with the odd number of atoms, which synthesis starts with the propionyl-CoA, rarely occur in nature [5], therefore their detection in the species examined is of interest.

Unsaturated fatty acids dominate in lipid composition of the macrophytes examined. The total content of unsaturated fatty acids was 80,32, 75,83 and 81,42 % in *M. spicatum*, *E. canadensis* and *P. crispus*, respectively. The largest portion of the total fatty acids belonged to unsaturated acids with 18 carbon atoms. Unsaturated fatty acids containing 18 carbon atoms are the most abundant in nature dominating in lipid composition in many organisms [3, 5, 6, 8].

In the tissues of the species examined, monoenoic, diene and triene fatty acids with *cis*-double bond configuration were identified. Linoleic acid (C 18 : 2 ω 6) from the family of diene ω 6 fatty acids was found, with its content significantly decreasing in *M. spicatum* (26,71 %), *E. canadensis* (18,62 %), *P. crispus* (8,29 %). This acid is essential for animals and humans. Linoleic acid serves as a precursor for the synthesis of the other important omega-6 unsaturated – arachidonic acid [5–8].

The highest content was accounted for by α -linolenic acid (C 18:3 ω 3) from the ω 3 triene fatty acids family. Its content was 50,52; 54,18 and 63,06 % in *M. spicatum*, *E. canadensis*, respectively, and the amount in *P. crispus* differed significantly from the species examined. This acid is widely spread in plants, with large amount of α -linolenic acid residing in chloroplasts membranes [6]. It is the palmitlinolenic acid (C 16:3 ω 3) that was present in the tissue *P. crispus* (1,18%). It is well-known, that the palmitlinolenic acid – one of the major polyunsaturated fatty acids of angiosperms – plays an important role in the process of photosynthesis and contains membrane lipids for photosynthetic tissues [3, 5, 6, 8]. Most likely, low concentration of this acid in *P. crispus* tissue and its absence in the other two species examined are explained by the metabolism specificity of fatty acids in this organism.

For some investigated parameters *E. canadensis* differed from the other two species. For example, total saturated fatty acid content and fatty acids with the odd number of carbon atoms in *E. canadensis* were higher than in the other two species examined. Furthermore, heneicosanoic acid (C 21:0) was detected only in *E. canadensis*. It evolved among North American species and was introduced to Eurasia. In this short period of time, the species was able to spread widely. *E. canadensis* forced many native aquatic plants to displace [1, 2]. It is reasonable to assume that this species expands aurally due to specific features of its metabolism giving it an adaptive edge to changing environmental conditions. These features indicate the differences in the fatty acid metabolism of *E. canadensis*.

Fatty Acid Composition (by weight, %) in Tissues of Higher Aquatic Plants

	<i>M. spicatum</i>	<i>E. canadensis</i>	<i>P. crispus</i>
C 14:0	0,35 $\pm$ 0,10 *	0,48 $\pm$ 0,21 *	1,70 $\pm$ 1,30
C 15:0	0,10 $\pm$ 0,03	0,16 $\pm$ 0,04 *	0,10 $\pm$ 0,03
C 16:0	17,49 $\pm$ 2,56 *	16,69 $\pm$ 1,73 *	14,22 $\pm$ 2,75
C 17:0	0,24 $\pm$ 0,11	0,57 $\pm$ 0,08 *	0,20 $\pm$ 0,06
C 18:0	1,24 $\pm$ 0,64	2,56 $\pm$ 0,67 *	1,78 $\pm$ 0,70
C 20:0	0,17 $\pm$ 0,05 *	0,35 $\pm$ 0,09	0,29 $\pm$ 0,11
C 21:0	–	0,13 $\pm$ 0,01	–
C 22:0	0,23 $\pm$ 0,07	0,35 $\pm$ 0,16	0,37 $\pm$ 0,21
C 16:1 **	0,67 $\pm$ 0,13 *	1,37 $\pm$ 0,73 *	7,18 $\pm$ 5,19
C 16:3 ω 3	–	–	1,18 $\pm$ 0,26
C 18:1 **	2,26 $\pm$ 0,96	1,66 $\pm$ 0,67	1,69 $\pm$ 0,66
C 18:2 ω 6	26,71 $\pm$ 5,01 *	18,62 $\pm$ 2,56 *	8,29 $\pm$ 1,53
C 18:3 ω 3	50,52 $\pm$ 6,92 *	54,18 $\pm$ 3,95 *	63,06 $\pm$ 8,78
C 20:1 ω 9	0,27 $\pm$ 0,09	–	–

Note. The table presents the arithmetic mean $\pm$ standard deviation, $n=8$ *M. spicatum*, *E. canadensis*, $n=9$ *P. crispus*. “–” Acid is not detected or present in trace amounts. * Statistically significant differences from *P. crispus*. ** The amount of palmitoleic acid isomers. *** The amount of *cis*-vaccenic acid and oleic acid.

Typical fatty acid profiles can explain the metabolism features of acids in each of the relevant species examined. In this case, the species differ not only at morphological level, but also at the level of specific metabolism of fatty acids.

To sum up, it can be concluded that the examined species of water plants may be considered an important source of essential fatty acids for animals within water bodies. Higher aquatic plants may be used as nutritional supplements in agriculture and aquaculture in the form of extracts or dry powders.

References

1. Barrat-Segretain M.-H., Elger A. Experiments on growth interactions between two invasive macrophyte species // J. Veg. Sci. 2004. Vol. 15. No. 1. P. 109–114.
2. Barrat-Segretain M.-H., Elger A., Sagnes P., Puijalon S. Comparison of three life-history traits of invasive *Elodea canadensis* Michx. and *Elodea nuttallii* (Planch.) // Aquat. Bot. 2002. Vol. 74. No. 4. P. 299–313.
3. Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes / Eds. D.E. Vance, J.E. Vance. Amsterdam: Elsevier, 2008. 631 p.
4. Glantz S. Primer of biostatistics. M.: Praktika, 1999. 456 p. [in Russian].

5. Gunstone F.D. Fatty Acid and Lipid Chemistry. London: Blackie Academic Professions, 1996. 252 p.
6. Heldt H.-W. Plant Biochemistry. Amsterdam: Elsevier, 2005. 652 p.
7. Lipids in Aquatic Ecosystems / Eds. M. T. Arts, M. T. Brett, M. J. Kainz. New York: Springer, 2009. 337 p.
8. Luckey M. Membrane Structural Biology: with Biochemical and Biophysical Foundations. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. 411 p.
9. Nelson D.L., Cox M.M. Lehninger Principles of Biochemistry. 4th ed. New York: Freeman and Company, 2004. 1119 p.
10. Sushchik N.N. Role of essential fatty acids in trophometabolic interactions in the freshwater ecosystems // J. General Biology. 2008. Vol. 69. No. 4. P. 299–316. [in Russian].

ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ НА БИОСИНТЕЗ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ В КЛЕТОЧНОЙ КУЛЬТУРЕ *SILYBUM MARIANUM*

Копач О.В.¹, Кузовкова А.А.¹, Пушкина Н.В.²

¹Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Минск, Беларусь
e-mail: olga-kopa@mail.ru

²Институт ядерных проблем Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь
e-mail: nadyapushkina@gmail.com

THE EFFECT OF ULTRAHIGH FREQUENT LOW POWER ELECTROMAGNETIC FIELD ON THE BIOSYNTHESIS OF SECONDARY METABOLITES IN *SILYBUM MARIANUM* CELL CULTURES

Kopach O. V., Kuzovkova A. A., Pushkina N. V.

Выявлен стимулирующий эффект электромагнитного поля сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ) низкого уровня мощности на биосинтез вторичных метаболитов в клеточных культурах *Silybum marianum* L. Показано, что уровень ответных реакций каллусных клеток *S. marianum* на действие ЭМП СВЧ зависит от степени их дедифференциации.

Ключевые слова: ЭМП СВЧ, каллусная культура, вторичные метаболиты, фенольные соединения.

Лекарственные растения являются природными источниками ценных биологически активных веществ (БАВ), которые обладают широким спектром действия [14]. Альтернативными способами получения БАВ растительного происхождения могут стать культуры клеток и тканей растений *in vitro*. Биотехнологический подход позволяет получать продукт независимо от внешних климатических и почвенных условий, круглогодично, сохраняя при этом естественные ареалы ценных лекарственных растений [8, 9]. Однако основным недостатком данных биотехнологий является низкий конечный выход продукта. Вследствие этого актуальным является определение условий, при которых обеспечивались бы оптимальный рост клеток и высокое содержание вторичных метаболитов в биомассе. Существует ряд химических и физических способов воздействия, регулирующих биосинтез БАВ в культурах *in vitro*.

Действие ЭМП СВЧ на различные биологические объекты активно изучается в течение последних 25 лет [1], однако клеточные культуры *in vitro* высших растений до сих пор не рассматривались как объекты исследования. В частности, А.Х. Тамбиев и др. [3–5, 7, 11, 12] исследовали влияние ЭМП СВЧ на одноклеточные фотосинтезирующие организмы. Установлено, что даже однократное облучение водорослей приводит к увеличению выхода биомассы как минимум в 2 раза, усиливает интенсивность фотосинтеза (до 350 %), повышает уровень экскреции в среду органических соединений. По мнению А.Х. Тамбиева и его коллег, под действием ЭМП СВЧ в клетках водорослей происходит образование и накопление активных радикалов кислорода и перекисей, что приводит к развитию автокаталитических (типа цепных) реакций, которые, ускоряя мембранный транспорт

и интенсифицируя фотосинтетические процессы, оказывают таким образом стимулирующий эффект на физиологические параметры фотосинтезирующих организмов [13, 2]. Нами было сделано предположение, что такой же стимулирующий эффект ЭМП СВЧ по сходному механизму может наблюдаться и в случае нефотосинтезирующих организмов, в частности каллусной культуры растений, культивируемой в темноте.

Цель исследования – изучить изменения в метаболизме каллусных культур расторопши пятнистой (*Silybum marianum* L.) на основе анализа содержания в их клетках фенольных соединений после воздействия на культуры электромагнитного поля.

Материалы и методы исследования. Каллусы расторопши пятнистой получали на среде Мурасиге–Скуга (МС), содержащей гормоны 2,4-D (1 мг/л) и кинетин (0,4 мг/л), из листовых, стеблевых, корневых и семядольно-листовых эксплантов-сегментов (размером 4 мм) 17-дневных асептических растений красноцветкового сорта Золушка белорусской селекции и белоцветкового сортообразца венгерской селекции под рабочим названием Sibilla. Пассирование каллусов на свежую МС-среду с добавлением гормонов бензиламинопурина (2 мг/л) и нафтилуксусной кислоты (1 мг/л) проводили каждые 14–17 дней. В дальнейшем каллусы культивировали в темноте при температуре 25 °С. Для анализов использовали каллусы разной степени дедифференциации – 4-го и 27-го пассажей. Обработку каллусов ЭМП СВЧ (в миллиметровом диапазоне волн, время обработки – 20 мин, мощность – 10 мВт) осуществляли в лаборатории радиофизических исследований Института ядерных проблем БГУ.

Биологические эффекты ЭМП СВЧ на метаболизм каллусных культур *S. marianum* оценивали в сравнении с аналогичными эффектами у каллусов, не подвергнутых обработке (контроль).

Экстракцию фенольных соединений проводили по методике, описанной в Государственной фармакопее Республики Беларусь [6].

Навеску (0,5 г) каллусной ткани растирали в фарфоровой ступе с 70%-м этиловым спиртом (V=30 мл) и ставили на водяную баню с обратным холодильником. Время экстракции – 30 мин. Экстракцию проводили трижды. Затем фракции объединяли, доводили объем до 100 мл и фильтровали через бумажный фильтр. Для определения суммы фенолов применяли метод Фолина–Чокольтеу, основанный на окислении фенолов реагентом Фолина–Чокольтеу, содержащим фосфомолибдат натрия и вольфрамат натрия [10]. Для построения калибровочного графика была использована галловая кислота. Измерения проводили на спектрофотометре Agilent при длине волны 765 нм в кювете толщиной 1 см.

Все анализы делали в шестикратной повторности, полученные результаты обрабатывали с помощью программы Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение. Анализ содержания фенольных соединений в каллусах *S. marianum* показал, что ЭМП СВЧ оказывает положительный стимулирующий эффект на биосинтез исследуемых БАВ. Так, содержание вторичных метаболитов у расторопши пятнистой обеих рас в корневом и листовом каллусах 4-го пассажа увеличивалось на 20–30 % по сравнению с контролем, а в стеблевом и семядольно-листовом – на 21 и 23 % соответственно. Тенденция к увеличению содержания исследуемых веществ наблюдалась и при обработке длительно пассируемого каллуса 27-го пассажа. Содержание фенольных соединений в корневом каллусе сорта Золушка возросло на 24, в стеблевом – на 142, в семядольно-листовом и листовом – на 72 и 99 % соответственно. При анализе содержания исследуемых БАВ у сортообразца венгерской селекции наблюдалась сходная ситуация: в листовом каллусе 27-го пассажа содержание увеличивалось на 94, в семядольно-листовом – на 28, в стеблевом – на 76, а в корневом – на 35 % (таблица).

Таким образом, ЭМП СВЧ сильнее стимулирует биосинтез БАВ в «старых» сильно дедифференцированных каллусах, чем в «молодых» с элементами дифференциации, при этом исходные уровни исследуемых веществ у данных каллусов были одинаковыми. Возможно, каллусные клетки в состоянии полной дедифференциации лучше воспринимают внешние электромагнитные сигналы, на более высоких уровнях реализуют антиоксидантный ответ и, как следствие, активируют биосинтез фенольных соединений.

Суммарное содержание фенольных соединений (ppmw) в каллусах 4-го и 27-го пассажей *S. marianum* красно- и белоцветковой рас при обработке ЭМП СВЧ

Образец	4-й пассаж	% к контролю	27-й пассаж	% к контролю
<i>Красноцветковый сорт Золушка</i>				
<i>Корневые каллусы</i>				
Контроль	189,56 ± 0,341	100	318,94 ± 2,023	100
Опыт	228,38 ± 1,239	120,5	396,9 ± 1,009	124,4
<i>Стеблевые каллусы</i>				
Контроль	169,66 ± 2,041	100	170,46 ± 2,552	100
Опыт	194,58 ± 1,538	114,7	411,86 ± 1,797	241,6
<i>Листовые каллусы</i>				
Контроль	123,88 ± 1,487	100	174,44 ± 1,998	100
Опыт	166,92 ± 1,231	134,7	346,42 ± 2,109	198,6
<i>Семядольно-листовые каллусы</i>				
Контроль	199,42 ± 1,218	100	188,96 ± 2,690	100
Опыт	241,44 ± 1,419	121,1	325,08 ± 1,657	172
<i>Белоцветковый сортообразец венгерской селекции под рабочим названием Sibilla</i>				
<i>Корневые каллусы</i>				
Контроль	188,8 ± 0,466	100	275,18 ± 14,641	100
Опыт	244,46 ± 1,316	129,5	372,72 ± 1,111	135,4
<i>Стеблевые каллусы</i>				
Контроль	172,4 ± 1,206	100	185,72 ± 0,669	100
Опыт	208,92 ± 0,737	121,2	326,42 ± 2,809	175,8
<i>Листовые каллусы</i>				
Контроль	178,32 ± 0,737	100	117,36 ± 1,32	100
Опыт	233,12 ± 0,592	130,7	227,64 ± 0,707	194
<i>Семядольно-листовые каллусы</i>				
Контроль	168,2 ± 1,564	100	177,28 ± 0,592	100
Опыт	206,68 ± 1,506	122,9	227,2 ± 1,191	128,2

Выводы. Действие электромагнитного поля сверхвысоких частот на каллусные культуры *S. marianum* оказывает стимулирующий эффект на биосинтез вторичных метаболитов в клетках. При этом длительно пассируемые каллусы более отзывчивы к воздействию ЭМП СВЧ, чем каллусы первых пассажей. Наиболее восприимчив к воздействию электромагнитного излучения низкого уровня мощности стеблевой каллус, в котором суммарное содержание фенольных соединений увеличивается в 2,5 раза.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Фундаментальные основы биотехнологии», 2010–2015 гг., Республика Беларусь.

Литература

1. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Особенности медико-биологического применения миллиметровых волн. М.: ИРЭ РАН, 1994. С. 6–43.
2. Тамбиев А.Х. Кирикова Н.Н. Действие КВЧ-излучения на метаболизм клеток цианобактерии *Spirulina platensis* и других фотосинтезирующих организмов // Биомед. радиоэлектроника. 1998. № 3. С. 17–25.
3. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Яковлева М.Н., Мантрова Г.М., Гусев М.В. Стимуляция роста сине-зеленых водорослей при действии электромагнитного излучения ММ-диапазона низкой интенсивности // Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. М.: ИРЭ АН СССР, 1986. С. 35.
4. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Лапшин О.М. Изменение реакционной способности экзометаболитов сине-зеленой водоросли спиролина под действием ММ излучения. М., 1987. 235 с.

5. Тамбиев А.Х., Кирикова Н.Н., Лапшин О.М., Смирнов Н.А., Гусев М.В. Стимулирующее действие электромагнитного излучения миллиметрового диапазона низкой интенсивности на рост микроводорослей // Вестн. МГУ. 1990. Сер. 16, Биол. № 1. С. 32–36.
6. Ширяков А.А., Марченко С.И. Государственная фармакопея Республики Беларусь. М., 2007. Т. 3.
7. Gusev M.V., Tambiev A.H., Kirikova N.N. Callus formation in seven species of agarophyte marine algae // Mar. Biol. 1987. Vol. 95. P. 593–597.
8. Karuppusamy S. A review on trends in production of secondary metabolites from higher plants by in vitro tissue, organ and cell cultures // Med. Plants Res. 2009. Vol. 3. I. 13. P. 1222–1239.
9. Rao R.S., Ravishankar G.A. Plant tissue cultures; chemical factories of secondary metabolites // Biotechnol. Adv. 2002. Vol. 20. P. 101–153.
10. Riedl K.M., Hagermann A.E. Tannin-protein complexes as radical scavengers and radical sinks // Agric. Food Chem. 2001. Vol. 49. No. 10. P. 4917–4923.
11. Tambiev A.H., Gusev M.V., Kirikova N.N., Beckiy O.V., Gulaev Y.V. Stimulation of growth of cyanobacteria by millimeter electromagnetic radiation of low intensiveness // Microbiol. Abstr. Congr. XIV. Manchester. 1986. (September 7–13). P. G9. P. 300.
12. Tambiev A.H., Kirikova N.N. The Prospects of Use of EHF Radiation in Photobiotechnology. Biological Aspects of Low Intensity Millimeter Waves / Eds. N. D. Deviatcov, O.V. Betskii. M., 1994. P. 125–163.
13. Tambiev A.H., Lapshin O.M. Rhythms of excretion of organic substances by microalgae // Abstr. 8 Int. Biotechnol. Symp. Paris. 1988. P. 128.
14. Verpoorte R. Analysis of the interface between primary and secondary metabolism in *Catharanthus roseus* cell cultures using ¹³C-stable isotope feeding and coupled mass spectrometry // Phytochem. Rev. 2002. Vol. 1. P. 13–25.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ КАЗАХСТАНСКИХ РАСТЕНИЙ POLYGONACEAE

Корулькин Д.Ю., Курбатова Н.В., Музычкина Р.А.

*Казахский национальный университет имени аль-Фараби (КазНУ им. аль-Фараби), Алматы, Казахстан
e-mail: Dmitry.Korulkin@kaznu.kz*

REVEALING THE POTENTIAL SOURCES OF BIOACTIVE SUBSTANCES IN KAZAKHSTAN POLYGONACEAE PLANTS

Korulkin D. Yu., Kurbatova N. V., Muzychkina R. A.

Представлены данные о химическом составе и биологическом действии фитопрепаратов из растений видов *Rumex* L., произрастающих в Казахстане. Приведены результаты сравнения состава БАВ казахстанских видов с аналогами из других регионов. На основе представленных данных о составе метаболитов щавелей обоснована возможность их использования в качестве сырья для производства дубителей и пищевых красителей. В пяти видах, которые имеют промышленные запасы на территории республики, выявлены доминирующие, промышленно значимые группы БАВ, определяющие перспективность возможной промышленной заготовки растительного сырья.

Ключевые слова: *Rumex*, биологически активные вещества, фитохимический состав, перспективность заготовки.

Во флоре Казахстана [7] описано 23 вида щавелей (*Rumex* L.), произрастающих преимущественно в умеренном поясе, в Казахстане, Узбекистане и России. Культура этих растений изучена, но только два вида являются фармакопейными [2]. Щавели отличает значительная масса надземных частей и корневой системы, поэтому они вызывают научный интерес не только в Казахстане, но и во многих других странах. Степень изученности разных видов различна. Так, подрод *Acetosella* L.

характеризуется типичным для щавелей составом флавоноидов, на основе кемпферола и кверцетина, и триадой антрахинонов: хризофанол, эмодин, фисцион. Характерным признаком *Rumex acetosa* L. является, наряду с кемпферолом, кверцетином и их глюкозидами, наличие С-гликозидов витексина, изовитексина, ориентина и изоориентина. *Rumex thyrsiflorus* Fingerh., *R. pamiricus* Rech. f., *R. rechingerianus* Losinsk. и *R. tianschanicus* A. Los. наиболее близки по составу, хотя и различаются компонентами и их содержанием. *Rumex pseudonatronatus* Borbás. и *R. conglomerates* Murr. имеют близкий флавоноидный состав [1].

Групповой и индивидуальный состав всех групп БАВ в изученных видах значительно различается и зависит от сроков сбора образцов, мест произрастания и возраста растений. Так, при сравнении щавелей Центрального Казахстана (*R. crispus* L., *R. stenophyllus* Ledeb., *R. confertus* Willd), заготовленных в Акмолинской и Карагандинской областях, с теми же видами из Алматинской области и литературными данными показано, что их образцы разнятся по компонентному составу аминокислот, фенолокислот, флавоноидов и дубильных веществ, но во всех присутствует триада антрахинонов, характерная для большинства описанных щавелей [6].

При изучении путей биосинтеза хризофанола в *R. alpinus* L. и *R. obtusifolius* L. доказан мевалонатный путь, объясняющий доминирующее содержание хризофанола в триаде щавелей. Однако исследованиями с использованием меченных ¹⁴C-предшественников показан смешанный ацетат-малонатный путь и одновременное образование эмодина и хризофанола.

Из корней щавеля тяньшанского (*R. tianschanicus*) нами впервые выделены димеры антрахинонов с различным типом связи [3]. Сравнение экспериментальных данных с описаниями в литературе этих же видов, произрастающих в других географических поясах, показывает, что казахстанские растения отличаются большим содержанием гликозидированных форм флавоноидов и антрахинонов.

Аминокислотный состав всех видов изучен нами впервые; показано, что они доминируют в двух видах – украинском (*R. ucranicus* Fisch. ex Spreng.) и тяньшанском.

Все виды щавелей содержат до 4 % антрахинонов (эмодин, хризофановая кислота), корни и корневища – до 25 % дубильных веществ, флавонолы (астралагин, изокверцитрин), катехины и лейкоантоцианы, оксипроизводные нафталина, эфирное масло, витамины К, С, каротиноиды (β-каротин, лютеин), смолы. В подземной части конского щавеля (*R. confertus*) обнаружены оксикумарины, иридоиды, катехины, коричные кислоты, смолы, витамин С, каротин, железо. Все органы содержат щавелевокислый кальций [4].

Корни, трава и семена щавеля водного (*R. aquaticus* L.) известны как вяжущее средство при поносах и кровоостанавливающее при внутренних кровотечениях. Отвар корней – это хорошее противогнилостное и противогрибковое средство; измельченные корни и листья употребляются для лечения гнойных и кровоточащих ран. Иногда семена водного щавеля используются при лечении дизентерии.

Препараты из корней щавеля конского могут оказывать двоякое действие на желудочно-кишечный тракт: в малых дозах вяжущее, в больших дозах – слабительное. Кроме того, это растение обладает спазмолитическим, гипотензивным и успокаивающим действием.

Хорошо действуют водные отвары семян при лечении поносов у детей, особенно в тех случаях, когда неэффективны или плохо переносятся другие препараты. Щавель конский приобрел большое значение в связи с выделением из его корней препарата катехинов и лейкоантоцианов с противоопухолевой активностью: внутрибрюшинное введение его животным тормозило рост некоторых опухолей до 70 % [5, 8].

Известно его вяжущее, противоглистное и кровоостанавливающее действие при колитах, энтероколитах, геморрое. Употребляется в виде полосканий при стоматитах, ангине и других заболеваниях ротовой полости и горла. В клинике успешно испытывали препараты щавеля конского как желчегонное и витаминное средство, хризаробин – при лечении псориаза.

В народной медицине конский щавель популярен как витаминное пищевое растение, которое употребляется при цинге, им лечат подагру, ревматизм, он считается противогнилостным и кровоочистительным средством, его применяют наружно при чесотке, лишаях, экземах, ожогах. В неко-

торых странах Европы препараты этого растения используют при болезнях верхних дыхательных путей, фронтите.

Корневища щавеля курчавого (*R. crispus*) обладают слабительным свойством, а семена действуют закрепляюще при поносах. В гомеопатической практике его применяют при царапающем кашле, туберкулезе гортани и при поносах. Корни этого растения употребляют как противогнилостное и противогнилостное средство, а порошок из сухих корней – при чистке зубов для укрепления десен.

Щавель пирамидальный (*R. thyrsoiflorus*) – средство против поносов и опухолей. В тибетской медицине листья и корни этого растения использовали как ранозаживляющее, при лечении фурункулов, при водянке, вздутии и отеках всего тела. Фармакологическими исследованиями установлена высокая Р-витаминная активность препаратов флавоновых веществ из корней щавеля пирамидального [5, 8].

Таким образом, щавели с учетом достаточности их дикорастущих запасов являются перспективным сырьем:

- для производства дубителей;
- для использования в медицине;
- для производства экологически чистых и безвредных красителей, в том числе для пищевой промышленности.

В разных видах щавелей количество практически полезных веществ колеблется в зависимости как от места произрастания, так и от фазы развития растения, но систематических исследований этого вопроса не проводилось.

Мы начали изучение динамики накопления основных групп БАВ ранее не изучавшихся казахстанских видов *Rumex* L., которые заготавливались для сравнительной оценки в фазы бутонизации, цветения, плодоношения и покоя [6].

Анализ щавелей, имеющих промышленные запасы на территории Казахстана, позволяет признать наиболее перспективными следующие виды:

- *R. rossicus* Murb. (высокое содержание флавоноидов, дубильных веществ, аминокислот, антрахинонов);
- *R. aquaticus* L. (высокое содержание антрахинонов, дубильных веществ, флавоноидов);
- *R. pamiricus* Rech. f. (высокое содержание аминокислот, дубильных веществ, флавоноидов);
- *R. marschallianus* Reichenb. (значительное содержание полисахаридов, флавоноидов, аминокислот);
- *R. thyrsoiflorus* Fingerh. (высокое содержание дубильных веществ, полисахаридов, кислот).

Литература

1. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных (Polygonaceae Juss.): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2002. 38 с.
2. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Алматы: Жибек жолы, 2008. Т. 1. 592 с.
3. Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю. Изучение химического состава дикорастущих казахстанских видов растений Polygonaceae // Вестн. КазНУ. 2011. № 1. С. 332–337.
4. Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю. Сравнительное исследование казахстанских растений семейства Polygonaceae // Вестн. КазНУ. 2011. № 1. С. 155–158.
5. Муравьева Д.А., Самылина И.А., Яковлев Г.П. Фармакогнозия. М.: Медицина, 2002. 656 с.
6. Мухитдинов Н.М., Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю. Состояние и перспективы изучения некоторых казахстанских видов семейства Polygonaceae Juss. // Вестн. КазНУ. 2015. № 1. С. 253–260.
7. Павлов Н.В. Флора Казахстана. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1961. Т. 3. С. 92–95.
8. Петков В. Современная фитотерапия. София: Медицина и физкультура, 1998. 542 с.

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ *ATRAPHAXIS FRUTESCENS*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В СИБИРИ

Костикова В. А., Костиков Д. К., Петрук А. А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: serebryakova-va@yandex.ru

PHENOLIC COMPOUNDS OF *ATRAPHAXIS FRUTESCENS* GROWING IN SIBERIA

Kostikova V. A., Kostikov D. K., Petruk A. A.

В листьях растений *Atraphaxis frutescens* (L.) С. Koch. методом ВЭЖХ идентифицированы хлорогеновая кислота и флавонолы кверцетин, кемпферол, рамнетин, изокверцитрин, астрагалин и рутин. Растения из Республики Тыва отличаются более высоким содержанием всех идентифицированных веществ.

Ключевые слова: *Atraphaxis frutescens*, ВЭЖХ, фенольные соединения.

Лекарственные растения народной медицины являются неисчерпаемым источником лечебных средств. Биохимический потенциал таких растений очень высок, их разнообразные полезные свойства обусловлены содержащимися в них биологически активными веществами (БАВ). Исследование состава и содержания этих соединений новыми методами является важным этапом в освоении растительных ресурсов.

Растения рода *Atraphaxis* L. проявляют антибактериальную [6] и антиоксидантную активность [2], используются как красильные, дубильные, жирно-масличные, кормовые и медоносные, их побеги применяют при диарее [4].

Комплекс БАВ растений рода *Atraphaxis* обуславливает их полезные свойства. В надземных и подземных органах идентифицированы флавонолы, флаваны, флавоны, антрахиноны, фенолкарбоновые кислоты и их производные [1, 4, 6].

Целью настоящей работы является изучение состава и содержания фенольных соединений в листьях растений *Atraphaxis frutescens* (L.) С. Koch. методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Материалы и методы. Содержание биологически активных соединений определяли в образцах из природных популяций Сибири, собранных в фазе плодоношения (табл. 1).

Таблица 1

Исследованные образцы *Atraphaxis frutescens* из разных популяций

№	Место сбора, местообитание	Дата сбора
1	Новосибирская область, Ордынский р-н, окр. с. Антоново, берег р. Обь, степной песчано-глинистый склон	10.07.2013 г.
2	Алтайский край, Бурлинский р-н, окр. с. Петровка, берег оз. Большое Топольное, степь	13.07.2013 г.
3	Республика Тыва, Кызылский р-н, окр. с. Эрбек, Уюкский хр., долина р. Эрбек, степной обрывистый склон	31.07.2013 г.
4	Республика Тыва, Кызылский р-н, окр. Кара-Хаак, долина р. Таисы, разнотравно-злаковая степь с кустарниками	07.07.1989 г.
5	Республика Тыва, Пий-Хемский р-н, Уюкский хр., берег р. Енисей, степь	09.07.2014 г.
6	Омская область, г. Калачинск, правый берег р. Омь, песчано-глинистый склон, полынно-курчавовые заросли	05.08.2014 г.

Для хроматографического исследования фенольных соединений использовали этанольные (40 %) извлечения из сырья, полученные экстракцией на водяной бане [1]. Для анализа проб применяли аналитическую ВЭЖХ-систему, состоящую из жидкостного хроматографа Agilent 1200 с диодно-матричным детектором и системы для сбора и обработки хроматографических данных ChemStation. Разделение проводили на колонке Zorbax SB-C18, размером 4,6 × 150 мм, с диаметром

частиц 5 мкм, при градиентном режиме элюирования. Для приготовления стандартных образцов применяли препараты фирмы Fluka и Sigma. Вещества идентифицировали методом сравнения времени удерживания пиков веществ на хроматограммах анализируемых образцов с временем удерживания пиков стандартных образцов и УФ спектров. Количественное определение индивидуальных компонентов в образцах растений проводили по методу внешнего стандарта в пересчете на кверцетин [5].

Результаты и их обсуждение. Согласно литературным данным, в *A. frutescens* обнаружены фенолкарбоновые кислоты – галловая и дигидробензойная, а также флавонолы – кемпферол, кверцетин, астрагалин, изокверцитрин, изомирицитрин, рутин, 3-О-рутинозид мирицетина [1, 3]. Нами в листьях *A. frutescens* методом ВЭЖХ идентифицированы фенольные соединения: хлорогеновая кислота и флавонолы кверцетин, кемпферол, рамнетин, изокверцитрин, астрагалин и рутин (рис. 1, табл. 2).

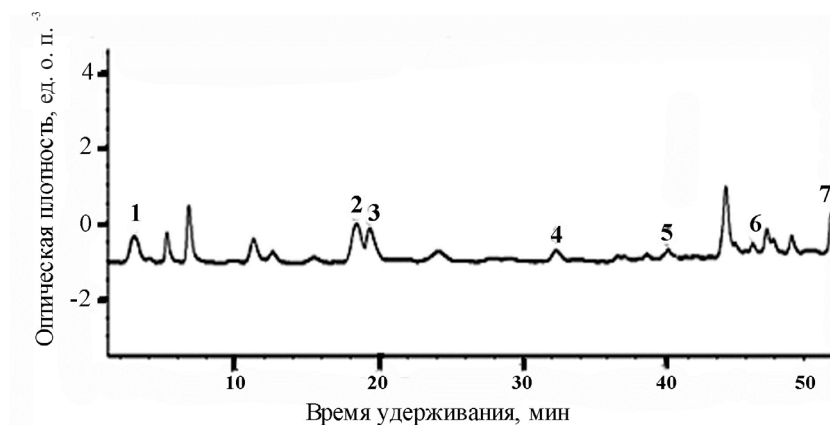


Рис. 1. ВЭЖХ – хроматограмма водно-этанольного экстракта из листьев *Atraphaxis frutescens* (растение № 6, Омская обл.)

1 – хлорогеновая кислота, 2 – изокверцитрин, 3 – рутин, 4 – астрагалин, 5 – кверцетин, 6 – кемпферол, 7 – рамнетин

Таблица 2

Содержание отдельных компонентов фенольного комплекса в образцах *A. frutescens*

Образец	Содержание веществ, % от массы воздушно-сухого сырья						
	Хлорогеновая кислота	Изокверцитрин	Рутин	Астрагалин	Кверцетин	Кемпферол	Рамнетин
1	0,06	0,73	–	0,25	0,06	0,05	0,04
2	0,13	0,60	–	0,12	0,07	0,05	0,06
3	0,13	1,03	0,47	0,40	0,18	0,23	0,67
4	0,10	0,66	0,15	0,94	0,12	0,08	0,15
5	0,13	0,27	0,32	0,38	0,04	0,45	0,40
6	0,08	0,55	0,15	0,04	0,03	0,05	0,15

Примечание. «–» – компонент отсутствует.

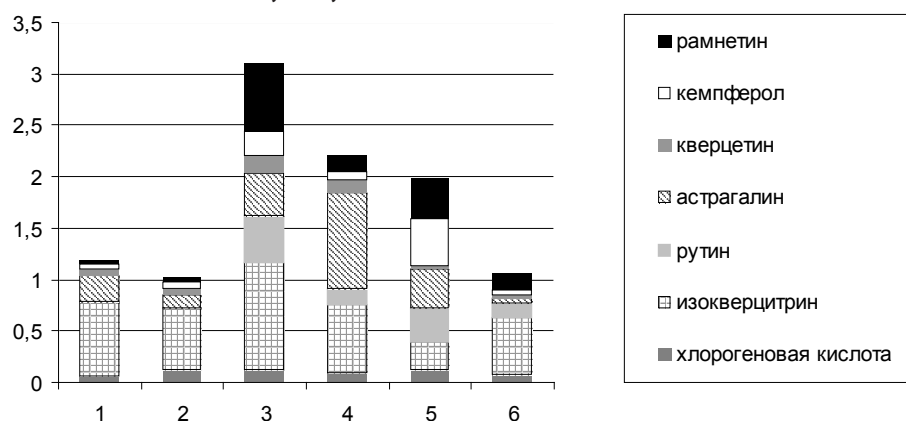


Рис. 2. Содержание идентифицированных фенольных соединений в экстрактах из листьев растений *A. frutescens*

В листьях содержится 0,27–1,03% изокверцитрина – больше, чем остальных идентифицированных веществ. Исключение составляют только растения из Республики Тыва Кызылского (№ 4) и Пий-Хемского (№ 5) районов, в листьях которых преобладают астрагалин и кемпферол соответственно (табл. 2). Самое высокое содержание изокверцитрина – в растениях из Республики Тыва (окр. с. Эрбек, № 3) и из Новосибирской области (окр. с. Антоново, № 1).

Рутин присутствует не во всех экстрактах из листьев исследованных образцов, наибольшее его содержание в растениях из Республики Тыва (№ 3 и 5). В целом растения из Республики Тыва (№ 3, 4 и 5) отличаются более высоким содержанием всех идентифицированных веществ (см. рис. 2).

Выводы. В листьях растений рода *A. frutescens* методом ВЭЖХ идентифицированы хлорогеновая кислота и шесть флавонолов – кверцетин, кемпферол, рамнетин, изокверцитрин, астрагалин и рутин. Растения из Республики Тыва отличаются более высоким содержанием всех выделенных веществ.

Литература

1. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск: Наука, 2004. 240 с.
2. Костикова В.А., Шалдаева Т.М., Костиков Д.К. Изучение антиоксидантной активности *Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch, произрастающего в Сибири // Вопр. биол., мед. и фарм. химии. 2014. № 4. С. 51–52.
3. Омуркамзинова В.Б. Фенольные соединения некоторых растений рода *Atraphaxis* L.: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Алма-Ата, 1978. 22 с.
4. Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Magnoliaceae–Limoniaceae. Л.: Наука, Ленинград. отд-ние, 1984. 460 с.
5. Храмова Е.П., Комаревцева Е.К. Изменчивость флавоноидного состава листьев *Potentilla fruticosa* (Rosaceae) разных возрастных состояний в условиях Горного Алтая // Растит. ресурсы. 2008. Т. 44. № 3. С. 96–102.
6. Nakano H., Schrader K.K., Mamonov L.K., Kustova T.S., Mursaliyeva V.K., Cantrel C.L. Isolation and identification of Flavobacterium columnare and Streptococcus iniae antibacterial compounds from the terrestrial plant *Atraphaxis laetevirens* // J. Agric. Food Chem. 2012. Vol. 60. P. 10415–10419.

ФЛАВОНОИДЫ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *ASTRAGALUS* СИБИРИ

Коцупий О.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: olnevaster@gmail.com

FLAVONOIDS OF SOME *ASTRAGALUS* SPECIES OF SIBERIA

Kotsupiy O. V.

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) обнаружено высокое содержание фенольных соединений в листьях растений *Astragalus melilotoides* Pallas – до 6,0%, *A. tenuis* Turcz. – до 7,0% на массу абсолютно-сухого сырья. В *A. schelichovii* Turcz. содержание главных гликозидов флавоноидов составило 3,08%, в *A. uliginosus* L. – 2,46%. Максимальное содержание агликонов флавоноидов в установлено *A. adsurgens* Pallas, *A. austrosibiricus* Schischkin, *A. inopinatus* Boriss., *A. uliginosus* (более 1%).

Ключевые слова: фенольные соединения, флавоноиды, ВЭЖХ, *Astragalus*, Сибирь.

Astragalus L. – один из крупнейших родов семейства Fabaceae. Практический интерес к роду обусловлен тем, что многие его виды являются ценными лекарственными растениями. Широкий

спектр их терапевтического действия обусловлен высоким содержанием различных биологически активных веществ, в том числе флавоноидов, что открывает широкие возможности для биохимического изучения таксона с целью поиска новых лекарственных видов растений.

Состав и содержание флавоноидов сибирских видов астрагалов все еще недостаточно изучены. Целью данного исследования является определение состава и содержания флавоноидов у некоторых сибирских видов рода *Astragalus* с помощью метода ВЭЖХ.

Объектами исследования послужили листья растений 8 видов астрагалов: *A. melilotoides* Pallas, *A. tenuis* Turcz. (секция *Melilotopsis* Gontsch.), *A. uliginosus* L. и *A. schelichovii* Turcz. (секция *Euodmus* Bunge), *A. adsurgens* Pallas, *A. austrosibiricus* Schischkin, *A. inopinatus* Boriss. и *A. onobrychis* L. (секция *Onobrychium* Bunge).

В надземной части *A. melilotoides* обнаружены флавоноиды (4,12 %): кемпферол, кверцетин, лютеолин – и их гликозиды [3, 5]. В надземной части *A. tenuis* найдены изокверцитрин, 3-О-β-глюкобиозид кверцетина [7]. В надземной части *A. adsurgens* и *A. austrosibiricus* обнаружены гликозиды изорамнетина и кемпферола [4], максимум суммы флавоноидов составил 3,47 [1] и 4,4 % [6] соответственно. В надземной части *A. inopinatus* обнаружен апигенин [8], в листьях растений этого вида – кемпферол, гликозиды кверцетина и изорамнетина (16,0 мг/г [2]).

Материалы и методы. Для изучения состава и содержания флавоноидов были взяты образцы листьев *A. melilotoides*, *A. tenuis* и *A. adsurgens* из четырех ценопопуляций для каждого вида. Количество ценопопуляций для остальных видов: *A. onobrychis* – 2, *A. austrosibiricus* – 5, *A. schelichovii* – 6, *A. uliginosus* – 10, *A. inopinatus* – 18. Использовали как собственные сборы, так и материалы Гербария ЦСБС СО РАН г. Новосибирска (NS, NSK), а также сборы Степанцовой Н.В. (Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН).

Анализ флавоноидов проводили методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе Agilent 1200 с диодно-матричным детектором и системой для сбора и обработки хроматографических данных ChemStation. Разделение проводили на колонке Zorbax SB-C18 размером 4,6 × 150 мм, с диаметром частиц 5 мкм, применив градиентный режим элюирования. В подвижной фазе содержание метанола в водном растворе ортофосфорной кислоты (0,1 %) изменялось: для экстрактов – от 32 до 33 % за 27 мин, далее до 46 % к 38 мин, до 56 % к 50 мин, для гидролизатов – от 50 до 52 % за 15 мин. Скорость потока элюента 1 мл/мин. Температура колонки 26 °С. Объем вводимой пробы 5 мкл. Детектирование осуществляли при λ = 255, 270, 290, 340, 350, 360, 370 нм. Для приготовления подвижных фаз использовали метиловый спирт (ос. ч.), ортофосфорную кислоту (ос. ч.), бидистиллированную воду. В качестве метчиков использовали стандартные образцы производства фирмы Fluka и Sigma. Стандартные растворы готовили в концентрации 10 мкг/мл в этиловом спирте. Анализ каждого образца проводили в двукратной повторности.

Содержание индивидуальных компонентов (C_x) в процентах в пересчете на абсолютно-сухое сырье вычисляли по формуле:

$$C_x = \frac{C_{\text{ст}} \cdot S_1 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot 100}{S_2 \cdot M \cdot (100 - B)},$$

где $C_{\text{ст}}$ – концентрация соответствующего стандартного раствора флавоноида, мкг/мл;

S_1 – площадь пика флавоноида в анализируемой пробе, ед.о.п.;

S_2 – площадь пика стандартного флавоноида, ед.о.п.;

V_1 – объем элюата после вымывания флавоноидов с концентрирующего патрона, мл;

V_2 – общий объем экстракта, мл;

M – масса навески, мг;

B – влажность сырья, %.

Расчет содержания агликонов флавоноидов производили по стандартным площадям пиков кверцетина, кемпферола и лютеолина, расчет суммы фенольных соединений – по стандартной площади пика кверцетина. Расчет содержания гликозидов, флавоноидов, рутина, 3-О-глюкобиозида кверцетина производили по стандартной площади пика рутина, изокверцитрина – по стандартной площади пика изокверцитрина.

Результаты и их обсуждение. В гидролизатах экстрактов листьев *A. melilotoides* идентифицированы кверцетин, кемпферол, изорамнетин, в гидролизатах *A. tenuis* – лютеолин и минорный кверцетин, в одном образце *A. tenuis* присутствуют все компоненты, характерные для обоих видов. Содержание суммы агликонов у изученных образцов этих видов – не более 0,5 % на массу абсолютно-сухого сырья.

В экстрактах *A. melilotoides* обнаружено от 25 до 33 компонентов (флавогликозидов и фенол-карбоновых кислот), в экстрактах *A. tenuis* – 10–12 веществ. В растениях *A. melilotoides* обнаружен рутин (0,03–0,26 %), изокверцитрин найден в малом количестве (0,01 %). В изученных образцах растений *A. tenuis* из Забайкальского края содержание изокверцитрина не более 0,04 %, содержание 3-О-глюкобиозида кверцетина (в пересчете на рутин) находится в пределах 0,14–4,30 %. Общее количество фенольных соединений в пересчете на кверцетин составило для *A. melilotoides* – до 6,0 %, для *A. tenuis* – до 7,0 %.

Изучение североазиатского вида *A. uliginosus* и северо-восточноазиатского вида *A. schelichovii*, близкородственных официальному *A. falcatus* L., позволило обнаружить богатый состав и высокое содержание флавоноидов в растениях этих таксонов, ранее детально не исследованных с точки зрения фитохимии.

В гидролизатах листьев растений *A. uliginosus* и *A. schelichovii* обнаружено по пять агликонов, среди которых флавонолы кверцетин, кемпферол и изорамнетин. Среднее значение содержания суммы агликонов у *A. uliginosus* несколько выше, чем у *A. schelichovii* ($1,02 \pm 0,09$ и $0,77 \pm 0,06$ %, соответственно). Обнаружены отличия и в соотношении индивидуальных компонентов.

Достаточно четкие различия компонентного состава изучаемых видов обнаружены при исследовании этанольных экстрактов листьев. *A. uliginosus* отличается от *A. schelichovii* по составу фенольных соединений: в растениях *A. uliginosus* обнаружено 21–38, а в *A. schelichovii* – 9–13 компонентов (фенольных кислот, гликозидов и агликонов флавоноидов). Отмечено по семь главных гликозидов флавоноидов, их сумма в *A. schelichovii* составила 3,08 %, в *A. uliginosus* – 2,46 %.

Подробно изучен агликоновый состав гидролизатов экстрактов листьев сибирских астрагалов секции *Onobrychium*. В растениях *A. adsurgens* обнаружено высокое содержание кверцетина (до 1,04 %), содержание кемпферола – в пределах 0,02–0,06 %. В растениях *A. austrosibiricus*, *A. inopinatus* и *A. onobrychis* определено содержание трех агликонов флавонолов. В образцах растений *A. austrosibiricus* из Республики Алтай максимальное содержание кверцетина, кемпферола и изорамнетина – 0,07, 0,01, 0,16 % соответственно, для растений трех ценопопуляций с северо-западного побережья оз. Байкал (мыс Рытый, мыс Покойники) – до 0,86, 0,14, 0,78 % соответственно. В растениях *A. inopinatus* из 18 ценопопуляций Сибири достигает максимума содержание кверцетина (до 0,61 %) и изорамнетина (до 0,44 %), содержание кемпферола находится в пределах 0,01–0,04 %. В растениях *A. onobrychis* содержание индивидуальных компонентов составляет 0,04 % для кверцетина, 0,08 % для кемпферола и 0,12 % для изорамнетина.

Выводы. Обнаружено высокое содержание фенольных соединений в растениях рода *Astragalus* секции *Melilotopsis*: в *A. melilotoides* – до 6,0 %, в *A. tenuis* – до 7,0 % на массу абсолютно-сухого сырья. Изучение гликозидов флавоноидов сибирских видов, родственных официальному *A. falcatus* из секции *Euodmus*, показало высокое содержание главных компонентов. В *A. schelichovii* оно составило 3,08 %, в *A. uliginosus* – 2,46 %. В сибирских астрагалах секции *Onobrychium* изучен агликоновый состав. Максимальное содержание агликонов флавонолов (более 1 %) установлено в растениях видов *A. adsurgens*, *A. austrosibiricus*, *A. inopinatus*.

Литература

1. Дунгэрдорж Д., Петренко В.В. Вивчення флавоноїдів в деяких видів астрагалу поширених, в Монгольській Народній Республіці // Фарм. журн. 1970. Т. 25. № 6. С. 37–41.
2. Кадырова Р.Б. Флавоноидный состав некоторых сибирских видов *Astragalus* L. // Растит. ресурсы. 1989. Т. 25, № 4. С. 552–557.
3. Киселева А.В., Волхонская Т.А., Киселев В.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. 136 с.

4. Комиссаренко Н.Ф., Полякова Л.В. Флавоноиды *Astragalus adsurgens* // Химия природ. соединений. 1987. Вып. 2. С. 302–304.
5. Макбуль М.А. Фармакогностическое изучение некоторых видов астрагал, произрастающих в Забайкалье: Автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Л., 1980. 20 с.
6. Полякова Л.В., Ершова Э.А. Флавоноидный комплекс *Astragalus austrosibiricus* Schischk. в природных популяциях Алтая. Сообщ. 1. Внутрипопуляционная изменчивость в степных сообществах // Растит. ресурсы. 1996. Т. 32. № 1–2. С. 81–87.
7. Шатохина Р.К., Зозуля Р.Н. Изучение флавоноидов астрагалов тонкого и холодного // Материалы 3-го Всерос. съезда фармацевтов (Свердловск, 16–19 сентября 1975 г.). Свердловск, 1975. С. 294–295.
8. Gromova A.S., Lutsky V.I., Cannon J.G., Li D., Owen N.L. Secondary metabolites of *Astragalus danicus* Retz. and *A. inopinatus* Boriss // Rus. Chem. Bull., Int. Ed. 2001. Vol. 50. No. 6. P. 1107–1112.

ЛИПОФИЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПОЛЫНИ

Кукина Т.П.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Новосибирский институт органической химии Сибирского отделения Российской академии наук (НИОХ СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: kukina@nioch.nsc.ru

LIPOPHILIC COMPONENTS OF SOME ARTEMISIA SPECIES

Kukina T.P.

Изучен состав нейтральных и кислых компонентов гидрофобных экстрактивных веществ 12 видов полыни. Идентифицировано 58 нейтральных и 44 кислых компонентов, из которых 64 обнаружены в полыни впервые, а 38 ранее идентифицированы в других видах полыни. Впервые обнаружены и исследованы полипrenoлы и долихолы некоторых видов полыни; впервые из сырья полыни выделено значительное количество полиметоксилированных флавоноидов.

Ключевые слова: алифатические кислоты, полипrenoлы, долихолы, стерины, полиметоксилированные флавоноиды, *Artemisia*.

Эфирно-масличные растения представляют интерес как для ботаников и фитохимиков, так и для специалистов по агропромышленной переработке растительного сырья. Многие растения из семейства сложноцветных (Compositae), они же астровые (Asteraceae), являются эфирно-масличными, в частности полыни, которые в отдельных областях Западной Сибири, Алтая и Казахстана составляют основу травостоя лесостепной и степной зоны.

Полыни различных видов содержат сотни химических соединений различных классов с высокой физиологической активностью. Значительную часть веществ с установленной структурой составляют моно- и сесквитерпеновые компоненты эфирных масел, а также высокополярные флавоноиды, в основном ответственные за биологическую активность препаратов из полыни, полученных путем экстракции полярными растворителями [4–7].

В то же время остаются практически неизученными липофильные компоненты полыни, такие как стерины, тритерпеноиды, дитерпеновые спирты и кислоты, полиизопреноиды, большинство алифатических соединений, проявляющие разнообразную физиологическую активность и представляющие интерес для фармакологии и производства косметики. В нашу задачу входило изучение химического состава экстрактивных веществ полыни, извлекаемых из сырья малополярными растворителями, для оценки перспективности получения на основе липидных концентратов терапевтических средств, биологически активных добавок и косметических препаратов. В составе экстрактивных веществ, выделенных растворителями различной полярности, для полыни определены

циклитолы, фенолкарбоновые кислоты, кумарины, воски, состоящие из алифатических углеводов, спиртов, кислот, сложных эфиров жирных кислот с алифатическими спиртами, фитостерины, ряд флавоноидов [4–6]. Особое место в составе экстрактивных веществ полыней занимают сесквитерпеновые лактоны, характерные в основном для растений семейства сложноцветных и обладающие рядом ценных физиологических свойств. На основе многих из них запатентованы и производятся лекарственные препараты [1–2], входящие в фармакопею России и стран ближнего зарубежья.

Среди алифатических углеводов, идентифицированных в составе сырья полыни, однозначно доказано наличие нонакозана и пентакозана [4–6]. Алифатические спирты, обнаруженные в полыни, представляют собой первичные алканола с длиной цепи от 18 до 28 [4–6]. Также в отдельных видах найден моонепредельный спирт фитол. В составе полыни некоторых видов обнаружены предельные кислоты (от 4 до 20 атомов углерода) и непредельные кислоты – миристолеиновая, олеиновая, линолевая. В семенах некоторых видов полыни идентифицированы гидроксид- и эпокси-кислоты [4–6]. В состав флавоноидов полыни входит около сотни физиологически активных соединений, в основном это полиоксигенированные флавонолы и флавоны, а также их нативные гликозидированные производные [4–6]. В числе тритерпеноидов и фитостеринов полыни в некоторых видах идентифицированы β -ситостерин, стигмастерин, кампестерин, даукостерин, ацетат амирина, лупенон, лупенилацетат, 24-метилениклоартанон, симиаренон, ацетат α -амирина. В полыни *A. rubripes* обнаружены этерифицированные тритерпеноиды: даммарадиенилацетат, бауеренилацетат, циклоартенилацетат, циклоартен-23-диол-3 β ,25, циклоартен-25-диол-3 β ,24, ацетат триснорциклоартаноловой кислоты, в *A. vulgaris* – ферненон. Имеются сведения об обнаружении в некоторых видах полыни урсоловой и олеаноловой кислот. Тем не менее состав ди-, три- и полиизопреноидов слабо изучен.

Для лабораторных исследований при помощи экстракции использована надземная часть следующих видов полыни: *Artemisia sieversiana* Willd., *A. vulgaris* L., *A. dracunculus* L., *A. sublessingiana* Krasch. ex Poljakov, *A. schrenkiana* Ledeb., *A. absinthium* L., *A. obtusiloba* Ledeb., *A. santolinifolia* Turcz. ex Besser, *A. abrotanum* L., *A. glauca* Pall., *A. marschalliana* Spreng, *A. laciniata* Willd. Экстракцию проводили гексаном с последующей экстракцией метил-трет-бутиловым эфиром (МТБЭ) или МТБЭ. Фракционирование экстракта проводилось аналогично [3].

Таблица 1

Выход липофильных экстрактивных веществ кислого и нейтрального характера и содержание полиизопреноидной фракции

№ образца сырья	Вид	Выход экстракта (%)	% НО	% кислой части	% ПИП в НО	Общее содержание ПИП в сырье (%)
1	<i>A. sieversiana</i> *	4,39	15,5	62,1**	2,5	0,017
2	<i>A. vulgaris</i>	4,60	17,5	75,1	3,4	0,027
3	<i>A. dracunculus</i>	6,16	30,5	60,1	1,74	0,033
4	<i>A. sublessingiana</i> *	12,27	30,1	30,3**	2,0	0,064
5	<i>A. schrenkiana</i> *	7,51	30,3	40,2**	2,8	0,063
6	<i>A. absinthium</i>	8,59	15,4	62,9	0,5	0,007
7	<i>A. obtusiloba</i>	13,57	17,5	72,6	1,1	0,026
8	<i>A. santolinifolia</i>	8,64	17,3	54,6	следы	следы
9	<i>A. abrotanum</i>	4,68	46,2	42,8	1,5	0,032
10	<i>A. glauca</i>	4,59	36,8	38,5	1,4	0,024
11	<i>A. laciniata</i> *	3,86	40,1	48,7	2,7	0,036
12	<i>A. marschalliana</i> *	7,37	41,3	47,3	0,74	0,018

* Проводилось дополнительное фракционирование. ** Указан только процент связанных кислот.

Полученные в ходе экстракции фракции проанализированы методом ВЭЖХ в условиях, оптимальных для исследования полипренолов [3, 8]. Установлено высокое (до 3,4 % на вес НО) содержание полипренолов (табл. 1), более 50 % которых находится в этерифицированном виде. Количественный анализ показал, что полипренолы в полыни этерифицированы остатком уксусной кислоты. Основные компоненты фракции полипренолов, определенные после омыления, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Соотношение полиизопrenoидных компонентов в неомыляемом остатке полыни

Компонент	Вид***										
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
P ₁₃ *	1,9				2,1					4,4	6,7
P ₁₄	2,3	2,8	3,3	2,9	6,1		3,2	1,7	2,6	12,2	12,6
D ₁₄ **	Сл.	Сл.	1,6	Сл.	Сл.		2,6	Сл.	0,8	0,8	3,8
P ₁₅	7,0	7,7	12,2	3,5	10,6	4,0	4,5	1,9	3,7	22,4	16,8
D ₁₅	2,3	2,8	5,5	Сл.	3,8	Сл.	3,4	Сл.	1,2	5,6	6,5
P ₁₆	21,7	20,2	22,5	10,9	17,0	8,1	17,2	10,8	9,1	26,2	18,3
D ₁₆	9,9	6,4	9,6	7,0	3,0	5,1	7,9	3,6	4,0	7,8	7,6
P ₁₇	22,2	19,5	18,0	18,9	17,3	20,2	19,1	18,4	21,0	12,3	14,4
D ₁₇	7,9	3,5	3,8	6,3	2,0	7,6	6,1	6,4	8,8	2,7	4,1
P ₁₈	9,0	12,4	9,8	16,1	11,9	17,6	15,2	19,3	17,4	4,2	5,7
D ₁₈	2,5	2,3	2,0	3,4	1,8	7,6	5,3	5,3	5,3	0,8	1,2
P ₁₉	5,0	8,0	5,3	11,3	8,3	12,0	5,7	13,4	10,5		
D ₁₉	Сл.	1,6	1,9	2,7	1,3	4,5	5,1	5,2	3,4		
P ₂₀	4,6	7,8	4,4	9,8	6,1	9,8	3,1	6,2	6,1		
D ₂₀	Сл.	Сл.	Сл.	2,2	Сл.	3,5	1,5	2,2	1,8		
P ₂₁	3,8	5,0	Сл.	5,1	5,4			5,6	4,2		
P ₂₂	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	2,2						

* Полипренол с 13 изопреновыми единицами. ** Долихол с 14 изопреновыми единицами. *** Нумерацию видов полыни см. табл. 1.

Неомыляемые остатки всех изученных видов полыни были подвергнуты ВЭЖХ-анализу и переданы в группу масс-спектрометрии лаборатории физических методов исследования (ЛФМИ НИОХ) для идентификации алифатических и терпеновых компонентов. В результате были обнаружены соединения, входящие в состав эфирных масел, и существенно уточнен состав алифатических углеводов и спиртов. Так, установлен ряд углеводородных компонентов, ранее в полынях не выявлявшихся: пентакозан, гептакозан, наокозан, октакозан, триаконтан, гентриаконтан, трикозан, дотриаконтан, 9-метилдотриаконтан, 11-децилтетракозан, тритриаконтан, тетратриаконтан, пентатриаконтан, гексатриаконтан, гексадекан, октадекан, нонадекан, эйкозан, генэйкозан, докозан. В составе алифатических спиртов впервые обнаружены фитол, трикозанол, тетракозанол, пентакозанол, гексакозанол, нонадеканол. Значительно расширен круг видов полыней, в которых определено содержание биологически активных фитостеринов: β -ситостерина, кампестерина, стигмастерина, а также тритерпеновых спиртов α - и β -амиринов, ранее известных только в составе отдельных видов. Впервые в полынях идентифицированы стигмастанол, обтузифолиол и циклоартенол, проявляющие значительную биологическую активность, в том числе противоопухолевую. Подробный ХМС-анализ неомыляемого остатка *Artemisia laciniata* обнаружил в нем нейтральные компоненты: β -элемен, кариофиллен, гермакрен, γ -кадинен и α -кадинен, неофитадиен, кариофилленоксид, фитол, генэйкозанол, сквален, α и γ -токоферолы, кампестерин, стигмастерин, β -ситостерин, β -амирин, α -амирин, стигмастанол, пентатриаконтан. Суммарное содержание тритерпеновых и стеридных спиртов составляет около 70 % от неомыляемого остатка гексанового и эфирного экстрактов.

Жирно-кислотный состав установлен сравнением ХМ-спектров с базой данных. ХМ-спектры записаны на приборе Hewlett Packard G 1800 A, состоящем из газового хроматографа HP 5890 серии II и масс-селективного детектора HP 5971. ХМС-анализ позволил выявить ранее не описанные для данного вида растительного сырья насыщенные неразветвленные алифатические кислоты с длиной углеродной цепи от 22 до 34 единиц, а также ранее не идентифицированные в этих видах

полыни нечетные кислоты с длиной цепи 13–33 единицы. Помимо известных компонентов, таких как лауриновая, миристиновая, пальмитиновая, линолевая, олеиновая, линоленовая, стеариновая, арахидоновая кислоты, среди свободных кислот удалось идентифицировать четные 3-гидроксикислоты с длиной цепи от 16 до 26.

В кислой части экстракта полыни *A. obtusiloba* Ledeb. в качестве основных компонентов обнаружены ацифиллиновая и глауциновая сесквитерпеновые кислоты. Последняя ранее идентифицирована в этом виде сырья в составе эфирного масла [7].

Дитерпеновые кислоты, по полученным данным, представлены дегидроабетиновой, левопимаровой, агатовой кислотами. Среди полярных компонентов обнаружены четыре тритерпеновых кислоты, характер масс-спектрометрической фрагментации которых позволяет отнести их к урсановому и олеанановому ряду, а также фенольные соединения группы флавоноидов. Исследование показало, что в гексановый экстракт переходят только наименее полярные полиметоксилированные флавоноиды. Согласно литературным данным, летучесть таких флавоноидов позволяет анализировать их при помощи газожидкостной хроматографии [9]. ХМС-анализ концентрата малополярных полиметоксилированных флавоноидов привел к идентификации 3,5-дигидрокси-3',4',6,7-тетраметоксифлавона, 5-гидрокси-3',4',6,7-тетраметоксифлавона, 3,3',4',5,6,7-гексаметоксифлавона, 5-гидрокси-3,3',4',6,7-пентаметоксифлавона, 3',4',5,6,7-пентаметоксифлавона. Однозначное определение положения гидроксильных и метоксильных групп в дигидрокси-триметоксифлавоне требует дополнительной спектральной информации. При изучении состава нейтральных и кислых компонентов липофильных экстрактивных веществ 12 видов полыни идентифицировано 58 нейтральных и 44 кислых компонентов, из которых 64 обнаружены в полыни впервые, а 38 ранее идентифицированы в других ее видах. Впервые обнаружены и исследованы полипренолы и долихолы некоторых видов полыни; впервые из сырья полыни выделено значительное количество полиметоксилированных флавоноидов. Высокий выход полиметоксилированных флавоноидов в сочетании с доказанной противоопухолевой активностью дает возможность рассматривать полынь в качестве потенциального источника сырья для биологически активных препаратов.

Автор выражает глубокую благодарность О.И. Сальниковой за хромато-масс-спектрометрический анализ фракций экстрактивных веществ и Е.А. Королюк за предоставление ботанически детерминированных образцов сырья.

Литература

1. Адекенов С.М., Кагарлицкий А.Д. Химия сесквитерпеновых лактонов. Алма-Ата: Гилым, 1990. 188 с.
2. Аманов С.Б., Адекенов С.М., Рахимбаев И. Биотехнология культивирования изолированных тканей *Artemisia glabella* – продуцента биологически активного сесквитерпеноида арглабина // Вестн. БашкГУ. 2001. № 2. С. 49–50.
3. Баяндина И.И., Кукина Т.П., Покровский Л.М. Неполярные компоненты экстрактов зверобоя продырявленного // Химия растит. сырья. 2007. № 3. С. 39–45.
4. Буданцев Л.А. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. М.; СПб: Т-во науч. изд. КМК, 2009. Т. 5. 513 с.
5. Дикорастущие полезные растения России / Под. ред. А.Л. Буданцева, Е.Е. Лесновской. СПб., 2001. 870 с.
6. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения их химический состав, использование. Asteraceae (Compositae). СПб., 1993. 352 с.
7. Ханина М.А. Полыни Сибири и Дальнего Востока (Фармакогностическое исследование и перспективы использования в медицине): Автореф. дис. ... д-ра фарм. наук. Пермь, 1999. 48 с.
8. Хидырова Н.К., Рахматова М.Ж., Кукина Т.П., Шахидояттов Р.Х., Шахидояттов Х.М. Полипренолы и тритерпеноиды *Alcea nudiflora* семейства Malvaceae // Химия природ. соединений. 2012. № 2. С. 169–174.
9. Harborn J.B., Marby T.J. The Flavonoids: Advances in Research. London; New York, 1982. 745 p.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИФЕНОЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗ РАЗВИТИЯ У НЕКОТОРЫХ КАЗАХСТАНСКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

Курбатова Н. В., Музычкина Р. А., Корулькин Д. Ю.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби (КазНУ им. аль-Фараби),
Алматы, Казахстан
e-mail: kurbatova_nv77@mail.ru

DYNAMICS OF POLYPHENOLIC COMPLEX CONTENT DEPENDING ON VEGETATION PHASES IN SOME KAZAKHSTAN PLANT SPECIES

Kurbatova N. V., Muzychkina R. A., Korulkin D. Yu.

Описана динамика накопления полифенольного комплекса в зависимости от фаз развития в вегетативных органах пяти перспективных видов растений: *Marrubium vulgare* L., *Polygonum scabrum* Moench., *P. amphibium* L., *P. undulatum* Murr. Comm. Gotting. и *P. minus* Huds. Fl. Angl., имеющих промышленные запасы на территории Республики Казахстан. Отмечены основные составляющие полифенольного комплекса в зависимости от фаз развития, которые отражают характерные особенности каждого вида. Проведен анализ на содержание биологически активных веществ. Установлено, что наибольшее количество полифенольных компонентов накапливается в фазы бутонизации и цветения изучаемых видов.

Ключевые слова: *Marrubium*, *Polygonum*, полифенольный комплекс, фазы вегетации, фитохимический состав.

Лекарственные растения, а также получаемые на их основе фитопрепараты обладают малой токсичностью, мягким и эффективным воздействием на организм и находят все более широкое применение в медицинской практике как в Республике Казахстан, так и в мире.

В Казахстане производство медицинских препаратов из лекарственных растений напрямую связано с обеспеченностью отечественной фармацевтической промышленности растительным сырьем за счет увеличения сбора дикорастущих лекарственных растений либо за счет выращивания их в культуре.

Для пополнения ассортимента официальных видов необходимо всестороннее изучение биологических свойств и химического состава перспективных лекарственных растений. Актуальны исследования по динамике накопления биологически активных веществ с целью получения сырья с максимальным содержанием действующих компонентов, фармакологические исследования перспективных растений, а также поиск и введение в культуру новых видов местной флоры.

Одними из перспективных в качестве лекарственного растительного сырья в Республике Казахстан являются виды из семейств Lamiaceae Lindl. и Polygonaceae Juss. В Казахстане семейство яснотковых представлено 46 родами и 233 видами [6], род *Marrubium* L. состоит из двух представителей: *Marrubium vulgare* L. и *M. alternidens* Rech.; семейство гречишных представлено во флоре Казахстана 8 родами, род *Polygonum* L. включает 49 видов горцев [5].

Виды рода *Marrubium* L. с давних пор привлекают внимание исследователей не только как источники технического сырья (дубители и красители), но и как лекарственные и медоносные растения. Ранее был проведен качественный и количественный анализ травы шандры обыкновенной, произрастающей в Узбекистане. Установлено, что выделенные из нее вещества влияют на желчеотделение, а настойка из травы обладает седативным действием, в два раза превышающим действие настойки валерианы, вызывает выраженное снижение артериального давления и повышает тонус мускулатуры матки [8]. Установлено наличие алкалоидов бетаиновой природы, в частности стахирина, бетоницина и других, а также веществ полифенольного характера – флавоноидов, хлорогеновой, кофейной, оксикоричных и других кислот [9].

Растения рода *Polygonum* L. обладают противотуберкулезным, противоопухолевым, противовоспалительным, кровоостанавливающим, гепатопротекторным действием. При этом казахстанские

виды горцев характеризуются значительно более высоким содержанием биологически активных веществ полифенольного типа по сравнению с импортируемыми в страну аналогами [3, 7]. Необходимы фитохимические исследования видов *Polygonum* L. с целью их дальнейшего использования в качестве сырья для производства эффективных отечественных фитопрепаратов.

В представленной статье рассматриваются виды *Marrubium vulgare* L., *Polygonum scabrum* Moench., *P. amphibium* L., *P. undulatum* Murr. Comm. Gotting. и *P. minus* Huds. Fl. Angl., которые имеют достаточные для промышленного освоения природные запасы [4].

Образцы растительного сырья были собраны в 2010–2014 гг. в местах естественного произрастания, в предгорьях Заилийского Алатау, а также в 2010–2011 гг. на опытном участке Агробиологической станции КазНУ им. аль-Фараби.

Установлено, что своим фармакологическим действием исследованные виды обязаны присутствию в них полифенольного комплекса, поэтому более детально, количественно мы определяли содержание флавоноидов как наиболее активных соединений комплекса по ГФ РК [1]. Установлено, что содержание флавоноидов как у видов шандры, так и у видов горцев зависит от фазы вегетации и условий произрастания (табл. 1, 2).

Таблица 1

Динамика содержания полифенолов в зависимости от фаз вегетации у шандры обыкновенной, %

Основные составляющие полифенольного комплекса	Фенофазы		
	бутонизация	цветение	плодоношение
<i>Солдатское ущелье</i>			
Флавоноиды	1,20	1,25	1,10
Фенолы	0,81	0,89	0,23
Фенолокислоты	0,76	0,70	0,53
Дубильные вещества	5,00	4,95	4,13
<i>Пойма р. Или</i>			
Флавоноиды	1,24	1,28	1,01
Фенолы	0,90	0,94	0,85
Фенолокислоты	0,81	0,83	0,26
Дубильные вещества	5,20	5,00	3,90
<i>В культуре</i>			
Флавоноиды	1,27	1,28	0,90
Фенолы	0,75	0,83	0,50
Фенолокислоты	0,80	0,83	0,69
Дубильные вещества	4,95	5,20	3,08

Таблица 2

Динамика содержания полифенолов в зависимости от фаз вегетации у видов *Polygonum* L., %

Основные составляющие полифенольного комплекса	Фенофазы		
	бутонизация	цветение	плодоношение
<i>Polygonum scabrum</i> Moench. (пос. Алатау)			
Флавоноиды	10,03	10,25	2,13
Фенолы	1,01	0,77	0,41
Фенолокислоты	3,98	1,32	0,27
Дубильные вещества	11,02	8,10	2,58
<i>Polygonum amphibium</i> L. (оз. Устемир)			
Флавоноиды	5,57	6,76	2,32
Фенолы	0,31	0,93	0,19
Фенолокислоты	4,49	5,24	1,16
Дубильные вещества	2,08	3,46	1,82
<i>Polygonum undulatum</i> Murr. Comm. Gotting. (урочище Уйтас)			
Флавоноиды	8,09	10,04	5,84
Фенолы	0,65	1,84	1,50
Фенолокислоты	5,02	6,35	2,64
Дубильные вещества	8,65	8,20	4,87
<i>Polygonum minus</i> Huds. Fl. Angl. (пос. Космос)			
Флавоноиды	11,24	11,25	3,12
Фенолы	0,52	0,69	0,15
Фенолокислоты	4,18	4,73	2,33
Дубильные вещества	5,97	6,03	3,17

Удалось показать изменения в биосинтезе отдельных групп БАВ. Так, в фазы бутонизации и цветения в шандре обыкновенной доминируют аминокислоты, феноло- и свободные органические кислоты, флавоноиды, фенолы, дубильные вещества и сапонины [2].

Полученные экспериментальные данные позволяют дать рекомендации об использовании рассматриваемого лекарственного растительного сырья. Целесообразнее производить сбор и заготовку сырья в фазы бутонизации и цветения, так как именно в это время происходит наибольшее накопление биологически активных веществ, составляющих полифенольный комплекс, что, несомненно, может повлечь за собой изменение фармакологической активности растений в целом.

Литература

1. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Алматы: Жибек жолы, 2008. Т. 1. 592 с.
2. Курбатова Н.В., Музычкина Р.А., Мухитдинов Н.М., Паршина Г.Н. Сравнительное фитохимическое исследование состава и содержания БАВ в *Marrubium vulgare* L. и *Marrubium alternidens* Rech. // Химия природ. соединений. 2003. № 5. С. 410–411.
3. Муравьева Д.А., Самылина И.А., Яковлев Г.П. Фармакогнозия. М.: Медицина, 2002. 656 с.
4. Мухитдинов Н.М., Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю. Состояние и перспективы изучения некоторых казахстанских видов семейства Polygonaceae Juss. // Вестн. КазНУ. 2015. № 1. С. 253–260.
5. Павлов Н.В. Флора Казахстана. Алма-Ата: АН КазССР, 1960. Т. 3. С. 90–105.
6. Павлов Н.В. Флора Казахстана. Алма-Ата: АН КазССР, 1964. Т. 7. С. 104–107.
7. Петков В. Современная фитотерапия. София: Медицина и физкультура, 1998. 542 с.
8. Попа Д.П., Салей Л.А. Дитерпеноиды рода *Marrubium* L. // Растит. ресурсы. 1973. Т. 9. Вып. 3. С. 384–387.
9. Пулатова Т.П. Об алкалоидоносности некоторых растений семейства Labiatae Juss. // Химия природ. соединений. 1969. № 1. С. 62–63.

ИЗУЧЕНИЕ ЛИСТЬЕВ ОРЕХОВОГО ДЕРЕВА ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Куридзе М.Г., Иосебидзе Т.И., Убирия М.Н.

Горийский государственный учебный университет, Гори, Грузия
e-mail: marinaquridze@gmail.com, tiniko.iosebidze@mail.ru, ubiriamarika@gmail.com

STUDY OF NUT TREE LEAVES FOR PRACTICAL USE

Kuridze M. G., Iosebidze T. I., Ubiria M. N.

Изучены биополимеры отходов орехового дерева с целью выяснения возможности получения биологически активных препаратов. Отходы оказались перспективны для получения биологически активных веществ, как индивидуальных, так и в суммарном виде. Исследования желательно проводить методами химической переработки.

Ключевые слова: листья орехового дерева, орех грецкий, *Juglans regia*, растительные отходы, биологически активные вещества, лигнин, целлюлоза, гидролиз.

В Грузии среди широко распространенных культур значительное место занимает орех грецкий (*Juglans regia* L.) – долголетнее плодовое дерево высотой до 25–30 м, из семейства ореховых. Листья орехового дерева непарноперистые, душистые, с 5–9 овальными дольками. Плоды – ложные костянки округлой или несколько удлиненной формы, с мясистой наружной оболочкой и морщинистой косточкой, внутри которой находятся разделенные перегородками съедобные семядоли. Цветет в мае, опыляется ветром, плоды начинают созревать в августе. Плодоносит с 10–12 лет.

Древнегреческий врач Гиппократ при всяком удобном случае рекомендовал больным пить отвар из скорлупы зеленых грецких орехов. В народной медицине настойку из листьев ореха при-

меняют при лечении кожных заболеваний, рахита, желудочно-кишечного тракта и в других целях. Листья используют как вспомогательный компонент при лечении сахарного диабета, так как он способствует усвоению глюкозы организмом. Запах листьев грецкого ореха не переносят слепни, мухи, комары и моль, это свойство известно с давних времен и используется в практических целях.

Все части растения содержат много биологически активных веществ: кора – тритерпеноиды, стероиды, алкалоиды, витамин С, дубильные вещества, хиноны, например красящее вещество юглон, обладающее бактерицидным действием; околоплодник – органические кислоты, витамин С, каротин, фенолкарбоновые кислоты, дубильные вещества, кумарины и хиноны [2]; скорлупа – фенолкарбоновые кислоты, дубильные вещества и кумарины; пелликула (тонкая бурая кожица, покрывающая плод) – стероиды, фенолкарбоновые кислоты, дубильные вещества и кумарины.

В листьях ореха содержатся альдегиды, эфирное масло, алкалоиды (например югландин), витамины С (его количество возрастает с развитием листьев и достигает максимума в середине вегетативного периода), РР, каротин, фенолкарбоновые кислоты, дубильные вещества, кумарины, флавоноиды, антоцианы, хиноны и высокоароматические углеводороды, минеральные вещества и др.

В зеленых орехах найдены каротин и хиноны, витамины В₁, В₂, С, РР. Отметим, что по содержанию витамина С плоды ореха не отстают от шиповника. Зрелые орехи содержат витамины А, В₁, В₂, В₃, В₁₂, С, К, Е, РР, каротин, дубильные вещества, стерины, ситостерины, хиноны, жирное масло, в состав которого входят линолевая, линоленовая, олеиновая, пальмитиновая и другие кислоты, галлотанины, юглон, эфирное масло, фитонциды, небольшое количество галловой и эллаговой кислот, а также клетчатку, соли железа и кобальта. Орехи богаты минеральными элементами (мг): фосфором (390–600), калием (600–1300), магнием (150–250), кальцием (85–180), серой (50–100), железом (5–25), алюминием (5–10), марганцем (2–15), цинком (2,5–6), гораздо меньше в них йода, кобальта, меди, стронция, хрома, фтора, никеля. В семядолях ореха сосредоточены аминокислоты и их производные: глутатион, цистеин, лизин, гистидин, аргинин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, аланин, пролин, валин [2].

Таким образом, разные части орехового дерева являются значительными источниками многих ценных веществ, но их получение из этих объектов в промышленных масштабах затруднительно. Кроме плодов и древесины, остальные части растения, в том числе листья, представляют собой отходы промышленности.

Известно, что изучение и использование растительных отходов, особенно древесных, имеет важное научно-практическое значение. Цель нашей работы – изучение биополимеров ореховых листьев, так как листья – типичные отходы, пригодные для переработки. Результаты анализа литературных данных показали, что фундаментальных исследований по химическому составу листьев ореха нет.

Было изучено содержание полисахаридов и лигнина в листьях ореха. В исследуемом объекте соответствующими методами [1] определено содержание пектина [1], гемицеллюлозы [3], целлюлозы [5] и лигнина. Лигнин образует с полисахаридами трудно гидролизующийся комплекс, который мешает распаду полисахаридной части. Выделение лигнина из исследуемого объекта создает соответствующие условия для ферментного гидролиза полисахаридов [4].

Содержание пектина в листьях грецкого ореха составляет 0,36, протопектина – 1,44, гемицеллюлозы – 12, α-целлюлозы – 25, лигнина – 18 %, т. е. изучаемый объект богат высокомолекулярными биологически активными веществами. Их изучение представляет интерес для получения биологически активных экстрактов, отдельных препаратов и, в ряде случаев, индивидуальных веществ. Изучение отходов перспективно для получения целлюлозы, гидролизного лигнина, моносахаридов, фурфурола, многоатомных спиртов и др. Для этого необходимо проводить исследования методов химической переработки этого сырья.

Литература

1. Арасимович В.В., Балтага О.В., Пономарева Н.П. Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллюлоз и пектолитических ферментов в плодах. Кишинев, 1970. 278 с.

2. Хидашели Ш., Папунидзе В. Лекарственные растения лесов Грузии Батуми: Сабчота Аджара, 1985. 351 с. [на грузинском языке].
3. Nelson N.A. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determinations of glucose // Biol. Chem. 1964. No. 2. P. 48–51.
4. Somogyi M. Notes on sugar determination // Biol. Chem. 1952. Vol. 195. P. 19–23.
5. Updegraff M.D. Semimicro determination of cellulose in biological materials // Analyt. Biochem. 1969. Vol. 32. P. 420–424.

СИНТЕЗ ТЕРПЕНОВЫХ ИНДОЛЬНЫХ АЛКАЛОИДОВ В РАСТЕНИЯХ *VINCA MINOR* ПРИ ИНТРОДУКЦИИ И ВВЕДЕНИИ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

Молчан О.В.¹, Фатыхова С.А.², Шабуня П.С.², Юрин В.М.³

¹Государственное научное учреждение Институт экспериментальной ботаники
им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси (ИЭБ НАН Беларуси), Минск, Беларусь
e-mail: olga_molchan@mail.ru

²Государственное научное учреждение Институт биоорганической химии
Национальной академии наук Беларуси (ИБОХ НАН Беларуси), Минск, Беларусь

³Белорусский Государственный Университет (БГУ), Минск, Беларусь

INDOLE ALKALOID SYNTHESIS IN INTRODUCED PLANTS AND *IN VITRO* CULTURES OF *VINCA MINOR*

Molchan O. V., Fatykhava S. A., Shabunya P. S., Yurin V. M.

Изучено содержание терпеновых индольных алкалоидов (ТИА), протоалкалоида триптамина и активность триптофан декарбоксилазы (ТДК) в нативных растениях барвинка малого (*Vinca minor* L., Аросупасеае), интродуцированного на территории Беларуси в условиях умеренного континентального климата, а также в его каллусной и суспензионной культурах. Показано, что содержание ТИА и винкамина в траве и листьях интродуцированного барвинка сравнимо с его содержанием в растениях, произрастающих в более южных регионах. Идентифицирован фармакологически ценный алкалоид аймалицин. Установлено, что в культурах *in vitro* *V. minor* также могут синтезироваться фармакологически ценные ТИА – винкамин и аймалицин. Показано, что один из ключевых ферментов биосинтеза ТИА – ТДК – активируется в периоды интенсивного роста листьев и замедленного роста культур *in vitro*.

Ключевые слова: барвинок малый, *Vinca minor*, терпеновые индольные алкалоиды, аймалицин, винкамин, триптамин, триптофан декарбоксилаза, интродукция, культуры *in vitro*.

Vinca minor L. (барвинок малый) является одним из представителей рода *Vinca* L. семейства Аросупасеае (кутровые). Фармакологическая ценность этого растения обусловлена высоким содержанием в надземной части терпеновых индольных алкалоидов (ТИА), основным из которых является винкамин [3, 7]. Лекарственные препараты, содержащие сумму ТИА барвинка, применяют при спазмах сосудов головного мозга, I и II стадиях гипертонической болезни, неврогенной тахикардии, головных болях различного происхождения, в отоларингологической и офтальмологической практике. Препараты барвинка эффективны для лечения детей с невритами лицевого нерва, полиневритами, остаточными явлениями менингоэнцефалита [4]. Для *V. minor* характерен европейско-средиземноморский тип ареала [1–3]. На территории Беларуси в условиях умеренного континентального климата *V. minor* является интродуцентом и в качестве растительного сырья не заготавливается. Альтернативным вариантом получения ТИА барвинка могут быть культуры *in vitro*, основными пре-

имуществами которых являются экологическая чистота продуктов, независимость от климатических и сезонных флуктуаций, возможность создания клеточных линий-сверхпродуцентов и т.д. [5]. Следует отметить, что состав и содержание индольных алкалоидов, а также активность ферментов их биосинтеза как в интродуцированных растениях барвинка, так и в культурах *in vitro* остаются неизученными. Целью данной работы было исследование содержания ТИА, протоалкалоида триптамина и активности триптофан декарбоксилазы (ТДК) в интродуцированных растениях, а также в каллусной и суспензионной культурах барвинка малого.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись растения, каллусные и суспензионные культуры *Vinca minor*. Растения выращивали в открытом грунте на территории Ботанического сада биологического факультета БГУ, собирали для анализа в период цветения – бутонизации. Культивирование каллуса (листового происхождения) и клеточной суспензии проводили при 25 °С на среде Мурасиге и Скуга (агаризованной для каллуса), содержащей НУК и кинетин. Пересадку каллуса осуществляли каждые 25–30 сут, суспензии – 18–20 сут. Сырье высушивали при 40 °С, измельчали и использовали для экстракции ТИА согласно [6–9]. Содержание винкамина и аймалицина определяли методом ВЭЖХ в сочетании с тандемной масс-спектрометрией (МС/МС). Активность ТДК и содержание эндогенного триптамина определяли методом Р. Сангван и др. [10] с модификациями, приведенными в работе [9].

Результаты и их обсуждение. Прежде всего было изучено содержание ТИА в траве, листьях вегетативных побегов, цветках и корнях *V. minor*. Были определены сумма алкалоидов и содержание винкамина. Так, сумма алкалоидов в траве барвинка составляла 0,5–0,6 % в пересчете на сухую массу, содержание винкамина – около 0,06 %. Установлено, что уровни суммы ТИА и винкамина в различных органах достаточно высокие, сопоставимые с их содержанием в растениях, произрастающих в более южных регионах. Использование тандемной масс-спектрометрии в MRM-режиме позволило идентифицировать аймалицин. Изучено распределение винкамина и аймалицина в различных органах растения. Возможно, высокое содержание винкамина и биосинтез аймалицина являются следствием адаптивной реакции растения на изменение климатических условий произрастания.

V. minor был также введен в культуру *in vitro*, иницированы каллусная и суспензионная культуры. В результате проведенного исследования было обнаружено, что содержание винкамина в каллусе составляет 5–7 мкг/г (в 100 раз меньше, чем в траве и листьях), аймалицина – около 0,001 мкг/г. В клетках суспензионной культуры содержание винкамина составляло около 0,2 мкг/г, аймалицина – 0,003 мкг/г (таблица).

Содержание аймалицина и винкамина в листьях интродуцированных растений и культур *in vitro* *Vinca minor* L.

Органы	Аймалицин, нг/г	Винкамин, мкг/г
Листья	130–150	600–700
Каллус	1–2	5–7
Суспензия	3	0,2

Обнаружение низких уровней содержания алкалоидов в клеточных культурах не является неожиданным. Перевод клеток растения в культуру *in vitro* часто приводит к снижению уровня биосинтеза вторичных метаболитов и даже к синтезу совершенно новых соединений с принципиально другим механизмом фармакологического действия.

Для повышения синтеза вторичных метаболитов клетками культур растений традиционно используют следующие методы: подбор состава питательной среды и физических условий культивирования; отбор высокопродуктивных клеточных линий; введение в систему «предшественников» целевых продуктов [5]. Использование некоторых из этих подходов оказалось эффективным и для каллусной культуры барвинка малого. Так, были установлены оптимальные концентрации фитогормонов в среде культивирования. Показано, что свет стимулирует процессы синтеза индольных алкалоидов [5, 9]. В то же время, введение в среду культивирования L-триптофана – предшественни-

ка синтеза ТИА – не привело к стимуляции биосинтетических процессов. Возможно, что ферментативные реакции, в которые L-триптофан включается в качестве субстрата, не являются лимитирующими. В связи с этим нам представляется более перспективным не эмпирический подбор условий культивирования, а целенаправленное управление синтезом ТИА и, таким образом, продуктивностью культуры.

Ключевым ферментом биосинтеза индольных алкалоидов является L-триптофан декарбоксилаза (ТДК, ЕС 4.1.1.28), катализирующая реакцию декарбоксилирования L-триптофана с образованием триптамина. В растениях и культурах *in vitro* барвинка малого были также определены эндогенное содержание триптамина и активность ТДК [5, 9]. В результате было установлено, что активность ТДК достигает максимального значения в активно растущих ювенильных листьях и составляет 1,8–2,5 нмоль триптамина $\text{мг}^{-1}\text{белка} \cdot \text{мин}^{-1}$. В листьях, закончивших рост, и стеблях активность фермента была значительно меньше. Содержание триптамина в листьях разного возраста было примерно одинаковым и варьировало в пределах 1,1–1,7 мкмоль/г сырой ткани (рис. 1). Возможно, отсутствие корреляции между активностью ТДК и накоплением триптамина в листьях объясняется тем, что стимуляция фермента связана с активацией ростовых процессов, в то время как содержание триптамина, скорее всего, определяется как интенсивностью его синтеза, так и скоростью включения в процессы биосинтеза алкалоидов.

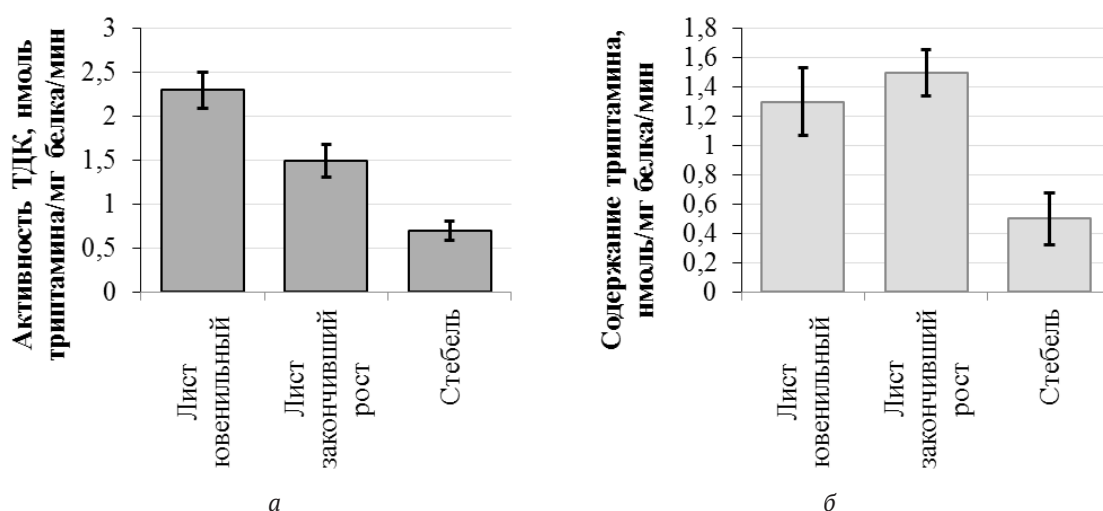


Рис. 1. Активность ТДК (а) и содержание триптамина (б) в различных органах барвинка малого

Определение активности ТДК было проведено на различных стадиях ростового цикла клеточных культур. Максимальная активность ТДК в клеточных культурах наблюдалась в фазе замедленного роста (рис. 2).

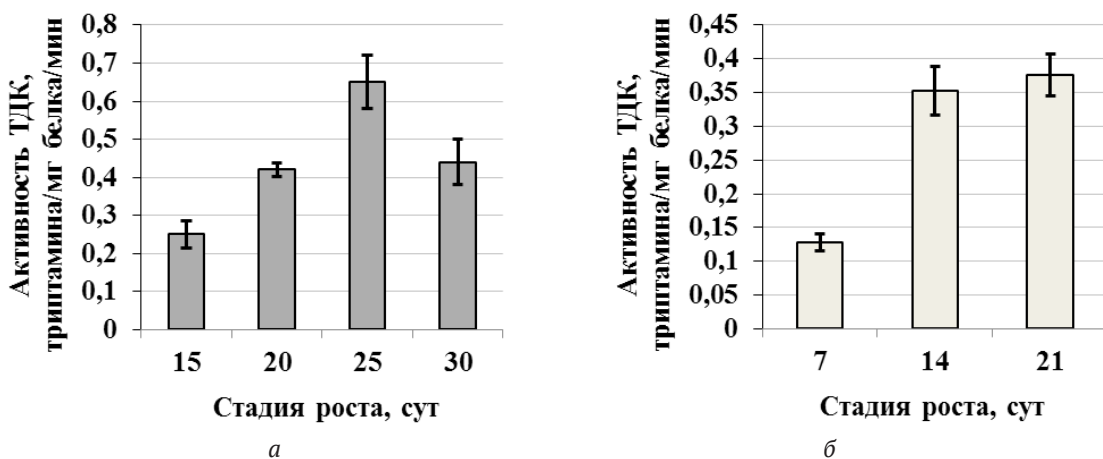


Рис. 2. Активность ТДК на различных стадиях ростового цикла каллусной (а) и суспензионной (б) культур

Следующим этапом работы стало исследование сигнальных механизмов, в результате которых могут активироваться процессы биосинтеза и накопления ТИА. Наблюдаемая активация ТДК под действием АБК и ДБ-цГМФ позволила предположить участие этих эффекторов в регуляции биосинтеза ТИА. Эффект ДБ-цГМФ ингибировался добавлением ловушки NO – carboxy-PTIO, позволяя предположить участие NO в цГМФ-опосредованной регуляции процессов биосинтеза ТИА. Показано, что Ca^{2+} и цГМФ, возможно, являются вторичными медиаторами, участвующими в процессах сигнальной трансдукции, которые связаны с регуляцией биосинтеза индольных алкалоидов.

Литература

1. Джус М.А., Молчан О.В., Кухарева Л.В., Спиридович Е.В. Род *Vinca* L. (Аросунасеае) во флоре Беларуси // Укр. ботан. журн. 2009. Т. 66. № 6. С. 783–793.
2. Кухарева Л.В., Пашина Г.В. Полезные травянистые растения природной флоры: Справочник по итогам интродукции в Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1986. 215 с.
3. Победимова Е.Г. Семейство Аросунасеае // Флора СССР / Под ред. Б.К. Шишкина, Е.Г. Боброва. М.; Л., 1952. С. 646–652.
4. Регистрация лекарственных средств России / Под общ. ред. Г.Л. Вышковского. 11-е изд. М., 2004. 195 с.
5. Юрин В.М., Дитченко Т.И., Молчан О.В., Шапчиц М.П., Ромашко С.Н., Булатова А.А., Логвина А.О. Культура растительных клеток и тканей: технология получения, разнообразие фармакологически активных метаболитов и приемы регуляции их синтеза // Тр. Белорус. гос. ун-та. 2009. Т. 4, ч. 2. С. 168–182.
6. Boyadzhiev L., Mecheva D., Yordanov B. Extraction of vincamine from Periwinkle (*Vinca minor* L.): obtaining of total extract // Comptes Rendus de l'Academie Bulgare des Sciences. 2002. Vol. 55. No. 12. P. 49–52.
7. Döpke W., Meisel H., Spitteller G. Alkaloids aus *Vinca minor* // Tetrahedron Letters. 1968. Vol. 9. I. 58. P. 6065–6066.
8. Hirata K., Mukai M., Goda S., Ishio-Kinugasa M., Yoshida K., Sakai A., Miyamoto K. Cryopreservation of hairy root cultures of *Vinca minor* L. by encapsulation-dehydration // Biotechn. Lett. 2002. V. 24. P. 371–376.
9. Molchan O., Romashko S., Yurin V. L-tryptophan decarboxylase activity and tryptamine accumulation in callus cultures of *Vinca minor* L. // Plant Cell Tiss. Org. Cult. 2012. Vol. 108. P. 535–539.
10. Sangwan R.S., Mishra S., Kumar S. Direct fluorometry of phase-extracted tryptamine-based fast quantitative assay of L-tryptophan decarboxylase from *Catharanthus roseus* leaf // Anal. Biochem. 1998. Vol. 255. I. 1. P. 39–46.

ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРОЕНИЯ И АНТИВИРУСНОЙ АКТИВНОСТИ КИСЛОТНЫХ МЕТАБОЛИТОВ КАЗАХСТАНСКИХ РАСТЕНИЙ POLYGONACEAE

Музычкина Р.А., Корулькин Д. Ю.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби (КазНУ им. аль-Фараби),
Алматы, Казахстан
e-mail: rmuz@mauil.ru

CORRELATION OF STRUCTURE TO ANTIVIRAL ACTIVITY OF ACID METABOLITES IN KAZAKHSTAN POLYGONACEAE PLANTS

Muzychkina R.A., Korulkin D. Yu.

Обосновывается актуальность и перспективы поиска растительных противовирусных средств. Приведены авторские методики выделения и анализа кислотных метаболитов различных струк-

турных групп из казахстанских растений семейства Polygonaceae Juss. Описаны некоторые закономерности, выявленные авторами в фундаментальной зависимости «химическая структура – биологическая активность» для природных аминок-, окси-, феноло- и оксикоричных кислот.

Ключевые слова: Polygonaceae Juss., аминокислоты, оксикислоты, фенолокислоты, оксикоричные кислоты, антивирусная активность.

На сегодняшний день инфекционные заболевания входят в тройку основных причин гибели людей и животных. Ежегодно во всем мире от них страдают около 2 млрд чел., из которых более 17 млн чел. погибают [6]. Вирусные инфекции составляют не менее 50 % случаев всех инфекционных заболеваний человека и животных, поэтому поиск новых терапевтических и профилактических антивирусных препаратов является важнейшей задачей современной вирусологии. Необходимость подобных исследований связана не только с недостаточным количеством эффективных этиотропных противовирусных средств, но и с тем фактом, что активность большинства противовирусных препаратов ограничена возбудителями одной инфекции [1].

В последние годы поиск новых антивирусных препаратов во многом связан с веществами растительного происхождения, так как растения вырабатывают большое количество сложных химических соединений, которые не образуются в животном организме. Исследование антивирусных свойств метаболитов растений при создании новых этиотропных противовирусных препаратов является весьма актуальной проблемой.

Объект наших исследований – индивидуальные кислотные метаболиты различных структурных групп из различных видов растений семейства Polygonaceae Juss. (*Polygonum amphibium* L., *Polygonum minus* Huds. Fl. Angl., *Rumex tianschanicus* A. Los., *Rumex confertus* Willd., *Rheum tanguticum* Maxim.), заготовленных в фазу цветения в предгорьях Заилийского Алатау.

Предварительную подготовку растительного сырья проводили в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Республики Казахстан [2].

Выделение суммы свободных органических кислот проводили методом анионообменной хроматографии на ионите АВ-17. Для этого сток стеклянной колонны покрывали увлажненным войлоком, заполняли подготовленным к работе ионитом АВ-17 до высоты 100 мм. При полностью открытом кране колонны вливали 5М уксусную кислоту до положения чуть выше поверхности ионита и промывали 50 мл 0.1М раствора уксусной кислоты. Выделение свободных органических кислот из спиртового экстракта проводили следующим образом: 10 мл общего водного экстракта вносили на подготовленный к работе анионит и пропускали со скоростью 1 капля/с. Затем промывали колонку с такой же скоростью 50 мл 0.1М раствора уксусной кислоты, а затем 50 мл очищенной воды. Связанные с анионитом кислоты элюировали со скоростью 1 капля/с 100 мл 1М раствора натрия сульфата [3].

Для выделения феноло- и оксикоричных кислот к сконцентрированному спиртовому экстракту растений добавляли равный объем 5 % водного раствора бикарбоната натрия. При этом феноло- и оксикоричные кислоты образовывали хорошо растворимые в воде соли. Сопутствующие соединения трижды экстрагировали этилацетатом. Водную часть подкисляли (до pH 4–5). Феноло- и оксикоричные кислоты трижды экстрагировали этилацетатом. Этилацетатный экстракт несколько раз промывали водой в делительной воронке для удаления минеральной кислоты и концентрировали в мягких условиях [3].

Дополнительную очистку кислот осуществляли препаративной ВЭЖХ на колонке LiChrospher RP-C₁₈ с использованием подвижных фаз: 0,1 % трифторуксусная кислота – ацетонитрил с увеличением содержания последнего в смеси от 10 до 100 % за 45 мин и метанол-уксусная кислота – вода с линейным градиентом подвижной фазы от (10 : 2 : 88) до (90 : 2 : 8) за 30 мин и использованием УФ детектора при 276 нм [4].

Выделение аминокислот проводили в течение суток экстракцией 50 %-м водным этанолом в соотношении 1 : 6 при комнатной температуре и периодическом встряхивании. Экстракт переносили в колбу со шлифом и упаривали на вакуумном ротаторном испарителе до сухого остатка; 1 г сухого остатка гидролизвали в 5 мл 6Н соляной кислоты при 105 °С. Полученный гидролизат выпаривали

досуха на вакуумном роторном испарителе при 40 °С, а осадок растворяли в 5 мл 5 %-й сульфосалициловой кислоты. Раствор центрифугировали в течение 15 мин при скорости 2500 об/мин [3].

Полученный раствор анализировали методом ВЭЖХ в условиях обращенно-фазного процесса:

– неподвижная фаза – Inertsil ODS-C₈;

– подвижная фаза – А: CH₃CN – 0.1M CH₃COONH₄ (5:95); В: CH₃CN – 0.1M CH₃COONH₄ (60:40)

при градиентном элюировании: А/В от 100:0 до 0:100 за 14 мин;

– УФ детектор – 254 нм;

– скорость потока ПФ – 0,5 мл/мин [4].

Исследование антивирусной активности кислотных метаболитов проводилось в Институте микробиологии и вирусологии МОН РК. В работе были использованы ортомиксовирусы: вирус гриппа птиц, штамм А/FPV/Rostock/34; вирусы гриппа человека – штаммы А/MRC/11, А/Ленинград/54/1, А/X-7, А/X-73; вирус гриппа свиней А/swine/Iowa/30; парамиксовирусы: вирус болезни Ньюкасла, штаммы А/PMV-1/chicken/Beaudette, А/PMV-1/chicken/LaSota/46, PMV-1/chicken/Almaty/ 47/98; вирус парагриппа Сендай, штамм 960.

Ингибирование репродукции вирусов кислотными метаболитами определялось при одновременном инокулировании в куриные эмбрионы исследуемых растительных препаратов в различных концентрациях и вируса в количестве 100 ЭИД₅₀ с последующим определением титра гемагглютинации [5].

В ходе экспериментов установлено, что при исследовании препаратов максимальной (2,5 %) концентрации 100 % ингибирующей активностью по отношению к исследуемым штаммам вирусов гриппа обладали представители всех четырех групп кислотных метаболитов. Наибольшую активность при концентрации 2,5 % проявили феноло- и оксикоричные кислоты, общим структурным фрагментом которых была 4-гидроксигруппа в бензольном кольце.

В аналогичных условиях 100 % ингибирующей активностью по отношению к вирусу гриппа птиц обладало четыре препарата, общим структурным фрагментом которых была 4-гидроксигруппа в бензольном кольце. Три метоксилированные фенолокислоты показали значительно меньшую антивирусную активность, понижая репродукцию вируса в аллантоисной полости куриных эмбрионов на 60, 40 и 20 % соответственно. Вирусингибирующая активность аминокислот оказалась значительно ниже, чем у феноло- и оксикоричных кислот.

Понижение концентрации исследуемых препаратов до 0,25 и далее до 0,025 % приводило к еще большему уменьшению вирусингибирующей активности кислотных метаболитов, от 70–80 % ингибирования вирусов в случае 4-замещенных оксикоричных кислот до исчезновения активности в случае аминокислот.

При уменьшении концентрации препаратов до 0,25 % и ниже вирусингибирующая активность оксикоричных и фенолокислот снижалась мало, а окси- и аминокислот – значительно больше. Общий ряд вирусингибирующей активности групп БАВ растительных кислотных метаболитов Polygonaceae Juss. можно представить в следующем виде: аминокислоты < оксикислоты < фенолокислоты < оксикоричные кислоты.

Активность двухосновных кислот (оксикислоты) оказалась значительно выше их одноосновных аналогов. Увеличение длины углеродной цепи в случае окси- и аминокислот снижало величину антивирусной активности, тогда как в ряду γ-, β-, α- амино- и оксикислот активность увеличивалась. Ароматические аминокислоты оказались более активны. При появлении фенольных гидроксильных групп в структуре кислот увеличивалась вирусингибирующая и вирулицидная активность последних. Большое влияние на активность оказывало наличие незамещенного 4-гидроксила, еще более активность увеличивало наличие 3,4-диокси- и 3,4,5-триоксигруппировки в структуре феноло- и оксикоричных кислот. Сравнение аналогично замещенных феноло- и оксикоричных кислот показало, что наличие цепи сопряжения в последних усиливает вирусингибирующее действие.

Основными фармакофорными группами в ряду кислотных метаболитов Polygonaceae Juss., таким образом, признаны: цепь сопряжения, орто- ди- и триокси- расположенные гидроксильные группы, фенольные гидроксилы.

Литература

1. Галегов Г.А., Андропова В.Л. Этиотропная лекарственная терапия вирусных инфекций // Вопр. вирусологии. 2004. № 3. С. 35–40.
2. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Алматы: Жибек жолы, 2008. Т. 1. 592 с.
3. Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А. Биологически активные вещества растений: выделение, разделение, анализ. Алматы: Атамұра, 2006. 438 с.
4. Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю. Методология исследования растительных метаболитов. Алматы: MV-Print, 2012. 324 с.
5. Gupta S. Drug Screening Methods. Kent: Anshan Publishers, 2009. 502 p.
6. USAID Country Health Statistical Report Kazakhstan // USAID Population, Health, Nutrition Information Project. 2004. 15 p.

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НЕКОТОРЫМИ ВИДАМИ РОДА AGASTACHE

Мяделец М.А.¹, Кукушкина Т.А.¹, Воробьева Т.А.²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: MarinaMyadelets@yandex.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук (БС УрО РАН), Екатеринбург, Россия
e-mail aroma.botsad@mail.ru

DYNAMICS OF ACCUMULATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF SOME SPECIES OF THE GENUS AGASTACHE

Myadelets M.A., Kukushkina T.A., Vorobjeva T.A.

Определено содержание биологически активных веществ (флавонолов, катехинов, танинов, пектинов, протопектинов, каротиноидов, сапонинов) в надземных органах *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Kuntze, *A. foeniculum* (Pursch) O. Kuntze, *A. urticifolia* (Benth.) O. Kuntze, *A. mexicana* (Humboldt, Bonpland et Kunth) Linit et Epling в зависимости от фенологической фазы развития в условиях интродукции Ботанического сада УрО РАН.

Ключевые слова: *Agastache rugosa*, *A. foeniculum*, *A. urticifolia*, *A. mexicana*, биологически активные вещества.

Род *Agastache* Clayton ex Gron. – многоколосник (сем. Lamiaceae) распространен в Северной Америке и Юго-Восточной Азии, включает 21 вид [2], из которых на территории России встречается только *A. rugosa*, произрастающий на Дальнем Востоке [4]. Виды рода *Agastache* (*A. rugosa*, *A. mexicana*, *A. foeniculum*) широко используются в народной медицине Восточной Азии и Северной Америки для повышения иммунитета, восстановления сил после нервных расстройств, при воспалительных заболеваниях и спазмах желудочно-кишечного тракта [13]. Исследования представителей рода *Agastache* представляют интерес в связи с возможностью их интродукции в различных регионах России [5].

Наиболее хорошо изучен *A. foeniculum* (лофант анисовый, многоколосник фенхельный), фитохимический состав которого свидетельствует о возможности его использования в качестве источника сырья для создания лекарственных препаратов, обладающих антиоксидантным, противомикробным, антимикотическим и пилотропным (укрепление, стимуляция роста волос и предупреждение их выпадения) действием [15]. Однако сравнительный анализ содержания биологически активных ве-

ществ (БАВ) выявил и другие не менее перспективные виды лекарственных растений рода *Agastache*. По содержанию основных групп БАВ *A. foeniculum*, *A. rugosa*, *A. mexicana*, *A. urticifolia* и *A. pringlei* практически одинаковы. Значительную часть составляют сапонины (до 20,75 %), дубильные вещества (до 17,45 %) и каротиноиды (до 330 мг%) [10]. Эти виды многоколосников рекомендованы для возделывания на территории России [3, 6]. При заготовке лекарственного сырья необходимо учитывать вероятность варьирования количественного содержания БАВ в разные фазы развития растений.

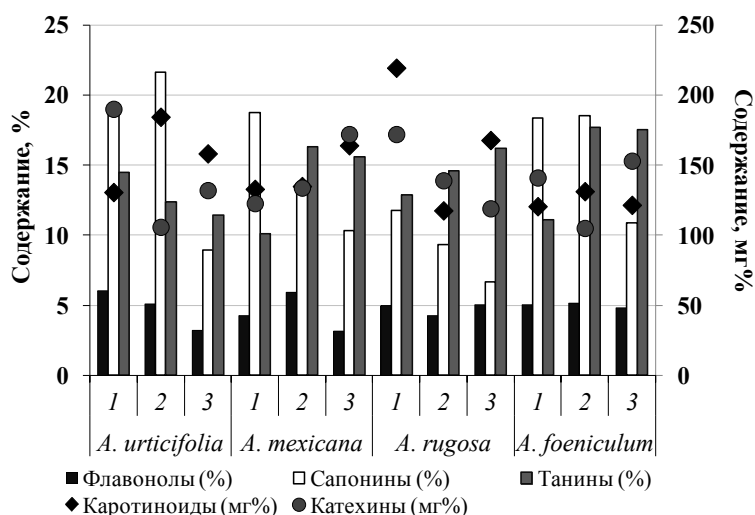
Цель работы – анализ содержания основных групп биологически активных веществ видов рода *Agastache* в зависимости от фенологической фазы развития.

Материалом исследования послужило сырье (соцветия, листья, стебли) видов рода *Agastache* (*A. rugosa* (Fisch. et Mey.) O. Kuntze – многоколосник морщинистый, *A. foeniculum* (Pursch) O. Kuntze – м. фенхельный, *A. urticifolia* (Benth.) O. Kuntze – м. крапиволистный, *A. mexicana* (Humbold, Bonpland et Kunth) Lint et Epling – м. мексиканский), культивируемых на интродукционном участке Ботанического сада Уральского отделения РАН. Образцы растений собраны в различные фенологические фазы развития от периода вегетации до начала плодоношения.

В полученных экстрактах определяли содержание фенольных соединений (флавонолов [1], флаванов (катехины) [9], танинов [8]), полисахаридов (пектины, протопектины) [12], тетратерпенов (каротиноиды) [11], терпеноидов (сапонины) [7]. Все показатели рассчитаны на абсолютно-сухую массу сырья.

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что на всех исследуемых фенологических фазах развития видов рода *Agastache* наблюдается корреляционная зависимость между содержанием в наземных органах флавонолов и дубильных веществ ($r = 0,80–0,91$), флавонолов и сапонинов ($r = 0,85–0,88$). Для *A. urticifolia* и *A. foeniculum* зависимость между содержанием флавонолов и катехинов $r = 0,83–0,91$. Для *A. mexicana* и *A. urticifolia* зависимость между содержанием катехинов и дубильных веществ $r = 0,93$. Наибольшее количество большинства исследуемых БАВ определено в листьях (рис. 1), наименьшее – в стеблях, за исключением протопектинов, количество которых незначительно отличается от такового в листьях и составляет 3,18–6,10 %.

В надземных органах *A. urticifolia* максимальные значения содержания флавонолов (в листьях – 5,08–6,04 %, в соцветиях – 6,03 %), катехинов (в листьях – 190 мг%), дубильных веществ (в листьях – 14,50 %) и сапонинов (в соцветиях – 24,08 %) отмечаются с периода вегетации до начала цветения. Количество пектинов (до 0,80 % в соцветиях), протопектинов (до 8,52 % в соцветиях) и каротиноидов (до 184,35 % в листьях) на протяжении исследуемых фаз развития изменяется незначительно.



Динамика содержания биологически активных веществ (в листьях) видов рода *Agastache*: 1 – вегетация – начало бутонизации, 2 – массовая бутонизация – начало цветения, 3 – массовое цветение – начало плодоношения

В органах *A. mexicana* наибольшее количество флавонолов (до 6,75 % в листьях) и сапонинов (до 29,23 % в соцветиях) содержится с периода вегетации до начала цветения. Содержание кате-

хинов (до 172,0% в листьях), дубильных веществ (до 16,30% в листьях), пектинов (до 0,70% в соцветиях, что значительно превышает содержание в листьях и стеблях), протопектинов (до 5,66% в листьях), каротиноидов (до 164,0% в листьях) практически не изменяется.

С периода вегетации до начала плодоношения в растениях *A. rugosa* содержание флавонолов (до 5,05% в листьях), катехинов (до 172,0 мг% в листьях), дубильных веществ (до 16,20% в листьях), протопектинов (до 6,39% в листьях), каротиноидов (до 219,34 мг% в листьях) изменяется незначительно. Пектины в большем количестве (до 0,81%) содержатся в соцветиях с периода массовой бутонизации до начала плодоношения, сапонины (до 14,52% в соцветиях) – с периода вегетации до начала цветения.

В растениях *A. foeniculum* содержание флавонолов (до 6,18% в соцветиях), катехинов (до 161,0% в соцветиях), протопектинов (до 7,27% в листьях), каротиноидов (до 131,23 мг% в листьях) с периода вегетации практически не изменяется. Дубильные вещества максимально (до 17,55%) накапливаются в листьях с периода массовой бутонизации до начала плодоношения. В растениях *A. foeniculum*, выращенных в условиях Ставропольского края, наиболее высоким содержанием дубильных веществ отличаются стебли (до 12,33%), в листьях их – 6,98–7,60% [13].

Полученные значения содержания БАВ в надземных органах исследуемых видов рода *Agastache* свидетельствуют о возможности заготовки лекарственного сырья с периода вегетации до начала плодоношения. Однако, учитывая урожайность фитомассы [14] и фенологическую фазу развития, когда растения богаты всеми исследуемыми группами БАВ, надземную часть *A. rugosa*, *A. foeniculum*, *A. urticifolia*, *A. mexicana* целесообразно заготавливать в период цветения.

Работа выполнена при поддержке Интеграционных проектов СО РАН № 20 и Уральского отделения РАН № 12-С-4–1028.

Литература

1. Беликов В.В., Шрайбер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. Т. 19. Вып. 1. С. 66–72.
2. Буданцев А.Л. Триба *Nepetae* Benth. семейства *Lamiaceae* Lindl. (систематика, география, возможность использования): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1993. 22 с.
3. Васфилова Е.С., Воробьева Т.А. Особенности интродукции в условиях Среднего Урала некоторых видов лекарственных и пряно-ароматических растений североамериканского происхождения // Итоги интродукции и селекции травянистых растений на Урале. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2008. С. 16–33.
4. Ворошилов В.Н. Определитель растений Советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 672 с.
5. Демьянова Е.И., Шумихин С.А., Дубровских М.М. К антэкологии и семенной продуктивности трех видов многоколосника (*Agastache* Clayt. ex Gronov.) в условиях интродукции в Приуралье // Вестн. Удмурт. ун-та. Биология. Науки о Земле. Вып. 2. 2011. С. 61–65.
6. Дмитриева В.Л., Дмитриев Л.Б. Изучение состава эфирных масел эфирно-масличных растений Нечерноземной зоны России // Изв. ТСХА. 2011. Вып. 3. С. 106–119.
7. Ермаков А.И. и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
8. Киселева А.В., Волхонская Т.А., Киселев В.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. 136 с.
9. Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: Материалы VII Междунар. съезда. СПб., 2003. С. 64–69.
10. Мяделец М.А., Кукушкина Т.А., Воробьева Т.А., Шалдаева Т.М. Биологически активные вещества и антиоксидантная активность растений рода *Agastache* Clayton ex Gron. (*Lamiaceae* L.), культивируемых в условиях Среднего Урала // Химия растит. сырья. № 4. С. 147–152.
11. Полевой В.В., Максимова Г.Б. Методы биохимического анализа растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. 192 с.

12. Федосеева Л.М. Изучение дубильных веществ подземных и надземных вегетативных органов бадана толстолистого (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch.), произрастающего на Алтае // Химия раст. сырья. 2005. № 2. С. 45–50.

13. Чумакова В.В. Фармакогностическое изучение лофанта анисового (*Agastache foeniculum* (Pursh.) O. Kuntze) семейства яснотковые (Lamiaceae): Автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Пятигорск, 2013. 25 с.

14. Чумакова В.В., Попова О.И. Лофант анисовый – перспективная культура многопланового использования // Достижения науки и техники АПК. Земледелие и растениеводство. 2013. № 10. С. 36–38.

15. Чумакова В.В., Попова О.И. Лофант анисовый (*Agastache foeniculum* L.) – перспективный источник получения лекарственных средств // Фармация и фармакология. 2013. № 1. С. 39–43.

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В УКРАИНЕ ВИДАХ РОДА *ECHINACEA*

Поспелов С.В., Поспелова А.Д.

Полтавская государственная аграрная академия (ПДАА), Полтава, Украина
e-mail: serg_ps@mail.ru

ACCUMULATION DYNAMICS OF HYDROXYCINNAMIC ACID DERIVATIVES OF GENUS *ECHINACEA* SPECIES INTRODUCED TO UKRAINE

Pospelov S. V., Pospelova A. D.

Приведены многолетние данные изучения динамики накопления производных гидроксикоричных кислот (ГОКК) в растениях эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) и эхинацеи бледной (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) в условиях Украины. У растений прегенеративного периода онтогенеза более всего ГОКК накапливалось в листьях эхинацеи пурпурной (3,38–4,49%) и эхинацеи бледной (1,37–1,69%). На второй год вегетации содержание ГОКК возрастало, максимальное количество отмечалось в корневищах с корнями весеннего отбора, листьях и соцветиях перед цветением (для эхинацеи пурпурной), цветущих соцветиях (для эхинацеи бледной). По содержанию производных гидроксикоричных кислот эхинацея бледная уступает эхинацее пурпурной, однако имеет технологические и фитохимические преимущества.

Ключевые слова: эхинацея пурпурная, *Echinacea purpurea*, эхинацея бледная, *Echinacea pallida*, производные гидроксикоричной кислоты, фитохимия, качество сырья.

Из девяти видов и двух разновидностей, описанных Макгрегором [7], сегодня в мировой медицине используется в основном три вида: эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* (L.) Moench), эхинацея бледная (*Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt.) и эхинацея узколистная (*Echinacea angustifolia* DC). В Украине успешно интродуцированы и выращиваются два из них [2]. Важным показателем качества сырья эхинацеи является содержание производных гидроксикоричных кислот (ГОКК), по которому стандартизируют сырье и продукты из него [3, 5].

Нами были проведены четырехлетние исследования по изучению динамики накопления ГОКК в частях и органах эхинацеи пурпурной и эхинацеи бледной на протяжении вегетации 1-го и 2-го второго года жизни. Для этого в условиях промышленных плантаций в Полтавской области проводили отбор образцов и их анализ согласно методике [1].

Установлено, что у эхинацеи пурпурной 1-го года вегетации больше всего гидроксикоричных кислот накапливалось в листьях (табл. 1). Уже на начальных этапах развития растений, при наличии у них 3–4 листьев, содержание ГОКК составляло 4,49%. В июле показатель снижался до 4,01%, в остальные месяцы вегетации содержание ГОКК в листьях составляло 3,38–3,51%. Уровень содер-

жания соединений в корневой системе в 1-ый год жизни изменялся незначительно, от 2,43 % до 2,88 %. При этом меньше всего ГОКК накапливалось в летние месяцы вегетационного периода.

Таблица 1

Динамика накопления ГОКК в растениях эхинацеи прегенеративного периода онтогенеза

Объект	Срок отбора				
	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Э. бледная, корневая система	1,00	0,89	0,99	1,02	0,85
Э. бледная, листья	1,13	1,69	1,49	1,52	1,37
Э. пурпурная, корневая система	2,48	2,88	2,49	2,43	2,61
Э. пурпурная, листья	4,49	4,01	3,38	3,51	3,50

Следует отметить, что, содержание производных ГОКК у эхинацеи бледной гораздо ниже, чем у эхинацеи пурпурной, что связано с биологическими особенностями вида и химическим составом фенольных соединений [5, 6]. В корневищах с корнями на протяжении 1-го года развития накапливалось 0,85–1,1 % производных ГОКК; при этом их максимальное количество отмечалось в июне и сентябре, а минимальное – в октябре (см. табл. 1). В листьях в июне зафиксировано 1,12 % соединений, в июле их содержание выросло до 1,74 %, что было максимумом накопления. В последующие месяцы вегетации уровень ГОКК оставался достаточно высоким: 1,49–1,52 % в августе–сентябре и до 1,37 % в октябре.

На протяжении генеративного периода наблюдались существенные колебания содержания ГОКК. В период весеннего отрастания больше соединений определялось в листьях (5,01 %), чем в корневищах и корнях (2,86 %), что указывает на интенсивный синтез веществ в листьях. В фазу стеблевания, которая проходила в мае, закономерность менялась (табл. 2). Отмечалось увеличение накопления ГОКК в корневищах с корнями – 3,8 %, а содержание соединений в листовых пластинках снижалось до 3,51 %. Данный факт можно объяснить тем, что в мае происходило активное образование стеблей и листьев, за счет этого снижалось общее содержание производных гидроксикоричных кислот в листьях. Вместе с тем, часть исследуемых веществ, скорее всего, транспортировалась в подземные органы, в результате чего в мае было зарегистрировано увеличение ГОКК на 34 % по сравнению с апрелем.

В июне активно формировались соцветия эхинацеи пурпурной на фоне интенсивного роста и развития растений. В этот месяц в листовых пластинах установлено рекордное содержание ГОКК – 5,11 %. В корневищах с корнями уровень соединений по сравнению с маем снизился на 0,84 % и составил 2,96 %. Вероятно, интенсивный синтез производных ГОКК в этот период связан с формированием соцветий, и этим же объясняется понижение их уровня в корневой системе растения.

Таблица 2

Динамика накопления ГОКК в растениях эхинацеи генеративного периода онтогенеза

Объект	Срок отбора					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Э. бледная, корневая система	1,92	0,84	0,71	0,76	0,64	–
Э. бледная, листья	1,32	0,84	1,08	0,99	1,22	–
Э. бледная, стебли	1,44	1,01	0,69	0,72	0,74	–
Э. бледная, соцветия	1,46	5,59	3,11	2,00	2,05	–
Э. пурпурная, корневая система	3,80	2,96	2,01	2,60	2,56	1,93
Э. пурпурная, листья	3,51	5,11	3,72	3,40	2,93	2,86
Э. пурпурная, стебли	2,54	2,51	1,64	1,82	1,74	1,38
Э. пурпурная, соцветия	–	5,44	4,41	4,02	0,81	–

В июле начиналось цветение эхинацеи пурпурной. Оценка содержания производных ГОКК в этот период указывает на значительное перераспределение веществ в растении. Как в листовых пластинках (3,72 %), так и корневищах с корнями (2,01 %) содержание соединений снижалось по сравнению с июньским отбором. В августе, во время плодообразования, уровень ГОКК в листовых

пластинках составил 3,4 %. Вместе с тем, в корневищах с корнями наблюдалось некоторое увеличение содержания цикориевой кислоты – на 0,59 % по сравнению с июлем. В сентябре, во время созревания плодов, содержание ГОКК в листовых пластинках было лишь немного больше, чем в корневищах с корнями (2,93 % и 2,56 % соответственно), а к концу вегетации накопление ГОКК в корнях снижалось до 1,93 %.

Образование стеблей у эхинацеи пурпурной начиналось в мае. В этот период содержание в них производных ГОКК было самым высоким за весь период вегетации – 2,54 % (см. табл. 2). Практически на таком же уровне оно оставалось и в июне (2,51 %). С началом цветения количество веществ снижалось, и уже в июле регистрировалось только 1,64 % цикориевой кислоты, а в августе – сентябре – 1,82 % и 1,74 % соответственно. Наиболее низкий уровень фенольных соединений отмечен в октябре во время уборки семян в сухих стеблях – 1,38 %.

Самый высокий уровень накопления производных ГОКК зафиксирован в соцветиях: в июне в формирующихся соцветиях содержание цикориевой кислоты составляло 5,44 % (см. табл. 2). В расцветших соцветиях уровень ГОКК снижался: в июле – 4,41 %, августе – 4,02 %, сентябре – 0,81 %. Более детальное изучение частей корзинки показало, что в цветоложе, остатках цветков и прицветниках определялись только следы ГОКК. В основном кислоты аккумулировались в семенах (0,78–0,80 %).

Эхинацея бледная существенно отличается от эхинацеи пурпурной по содержанию цикориевой кислоты (см. табл. 2). В листовых пластинках больше всего ГОКК накапливалось в мае (1,32 %), во время цветения и плодообразования их содержание снижалось до 0,84–1,08 %, но несколько повышалось к концу вегетации (1,22 %). В период начала вегетации содержание фенольных соединений в корневищах с корнями было невысоким (0,72 %), но возрастало до максимума во время стеблевания (1,92 %). В дальнейшем уровень ГОКК снижался, самое низкое накопление соединений отмечалось в сентябре – 0,64 %.

Максимальное содержание производных гидроксикоричных кислот в растениях второго года вегетации установлено в соцветиях и стеблях (см. табл. 2). Достаточно высокий уровень соединений в стеблях, особенно в период формирования соцветий (1,44 %) и цветения (1,01 %), свидетельствует в пользу того, что гидроксикоричные кислоты локализовались в корзинках. Соцветия, которые формировались в мае, содержали много соединений (1,46 %), но самый высокий уровень фенольных веществ отмечен в июне в цветущих корзинках – 5,59 %. В дальнейшем содержание ГОКК снижалось, хотя общая закономерность сохранялась. Во время созревания плодов (август – сентябрь) уровень соединений еще оставался достаточно высоким (2,0–2,05 %).

Сравнивая эхинацею пурпурную и эхинацею бледную по содержанию ГОКК, можно отметить общую закономерность более низкого содержания производных гидроксикоричных кислот в эхинацее бледной, что, в первую очередь, связано с ее видовыми особенностями. На это обращают внимание ведущие исследователи биологически активных веществ представителей рода эхинацея [4] и считают это скорее преимуществом, чем недостатком, поскольку эхинацея бледная кроме производных гидроксикоричных кислот содержит уникальное соединение эхинакозид, тем самым объединяя полезные свойства эхинацеи пурпурной и эхинацеи узколистной. К сожалению, эхинацея бледная мало используется фармацевтической отраслью ввиду отсутствия на нее нормативно-технической документации.

Отмеченные выше закономерности необходимо учитывать при планировании уборки растений в самые оптимальные сроки, чтобы получить сырье высокого качества. Используя описанные выше биологические особенности, нами был разработан и запатентован способ эксплуатации плантаций эхинацеи. Для получения сырья высокого качества уборку надземной массы рекомендуется проводить во время цветения соцветий первого – третьего порядков [4].

Литература

1. Куркин В.А., Авдеева О.И., Авдеева Е.В. Мизина П.Г. Количественное определение суммы гидроксикоричных кислот в надземной части *Echinacea purpurea* (L.) Moench. // Растит. ресурсы. 1998. Т. 34. Вып. 2. С. 81–85.

2. Самородов В.Н., Поспелов С.В. Эхинацея в Украине: полувековой опыт интродукции и возделывания. Полтава: Верстка, 1999. 52 с.
3. Самородов В.Н., Поспелов С.В., Моисеева Г.Ф., и др. Фитохимический состав представителей рода эхинацея (*Echinacea purpurea* (L.) Moench.) и его фармакологические свойства (обзор) // Хим.-фарм. журн. 1996. Т. 30. № 4. С. 32–37.
4. Патент № 75240, Україна, МПК A01G7/00 (2012.01). Спосіб експлуатації плантації ехінацеї пурпурової / Поспелов С.В. Заявник і патентовласник Полтавська державна аграрна академія № u201205780 заявл. 11.05.2012; опубл. 26.11.2012. Бюл. № 22.
5. Bauer R., Wagner H. Echinacea species as potential immunostimulatory drugs // Econ. Med. Plant Res. 1991. Vol. 5. P. 253–321.
6. Franke R., Schenk R., Nagell A. *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt. – yield and echinacoside content // Изучение и использование эхинацеи: Материалы междунар. науч. конф. (Полтава, 21–24 сентября, 1998 г.). Полтава: Верстка, 1998. С. 92–96.
7. McGregor R. The taxonomy of the genus *Echinaceae* (Compositae) // University of Kansas Science Bulletin. 1968. Vol. 48. No. 4. P. 113–142.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА BIODUX НА АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ПИОНОВ

Реут А.А., Миронова Л.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт
Уфимского научного центра РАН (БСИ УНЦ РАН), Уфа, Россия
e-mail: cvetok.79@mail.ru

BIODUX PREPARATION EFFECT ON PEONY AMINO ACID COMPOSITION

Reut A.A., Mironova L.N.

Приведены данные изучения содержания аминокислот в корнях, цветках, листьях, стеблях и семенах некоторых представителей рода *Paeonia* L. (*P. lactiflora* Pall., *P. mlokosewitschii* Lomak., *P. hybrida* Pall., *P. anomala* L., *P. tenuifolia* L.). Выявлено, что регулятор роста *Biodux* повышает количественные показатели таких незаменимых аминокислот, как валин и лейцин.

Ключевые слова: *Paeonia*, регулятор роста, сырье, аминокислоты.

В последние годы возрос интерес к проблеме интродукции растений, которые содержат ценные биологически активные вещества (эфирные масла, полисахариды, аминокислоты, витамины и др.), необходимые организму человека. В связи с этим возникла потребность в изучении новых дополнительных растительных источников биологически активных веществ для расширения ассортимента уже используемых [3, 5].

Пион является перспективным источником растительного лекарственного сырья. В нем обнаружены свободные салициловая и бензойная кислоты, эфирные масла, дубильные вещества, пионофлуоресцин, глюкозид салицин [8, 9]. Однако аминокислотный состав большинства видов пиона изучен недостаточно.

Аминокислоты – это строительный материал, из которого строятся белки, необходимые организму человека; они являются биогенетическими предшественниками большой группы ценных алкалоидов, флавоноидов и др.

Сегодня для повышения продуктивности растений достаточно широко используются регуляторы роста [1, 2, 6, 7, 10, 11], однако их влияние на биохимические показатели растений изучено недостаточно.

Основной целью нашей работы было изучение влияния нового регулятора роста растений *Biodux* на химический состав сырья некоторых представителей рода *Paeonia* L. В настоящей статье приводятся данные только по аминокислотному составу.

Материалы и методы. Опыт проводили в 2014 г. на базе Ботанического сада-института УНЦ РАН. Многолетние кусты пиона однократно опрыскивали в фазе отрастания в четвертой декаде апреля водным раствором препарата *Biodux* (д.в. – арахидоновая кислота) в концентрации, рекомендованной производителем. В среднем для обработки одной сотки вегетирующих растений 2 мл препарата растворяли в 10 л воды. В каждом варианте обрабатывали по 20 растений. В качестве контроля использовали необработанные растения.

Для химического анализа в качестве объектов исследования были выбраны надземные (стебли, листья, цветки, семена) и подземные (корневища и корни) органы следующих видов пиона: *P. lactiflora* Pall., *P. mlokosewitschii* Lomak., *P. anomala* L., *P. hybrida* Pall. Образцы высушивали до воздушно-сухого состояния, затем измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм [4].

Количественное определение аминокислот в исследуемых объектах проводили на аминокислотном анализаторе ААА-339 (Чехия) в стандартных условиях, используемых для разделения белковых гидролизатов.

Результаты и их обсуждение. Результаты исследования влияния регулятора роста *Biodux* на аминокислотный состав пионов представлены в таблице. Установлено присутствие 14 аминокислот, 7 из которых являются незаменимыми. По суммарному содержанию аминокислот лидирующее положение занимает *P. mlokosewitschii*. Максимальное накопление аминокислот наблюдается в семенах, минимальное – в подземных органах. Сумма незаменимых аминокислот составляет от 2,48 до 8,37 %, сумма всех аминокислот – 6,12–13,30 %, что отражает биологическую ценность объектов исследования.

Регулятор роста *Biodux* увеличил количественные показатели большинства из 14 аминокислот, обнаруженных в сырье пиона, у всех изученных видов, но в разной степени, в зависимости от типа сырья.

В корнях *Biodux* повысил содержание от шести (*P. hybrida*) до десяти аминокислот (*P. mlokosewitschii*) в среднем в 1,1–6,7 раз по сравнению с контролем. У всех изученных видов возросли показатели таких аминокислот, как треонин (в 1,3–2,4 раза), пролин (в 1,1–1,2), глицин (в 1,2–1,9), валин (в 1,2–1,8), тирозин (в 1,5–6,7 раза).

В листьях под действием регулятора роста увеличилось содержание от двух (*P. lactiflora*) до пяти аминокислот (*P. hybrida*, *P. anomala*) в среднем в 1,1–16,0 раз по сравнению с контролем. Практически у всех изученных видов повысились показатели таких незаменимых аминокислот, как изолейцин (в 1,3 раза) и лейцин (в 1,2–2,8 раза).

В цветках *Biodux* повысил содержание от трех (*P. hybrida*, *P. anomala*) до восьми аминокислот (*P. lactiflora*) в среднем в 1,1–9,0 раз по сравнению с контролем. Практически у всех изученных видов повысились показатели таких аминокислот, как пролин (1,2–1,4 раза), изолейцин (в 1,1–2,4), лейцин (в 1,1–1,5 раза).

В стеблях применение *Biodux* повысило содержание от четырех (*P. hybrida*) до семи аминокислот (*P. lactiflora*) в среднем в 1,1–3,3 раза по сравнению с контролем. Практически у всех изученных видов возросли показатели таких аминокислот, как лизин (в 1,1–1,6 раза), гистидин (в 1,1–1,5), валин (в 1,2–2,7), лейцин (в 1,1–1,4 раза).

В семенах регулятор роста увеличил содержание от четырех (*P. anomala*, *P. mlokosewitschii*) до десяти аминокислот (*P. hybrida*) в среднем в 1,1–4,3 раза по сравнению с контролем. Практически у всех изученных видов повысились показатели таких аминокислот, как гистидин (в 1,1–1,2 раза), серин (в 1,2–2,0), валин (в 1,1 раза).

Препарат *Biodux* максимально увеличивает суммарное содержание аминокислот, в том числе незаменимых, в корнях и стеблях *P. hybrida*, *P. anomala* (в 1,1–1,4 раза по сравнению с контролем).

Выявлено, что регулятор роста *Biodux* оказал наибольшее влияние на рост количественных показателей таких незаменимых аминокислот, как валин и лейцин. Кроме того, показано, что препарат *Biodux* максимально повлиял на изменение содержания аминокислот в корнях, минимально – в листьях пионов. Наиболее отзывчивым на данный регулятор роста оказался *P. lactiflora*, наименее – *P. anomala*.

Влияние регулятора роста *Biodux* на содержание аминокислот в образцах сырья

Вариант опыта	Вид сырья	Содержание незаменимых аминокислот, %								Суммарное содержание аминокислот
		Лизин	Метионин	Треонин	Валин	Изолейцин	Лейцин	Фенилаланин	Сумма незаменимых аминокислот	
Paeonia lactiflora Pall.										
Biodux	Корень	0,43	0,07	0,09	1,04	0,38	0,64	0,13	2,78	6,06
	Цветок	0,37	0,09	0,14	0,98	0,36	0,52	0,18	2,64	5,97
	Лист	0,35	0,32	0,39	0,59	0,45	0,13	0,37	2,60	6,77
	Стебель	1,26	0,14	0,02	0,27	0,91	0,99	0,03	3,62	7,94
	Семена	2,05	0,33	0,38	2,75	0,33	1,55	0,49	7,88	12,2
Контроль	Корень	0,96	0,10	0,04	0,57	0,54	0,59	0,08	2,88	6,25
	Цветок	0,73	0,03	0,02	1,05	0,37	0,67	0,09	2,96	5,87
	Лист	0,36	0,33	0,45	0,80	0,34	0,02	0,46	2,76	7,35
	Стебель	1,34	0,17	0,05	0,10	0,87	1,01	0,05	3,59	7,59
	Семена	2,08	0,34	0,37	2,42	0,44	1,55	0,49	7,69	11,8
Paeonia mlokosewitschii Lomak.										
Biodux	Корень	0,63	0,07	0,09	0,48	0,52	0,64	0,07	2,50	6,24
	Цветок	0,56	0,03	0,07	1,23	0,35	0,69	0,13	3,06	6,38
	Лист	0,29	0,30	0,37	0,98	0,45	0,27	0,33	2,99	7,29
	Стебель	1,06	0,09	0,02	0,05	0,73	0,93	0,08	2,96	6,76
	Семена	2,15	0,35	0,41	2,89	0,31	1,58	0,50	8,19	13,3
Контроль	Корень	0,76	0,08	0,06	0,42	0,49	0,59	0,08	2,48	5,93
	Цветок	0,39	0,08	0,15	1,27	0,29	0,56	0,23	2,97	6,74
	Лист	0,27	0,30	0,36	1,17	0,36	0,28	0,33	3,07	7,27
	Стебель	1,01	0,11	0,02	0,40	0,62	0,76	0,07	2,99	6,68
	Семена	2,16	0,37	0,40	3,00	0,32	1,62	0,50	8,37	13,1
Paeonia anomala L.										
Biodux	Корень	0,99	0,09	0,08	0,84	0,38	0,60	0,19	3,17	6,80
	Цветок	0,48	0,05	0,07	1,21	0,33	0,67	0,14	2,95	6,22
	Лист	0,47	0,38	0,45	1,39	0,25	0,25	0,49	3,68	8,94
	Стебель	0,99	0,10	0,03	0,62	0,48	0,67	0,10	2,99	6,51
	Семена	2,05	0,35	0,39	2,86	0,30	1,52	0,48	7,95	12,3
Контроль	Корень	0,95	0,11	0,06	0,53	0,43	0,47	0,15	2,70	6,12
	Цветок	0,47	0,06	0,08	1,76	0,14	0,63	0,17	3,31	6,57
	Лист	0,44	0,37	0,47	1,32	0,27	0,21	0,49	3,57	8,96
	Стебель	0,92	0,08	0,06	0,54	0,51	0,61	0,13	2,85	6,58
	Семена	2,15	0,36	0,44	2,73	0,33	1,56	0,57	8,14	12,8
Paeonia hybrida Pall.										
Biodux	Корень	0,73	0,10	0,19	0,94	0,28	0,34	0,23	2,81	6,34
	Цветок	0,72	0,02	0,03	1,27	0,35	0,79	0,02	3,20	5,94
	Лист	0,33	0,31	0,36	0,29	0,66	0,51	0,38	2,84	8,28
	Стебель	1,18	0,14	0,02	0,11	0,77	0,96	0,04	3,22	7,50
	Семена	1,42	0,15	0,22	3,18	0,15	1,14	0,38	6,64	10,2
Контроль	Корень	0,88	0,11	0,08	0,64	0,27	0,33	0,22	2,53	5,70
	Цветок	0,33	0,10	0,15	0,83	0,39	0,54	0,20	2,54	6,14
	Лист	0,54	0,37	0,49	0,60	0,51	0,18	0,51	3,20	8,84
	Стебель	1,12	0,13	0,03	0,07	0,79	0,84	0,08	3,06	7,55
	Семена	1,38	0,10	0,21	3,13	0,05	1,02	0,31	6,20	9,48

Выводы. Изучен аминокислотный состав сырья *P. lactiflora* Pall., *P. mlokosewitschii* Lomak., *P. anomala* L., *P. hybrida* Pall. Установлено присутствие 14 аминокислот, 7 из которых являются незаменимыми. По суммарному содержанию аминокислот лидирующее положение занимает *P. mlokosewitschii*. Максимальное накопление аминокислот наблюдается в семенах, минимальное –

в подземных органах. Сумма незаменимых аминокислот составляет от 2,48 до 8,37%, сумма всех аминокислот – 6,12–13,30%, что отражает биологическую ценность объектов исследования.

Показано, что под действием препарата *Biodux* происходит изменение содержания и соотношения аминокислот в сырье из различных частей растений. Практически у всех изученных видов повысились показатели таких аминокислот, как гистидин (в 1,1–1,2 раза), серин (в 1,2–2,0), валин (в 1,1 раза). Максимально увеличилось суммарное содержание аминокислот, в том числе незаменимых, в корнях и стеблях *P. hybrida* и *P. anomala* в 1,1–1,4 раза по сравнению с контролем.

Использование препарата *Biodux* представляется перспективным для повышения качества сырья *P. lactiflora*, *P. mlokosewitschii*, *P. anomala*, *P. hybrida* по аминокислотному составу, однако этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Работа выполнена в рамках Программы Отделения биологических наук РАН «Рациональное использование биологических ресурсов России: фундаментальные основы управления».

Литература

1. Миронова Л.Н., Реут А.А., Юлбарисова Р.Р. Влияние препарата *Biodux* на увеличение продуктивности цветочно-декоративных растений // Субтропическое и декоративное садоводство. 2013. № 48. С. 145–149.
2. Миронова Л.Н., Реут А.А., Юлбарисова Р.Р. Повышение продуктивности представителей рода хоста в результате обработки регуляторами роста // Вестн. БашГУ. 2013. Т. 18. № 3. С. 748–749.
3. Реут А.А., Миронова Л.Н. Аминокислотный состав некоторых представителей растений семейства пионовых // Сб. науч. тр. Sworld. 2012. Т. 45. № 4. С. 14–16.
4. Реут А.А., Миронова Л.Н. Изучение аминокислотного и элементного состава представителей семейства *Raeoniaceae* Rudolphi // Изв. УНЦ РАН. 2013. № 3. С. 61–63.
5. Реут А.А., Миронова Л.Н. Исследование элементного и аминокислотного состава растительного сырья некоторых представителей рода *Raeonia* L. // Субтропическое и декоративное садоводство. 2013. № 48. С. 200–203.
6. Реут А.А., Миронова Л.Н. К вопросу повышения продуктивности представителей рода *Hosta* Tratt. при культивировании в Башкирском Предуралье // Аграрная Россия. 2014. № 7. С. 6–12.
7. Реут А.А., Миронова Л.Н. К вопросу повышения продуктивности представителей рода *Iris* L. при культивировании в Башкирском Предуралье // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. 2014. № 3–3. С. 101–104.
8. Реут А.А., Миронова Л.Н. Новый способ повышения семенной продуктивности пионов в Башкортостане // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. XXXX. № 1. С. 265–268.
9. Реут А.А., Миронова Л.Н. Перспективы повышения семенной продуктивности пионов // Естественные и математические науки в современном мире. 2013. № 13. С. 132–136.
10. Реут А.А., Миронова Л.Н. Результаты применения препарата *Biodux* на представителей семейства *Hostaceae* Mathew // Современные тенденции в сельском хозяйстве: Сб. тр. III Междунар. науч. интернет-конф. Казань: ИП Синяев Д.Н., 2014. С. 104–107.
11. Реут А.А., Миронова Л.Н., Федяев В.В. Использование регуляторов роста при семенном размножении растений семейства *Raeoniaceae* Rudolphi // Вестн. БашГУ. 2006. Т. 11. № 4. С. 51–53.

ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАВЫ ЛАПЧАТКИ СЕРЕБРИСТОЙ (*POTENTILLA ARGENTEA*), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ПОС. ЧАРДЫМ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Романтеева Ю.В., Дурнова Н.А., Зараева Н.В.

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского»

(СГМУ), Саратов, Россия

e-mail: yuliyarom81@mail.ru

PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF SILVERLEAF CINQUEFOIL (*POTENTILLA ARGENTEA*) GRASS, GROWING IN VILLAGE CHARDYM OF SARATOV REGION

Romanteeva Yu.V., Durnova N.A., Zaraeva N.V.

Фитохимический анализ показал присутствие в траве *Potentilla argentea* L. флавоноидов, дубильных веществ, полисахаридов, тритерпеновых сапонинов. Сняты УФ-спектры извлечений из травы лапчатки серебристой. Обнаружен максимум поглощения при длине волны 400 нм.

Ключевые слова: *Potentilla argentea*, фитохимический анализ.

В народной медицине растения рода лапчатка широко используются как вяжущее, противовоспалительное, кровоостанавливающее, жаропонижающее и болеутоляющее средство; для выведения песка из почек, при лечении дизентерии и других болезней [3]. В официальной медицине нашли применение лишь лапчатка прямостоячая, гусиная и серебристая. Недостаток сведений о химическом составе и биологическом действии делает актуальными исследования перспективных видов лапчатки [3].

На территории Саратовской области широко распространена и массово произрастает лапчатка серебристая – многолетнее травянистое растение семейства Rosaceae [2, 4], которое мало изучено в данном регионе.

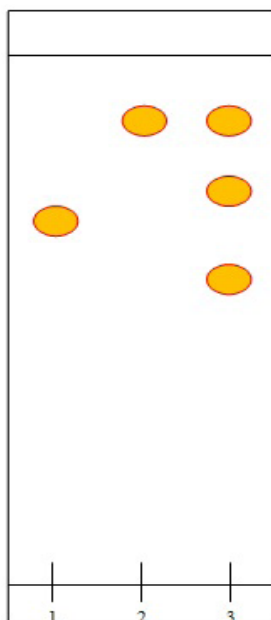


Рис. 1. Схема хроматограммы веществ и водно-спиртового извлечения

1 – раствор ГСО рутина;
2 – раствор ГСО кверцетина;
3 – 70%-е спиртовое извлечение

Цель работы – проведение фитохимического анализа травы лапчатки серебристой, произрастающей в пос. Чардым Саратовской области, для обнаружения полисахаридов, флавоноидов, тритерпеновых соединений, дубильных веществ, алкалоидов.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования использовали образцы воздушно-сухого сырья травы лапчатки серебристой (*herba Potentillae*), собранные в июне 2013 г. в пос. Чардым. Для проведения качественного анализа извлечения из сухого сырья лапчатки серебристой использовали общепринятую методику [1].

Для проведения тонкослойной хроматографии предварительно готовили подвижную фазу (элюирующую систему) из системы растворителей н-бутанол:ледяная уксусная кислота:вода (4:1:2) и вводили в камеру. Для сравнения использовали растворы ГСО рутин и кверцетин. Хроматографию проводили на пластинках SILUFOL 254, отмечая линии старта и финиша. Полученное отфильтрованное извлечение и растворы сравнения наносили на линию старта пластинки в количестве 10 мкл. Разделение веществ проводили в хроматографической камере, насыщенной парами подвижной фазы. По достижении линией фронта подвижной фазы линии финиша (10 мм от верхнего края пластинки) хроматографическую пластинку вынимали и сушили на воздухе в течение 5 мин до полного испарения подвижной фазы. Детекцию хроматограммы осуществляли газообразным проявителем: пластинку помещали в камеру с кристаллами йода и оставляли до появления интенсивной фиолетовой окраски. Определение искомого компонента в пробе проводили визуально путем сравнения размеров и интенсивности окраски его пятна с пятнами веществ сравнения.

УФ-спектры были сняты для извлечения, полученного экстракцией 70 %-м этиловым спиртом [5].

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных реакций в извлечениях из травы лапчатки серебристой были обнаружены флавоноиды, полисахариды, дубильные вещества, тритерпеновые сапонины.

Также нами была использована восходящая тонкослойная хроматография (ТСХ). Согласно данным ТСХ, в исследуемом спиртовом извлечении обнаружено три вещества флавоноидной природы: R_{f1} 0,57; R_{f2} 0,73; R_{f3} 0,87 (рис. 1).

При сравнении полученных зон абсорбции с R_f стандартного образца кверцетина ($R_{f\text{кверц.}}$ 0,88), характерного для данной подвижной фазы было обнаружено его присутствие в водно-спиртовом извлечении. Первое и второе пятна не идентифицированы.

Нами были получены УФ-спектры водно-спиртовых извлечений из сырья (рис. 2). Максимум поглощения окрашенных комплексов извлечений из травы лапчатки серебристой с раствором алюминия хлорида наблюдали при длине волны 400 нм (преобладают флавоны), что согласуется с данными литературы [5].

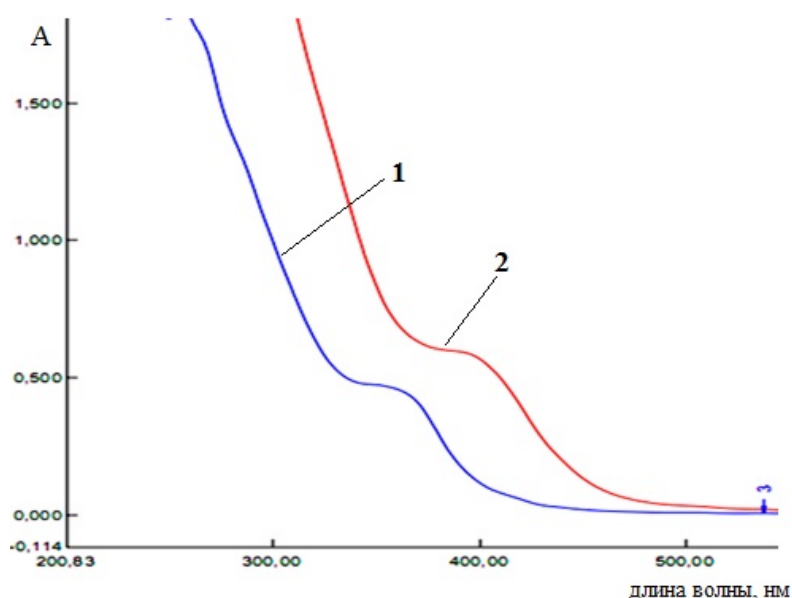


Рис. 2. УФ-спектр водно-спиртового извлечения из травы лапчатки серебристой (70 %-й этиловый спирт)

1 – раствор извлечения ($\lambda_{\text{max}} = 357$ нм); 2 – раствор извлечения с добавлением алюминия хлорида ($\lambda_{\text{max}} = 400$ нм)

Выводы. Качественными реакциями доказано присутствие в сырье лапчатки серебристой флавоноидов, дубильных веществ, полисахаридов, тритерпеновых сапонинов. Данные ТСХ-анализа могут быть применены при стандартизации сырья. В УФ-спектрах водно-спиртового извлечения из травы лапчатки серебристой установили максимум поглощения при $\lambda = 400$ нм, что может быть использовано при определении суммарного содержания флавоноидов. Разнообразный химический состав и широкое распространение лапчатки серебристой в Саратовской области обосновывают необходимость дальнейшего детального изучения лекарственного сырья этого растения в данном регионе.

Литература

1. Гринкевич Н.И., Сафронович Л.Н. Химический анализ лекарственных растений. М.: Высш. шк., 1983. 176 с.
2. Еленевский А.Г., Буланый Ю.Н., Радыгина В.И. Конспект флоры Саратовской области. Саратов: Наука, 2008. С. 128.

3. Куркин В.А. Фармакогнозия: Учебник. Изд.2-е, перераб. и доп. Самара: Офорт; ГОУ ВПО СамГМУ Росздрава, 2007. С. 944–946.

4. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. Изд.11-е, испр. и доп. М.: КМК, 2006. 303 с.

5. Складневская Н.В., Попова К.В. Стандартизация травы лапчатки серебристой // Фармация. 2013. № 5. С. 12–14.

ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ И СЛОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

Сиромля Т.И.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии
Сибирского отделения Российской академии наук (ИПА СО РАН), г. Новосибирск, Россия
e-mail: tatiana@issa.nsc.ru*

TYPICAL ERRORS AND THE DIFFICULTY OF DETERMINING THE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN MEDICINAL PLANT RAW MATERIAL

Siromlya T.I.

Элементный химический состав растений зависит от многих факторов, в том числе от валового содержания химических элементов в почвах и от количества их подвижных форм. Реальная транслокация тяжелых металлов из почвы в растения не превышает 0,01–0,001 % от их валового содержания в почвах, и лишь часть из них переходит в лекарственные формы. Проблемы, возникающие при определении содержания химических элементов в лекарственном растительном сырье и сравнении полученных данных с литературными, связаны с использованием различных методов анализа, с отсутствием стандартизированных методик экстракции, государственных стандартных образцов состава и свойств веществ для лекарственных растений, нормативов оценки загрязнения. При расчете коэффициента биологического накопления необходимо обращать внимание на используемый экстрагент. Некорректная математическая обработка экспериментальных данных приводит к несостоятельным и сомнительным результатам и выводам.

Ключевые слова: химические элементы, лекарственное растительное сырье, экстракты, нормирование, ПДК.

Биологическая роль химических элементов (ХЭ) в растениях – это важный и до конца не решенный вопрос. Еще в начале XX в. В.И. Вернадским была высказана мысль о том, что в живом веществе находятся все ХЭ. Это долгое время подвергалось сомнению в связи с незначительным содержанием многих ХЭ и отсутствием достаточно чувствительных методов анализа. Академик А.П. Виноградов [3] предполагал, что большое биологическое разнообразие и исключительная пестрота геохимических ситуаций на Земле способствовали использованию любого ХЭ с определенными метаболическими задачами. Еще в 70-е гг. прошлого века В.В. Ковальский [9] выделял среди элементов две группы: ХЭ, незаменимость которых для организмов установлена, и ХЭ, формы соединений которых недостаточно изучены, а физиологическая роль неизвестна. Разные исследователи подразделяют ХЭ на необходимые (питательные) и ненужные (примеси); биофилы и биофобы; витафилы, витафобы, фитофилы и толеранты; эссенциальные и токсичные (и даже особотоксичные) и т.п. Хотя еще в 90-е гг. были выявлены важные физиологические функции в живых организмах таких «токсичных» элементов, как As, Cd, Pb [1], можно лишь надеяться, что когда-нибудь станет общепринятым широко распространенное среди биогеохимиков мнение А.П. Виноградова: «Нет токсичных элементов, есть токсичные концентрации».

Элементный химический состав растительности обусловлен как внутренними (генетическими, видовыми и т.п.), так и внешними факторами – природно-климатическими, почвенными, эколо-

гическими и т.д. Л.Р. Ноздрихина, Н.И. Гринкевич отмечают, что ХЭ, содержащиеся в почве, могут иметь непосредственное отношение к обмену растительного организма и в определенные фазы развития растения могут быть связаны с синтезом биологически активных соединений, активизируя соответствующие ферменты [11]. Большая часть ХЭ в почве находится в прочно связанной форме, поэтому при проведении исследований в системе почва–лекарственное растение необходимо не только учитывать валовое содержание ХЭ, но и определять количество их подвижных, доступных растениям форм. Как показывает практика, зачастую оно превышает 1–10 % от общего количества, в связи с чем более актуальным становится не вопрос загрязнения почв ХЭ, а вопрос недостатка в почвах элементов минерального питания растений. Исследования В.Б. Ильина [7, 8] показали, что из общего количества содержащихся в почвах тяжелых металлов растения в целом поглощают менее 0,5 %. Из них до 90–95 % задерживается в корнях, в надземные органы (листья и стебли) перемещается 5–10 %, а в органы запасаания ассимилятов попадает лишь 0,1–1 %. Таким образом, реальная транслокация тяжелых металлов из почвы в растения, их поток в пищевую цепь не превышает 0,01–0,001 % от их валового содержания в почвах.

Все вышеизложенное относится и к элементному химическому составу лекарственного растительного сырья (ЛРС), но в данном случае необходимо также учитывать, что в медицине используются лекарственные формы – отвары, настойки и т.п., причем степень извлечения ХЭ в них зачастую может быть не очень значительной.

Для оценки степени накопления ХЭ растениями исследователи часто рассчитывают коэффициенты биологического поглощения и биогеохимической подвижности [12]. Последний часто называют коэффициентом биологического накопления (КБН), и именно при расчете данного коэффициента возникает следующая проблема: из-за отсутствия четких методических указаний разные авторы используют в своих исследованиях различные экстрагенты, что очень затрудняет либо делает невозможным сопоставление полученных результатов. Так, например, в почвенно-экологических исследованиях для экстракции подвижной формы ХЭ из почв используется классический экстрагент – ацетатно-аммонийный буферный раствор с pH 4,8 (ААБ), именно для него приводятся предельно допустимые значения в ГН 2.1.7.2041–06. В широко известной работе М.Я. Ловковой с соавторами [10] использован другой экстрагент – 1 н HCl. Получаемые при этом расчетные коэффициенты будут ниже в разы, так как 1 н HCl априори является более сильным экстрагентом по сравнению с ААБ и извлекает из почвы большее количество ХЭ.

В некоторых работах авторы вообще не указывают экстрагент, которым извлекали подвижную форму ХЭ, не говоря уже о подробном описании условий экстракции. Более того, иногда вместо подвижной формы используют данные о валовом содержании – это легко понять, если приводятся данные о содержании в почве 1500 мг/кг марганца (предельно допустимое значение для валового содержания). Встречаются также публикации, авторы которых не обращают внимания на то, что в работе М.Я. Ловковой и др. [10] для многих растений приведены не абсолютные содержания микроэлементов, а значения их коэффициентов биологического накопления, и сравнивают с этими показателями содержание ХЭ, выраженное в мг/кг.

Дополнительно хотелось бы обратить внимание, что в публикациях желательно приводить данные не только о зольности, но и о содержании золы, нерастворимой в 10 % HCl. Авторы зачастую пренебрегают этой информацией, хотя это один из показателей, нормируемых ГФ [4], который также хорошо отражает содержание минеральных примесей в ЛРС.

Не всегда авторы указывают, в мг/кг «чего» приводится содержание – золы, воздушно-сухого или абсолютно сухого вещества. Хотя здесь ситуация немного легче: содержание ХЭ в золе все-таки намного выше, его сложно спутать с содержанием ХЭ в сухом веществе, воздушно-сухое или абсолютно сухое вещество – с точки зрения элементного анализа можно считать непринципиальным. Как показывает практика, разница во влажности между этими показателями составляет не более 8–10 %. Теперь обратимся к ГОСТ 30178–96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов»: «... воспроизводимость (R) данного метода зависит от массовой доли элемента в продукте и при $p=0,95$ не должно превышать значений, указанных в табл. 2».

Вот некоторые цифры из данной таблицы: при массовой доле элемента в продукте $0,01 \text{ млн}^{-1}$ для свинца и кадмия относительное стандартное отклонение воспроизводимости составляет 50 и 40 % соответственно, при содержании железа 200 млн^{-1} – 15 % и т.д.

В Государственной фармакопее [4] нет точного указания на подготовку экстрактов для определения ХЭ методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Поэтому хотелось бы привлечь внимание исследователей к необходимости тщательного и подробного описания методик, с указанием соотношения сырье: экстрагент, температуры, времени экстрагирования и прочих параметров. Например, как показали наши исследования, изменение объема воды (1 : 20 вместо 1 : 10) для приготовления отваров *Plantago major* L. при прочих равных условиях в 3–5 раз увеличивает выход в экстракты многих ХЭ.

Дополнительную сложность при анализе ЛРС представляет отсутствие государственных стандартных образцов состава и свойств веществ, аттестованных на содержание ХЭ в лекарственных формах. Если для почв есть образцы, аттестованные на валовое содержание более 30 ХЭ, на содержание подвижных форм (1 М HNO_3 , ААБ) для отдельных ХЭ, то растительные образцы аттестованы лишь на валовое содержание около 10 ХЭ. Для водо- и спирторастворимых форм таких значений нет, а ведь при атомно-абсорбционном определении на точность анализа очень сильно влияет матрица исследуемого раствора, особенно с примесями органических веществ.

Особое внимание хотелось бы обратить на математическую обработку экспериментальных данных. Масса замечаний, зачастую очень жестких и серьезных, высказывается в адрес медицинских и биологических исследований на сайте биостатистики в медицине «Биометрика-Томск» <http://www.biometrica.tomsk.ru/>, там даже создан раздел «Кунсткамера». Одна из наиболее распространенных ошибок – несоблюдение условий применения критерия Стьюдента (нормальности распределения, равенства генеральных дисперсий и т.д.), в связи с чем авторские выводы о результатах сравнения средних с помощью критерия Стьюдента называют несостоятельными и сомнительными. Кроме того, в большинстве работ приводят средние содержания и ошибки среднего (либо стандартное отклонение), из чего следует, что авторы при обработке данных принимают нормальный закон распределения величин; однако рассчитанные коэффициенты вариации во многих случаях превосходят 50 % либо значение ошибки или стандартного отклонения настолько велико, что диапазон «три сигмы» уходит в область отрицательных значений, а это указывает на логнормальный или экспоненциальный закон распределения. Таким образом, приводимое среднее значение будет существенно завышено, что сильно исказит реальную картину. В литературе много доказательных примеров как нормального, так и логарифмического распределения содержания ХЭ в природных объектах [2, 6, 13, 15], что подтверждает необходимость проверки нормальности распределения полученных значений в каждом конкретном случае.

В настоящее время нормативы для оценки загрязнения ЛРС тяжелыми металлами не разработаны, поэтому в качестве ориентировочных критериев экологической чистоты используют допустимые уровни, принятые для чая, биологически активных добавок (БАД) на растительной основе, овощей и фруктов и т.д. И.В. Гравель с соавторами [5] и многие другие исследователи высказывают мнение, что нормирование содержания тяжелых металлов в сырье и фитопрепаратах – одна из важнейших задач современной науки. При этом хотелось бы обратить внимание, что ПДК – это вовсе не летальная доза. В СанПиН и ГН можно найти следующее определение: «ПДК – предельно допустимая концентрация вредного вещества, которая при ежедневном воздействии на организм человека в течение неопределенно длительного времени не вызывает отклонения в здоровье настоящего и будущего поколений». Так, ПДК химических веществ для почв, принятые в настоящее время, подвергаются резкой критике со стороны специалистов почвоведов, биогеохимиков, агрохимиков и прочих из-за чрезмерной жесткости и необоснованности с научной точки зрения [14].

За последние десятилетия сотрудниками Института почвоведения и агрохимии СО РАН установлено, что в Западной Сибири нет проблемы загрязнения растительной продукции тяжелыми металлами, напротив, наблюдается тенденция снижения обеспеченности растений макро- и микроэлементами, их дефицита в пище.

Исследованные нами лекарственные растения Новосибирской области и других регионов, собранные вдоль крупных автомагистралей, промышленных предприятий, ТЭЦ и т.п., в целом не загрязнены тяжелыми металлами, однако обнаруживаются превышения ПДК по зольности и содержанию золы, нерастворимой в 10 %-й соляной кислоте. Можно предположить, что городская среда не оказывает критического воздействия на изменение элементного химического состава растений, хотя очень резко проявляется влияние металлургических предприятий – оловокомбината в Новосибирске, свинцово-цинкового комбината и других предприятий в Усть-Каменогорске, горно-металлургического комбината в Норильске и т.д.

Литература

1. Авцин П.А., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.
2. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник. М.: Логос, 2000. 627 с.
3. Виноградов А.П. Основные закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой // Микроэлементы в жизни растений и животных. М.: Изд-во АН СССР, 1952. С. 7–20.
4. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. 11-е изд. М.: Медицина, 1990. 400 с.
5. Гравель И.В., Шойхет Я.Н., Яковлев Г.П., Самылина И.А. Фармакогнозия. Экоотоксиканты в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 304 с.
6. Динамика экосистем новосибирского Академгородка. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. 438 с.
7. Ильин В.Б. К оценке массопотока тяжелых металлов в системе почва – сельскохозяйственная культура // Агрохимия. 2006. № 3. С. 52–59.
8. Ильин В.Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва – растение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 221 с.
9. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 298 с.
10. Ловкова М.Я. и др. Почему растения лечат. М.: Ленанд, 2014. 288 с.
11. Ноздрюхина Л.Р., Гринкевич Н.И. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции. М.: Наука, 1980. 280 с.
12. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрель-2000, 1999. 768 с.
13. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 277 с.
14. Сысо А.И. Российские гигиенические нормативы экологической оценки почв, их научная обоснованность и проблемы использования // Тр. IX Междунар. биогеохим. шк. «Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии». Барнаул, 2015. Т. 2. С. 39–42.
15. Экогеохимия Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1996. 246 с.

СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *CAMPANULA*

Фомина Т.И., Кукушкина Т.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: fomina-ti@yandex.ru, kukushkina-phyto@yandex.ru

THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN ABOVE-GROUND PARTS OF SOME *CAMPANULA* SPECIES

Fomina T.I., Kukushkina T.A.

Определено содержание катехинов, флавонолов, танинов, сапонинов, пектиновых веществ, аскорбиновой кислоты и каротиноидов в листьях и цветках трех видов рода *Campanula* L., интродуцированных в лесостепную зону Западной Сибири. Количественное содержание основных групп биологически активных веществ исследовано в динамике – в фазы весеннего отрастания и цветения растений. Установлено, что надземные органы растений колокольчиков могут служить источником фенольных соединений, сапонинов, а молодые листья благодаря высокому содержанию аскорбиновой кислоты, каротиноидов и пектиновых веществ имеют пищевую ценность. Для всех показателей отмечена высокая межвидовая и индивидуальная и изменчивость.

Ключевые слова: *Campanula*, катехины, флавонолы, танины, сапонины, пектиновые вещества, аскорбиновая кислота, каротиноиды.

Виды рода *Campanula* L. – издавна культивируемые декоративные растения, хорошие медоносы и перганосы, имеют кормовое и пищевое значение. Некоторые из них применяются в народной медицине благодаря противовоспалительным, противоязвенным и седативным свойствам [13].

В фитохимическом отношении большинство представителей рода слабо изучены. Отсутствуют сведения о количественном содержании метаболитов в различных органах растений и об их сезонной динамике. Цель настоящего исследования – определение основных групп биологически активных веществ (катехинов, флавонолов, танинов, сапонинов, пектиновых веществ, аскорбиновой кислоты, каротиноидов) и сравнительная характеристика их содержания в листьях и цветках трех видов рода *Campanula*.

Материалы и методы. Объектами исследования, выполненного в Центральном сибирском ботаническом саду, были виды рода колокольчик *Campanula* L. из секции *Rapunculus* (Fourr.) Boiss: колокольчик алтайский (*C. altaica* Ledeb.), колокольчик карпатский (*C. carpatica* Jacq.), колокольчик персиколистный (*C. persicifolia* L.). Это травянистые поликарпики, вполне адаптированные к условиям Западной Сибири и перспективные для ландшафтного дизайна региона [15]. Известно, что препараты из *C. persicifolia* обладают противоязвенной и противосудорожной активностью [2], а листья и цветки *C. altaica* используются в монгольской медицине для лечения нарывов и ран [16]. Молодые побеги этих видов пригодны в пищу [13].

Для определения содержания групп биологически активных веществ использовали свежесобранное сырье: молодые, вполне развитые листья – в фазу весеннего отрастания (май–начало июня), листья и цветки – в фазу массового цветения растений (июнь–июль). Количество катехинов определяли спектрофотометрическим методом [6], содержание флавонолов – по методу, основанному на реакции комплексообразования флавонолов с хлоридом алюминия [3]. Содержание танинов (гидролизуемых дубильных веществ) установлено спектрофотометрическим методом с использованием 2%-го водного раствора аммония молибденовокислого [14], количество сапонинов – весовым методом [4]. Для определения содержания пектиновых веществ применяли карбазольный метод [8], аскорбиновой кислоты – титриметрический метод, основанный на реакции Тильманса [8]. Суммарное количество каротиноидов определяли в ацетоново-этанольном экстракте спектрофотометрическим методом [5]. Все показатели, кроме аскорбиновой кислоты, рассчитаны на абсолютно сухую массу сырья.

Результаты и их обсуждение. В надземной части исследованных видов фенольные соединения представлены катехинами, флавонолами, танинами. Фенольным соединениям отводят активную роль в метаболизме растений как одному из факторов экологической пластичности и адаптивной изменчивости вида. Установлено важное значение этой группы метаболитов для профилактики и лечения различных заболеваний благодаря Р-витаминной, антиоксидантной и противовоспалительной активности [12].

Содержание катехинов в надземных органах колокольчиков незначительное и выше в растущих листьях – до 0.19 %. В фазу цветения этих соединений больше в цветках, чем в листьях, – в пределах 0.07–0.13 %. Показатель слабо варьирует на видовом уровне и по годам (см. таблицу).

Количество флавонолов максимальное в фазу весеннего отрастания и варьирует на видовом уровне от 1.8 до 3.9 %. В период цветения их содержание в листьях существенно снижается, в цветках количество флавонолов достигает 1.7 %. Из исследованных видов наибольшие значения показателя определены для *C. persicifolia*. У *C. altaica* сравнительно бедны флавонолами листья, а у *C. carpatica* – цветки.

Содержание биологически активных веществ (%) в надземных органах видов *Campanula* L.

Вид	Катехины	Флавонолы	Танины	Сапонины	Пектиновые вещва	Аскорбино- вая кислота*	Каротиноиды*
<i>Листья в фазу весеннего отрастания</i>							
<i>C. altaica</i>	<u>0,11</u> 0,14	<u>1,8</u> 1,9	<u>13,1</u> 17,1	<u>9,5</u> 21,4	<u>6,1</u> 11,7	<u>161,7</u> 191,0	<u>132,4</u> 116,0
<i>C. carpatica</i>	<u>0,10</u> 0,19	<u>2,8</u> 2,8	<u>17,3</u> 17,7	<u>2,2</u> 30,3	<u>5,5</u> 5,6	<u>207,1</u> 206,0	<u>285,2</u> 138,2
<i>C. persicifolia</i>	<u>0,09</u> 0,10	<u>2,6</u> 3,9	<u>14,8</u> 15,8	<u>11,1</u> 17,4	<u>7,7</u> 9,1	<u>148,5</u> 179,5	<u>97,7</u> 116,9
<i>Листья в фазу цветения</i>							
<i>C. altaica</i>	<u>0,08</u> 0,06	<u>0,7</u> 1,3	<u>7,7</u> 6,7	<u>10,7</u> 17,3	<u>9,2</u> 9,7	<u>118,6</u> 62,7	<u>120,8</u> 193,4
<i>C. carpatica</i>	<u>0,09</u> 0,07	<u>2,3</u> 3,0	<u>13,3</u> 16,8	<u>13,4</u> 23,5	<u>6,1</u> 4,6	<u>110,0</u> 203,2	<u>232,9</u> 92,6
<i>C. persicifolia</i>	<u>0,00</u> 0,08	<u>3,1</u> 3,0	<u>14,0</u> 12,7	<u>9,5</u> 20,4	<u>4,2</u> 9,6	<u>162,0</u> 120,0	<u>434,4</u> 27,6
<i>Цветки</i>							
<i>C. altaica</i>	<u>0,12</u> 0,09	<u>1,6</u> 1,6	<u>5,4</u> 4,6	<u>5,2</u> 12,6	<u>11,9</u> 7,9	<u>130,9</u> 93,9	<u>—</u> 22,7
<i>C. carpatica</i>	<u>0,07</u> 0,13	<u>0,6</u> 0,3	<u>4,5</u> 3,8	<u>27,7</u> 6,8	<u>3,1</u> 11,4	<u>70,9</u> 67,7	<u>—</u> 14,5
<i>C. persicifolia</i>	<u>0,10</u> 0,08	<u>1,7</u> 1,3	<u>5,7</u> 3,6	<u>14,5</u> 10,9	<u>7,2</u> 7,3	<u>84,9</u> 76,6	<u>—</u> 4,9

Примечание. Числитель – значение 2011 г., знаменатель – значение 2013 г. Все показатели, кроме аскорбиновой кислоты, рассчитаны на абсолютно сухую массу сырья. * – содержание в мг%.

Листья колокольчиков богаты танинами. В период роста их содержание составляет 13,1–17,7 %, но понижается ко времени цветения. Существенное снижение количества танинов в листьях цветущих растений отмечено у *C. altaica*. В цветках колокольчиков их содержание – 3,6–5,7 %. Изменчивость этих показателей по годам значительная.

Сапонины в растениях регулируют ростовые процессы, служат фактором фитопатогенной защиты, в медицине входят в состав отхаркивающих, противовоспалительных, гипохолестеринемических средств [1]. Содержание сапонинов у колокольчиков варьирует в широком диапазоне значений в зависимости от вида и погодных условий. Экстремально влажная и прохладная погода мая 2013 г. способствовала повышенному синтезу сапонинов у всех исследованных видов, тогда как в умеренно теплом и влажном мае 2011 г. их содержание в листьях было сравнительно невысоким. В цветках колокольчиков содержание сапонинов, как и в листьях, может быть весьма высоким. Максимальное количество сапонинов определено в надземных органах *C. carpatica*: 30,3 % в молодых листьях, 23,5 % в листьях цветущих растений и 27,7 % в цветках.

Пектиновые вещества (пектины и протопектины) в растениях играют роль основных структурно-функциональных компонентов, в питании человека являются источником пищевых волокон, оказывают на организм гастропротективное и антиканцерогенное действие, снижают уровень холестерина и сахара в крови [10]. У исследованных видов содержание пектиновых веществ весьма различно: 4,2–11,7 % в листьях и 3,1–11,9 % в цветках. Известно, что недостаток влаги в период роста растений понижает содержание пектиновых полисахаридов, поэтому более высокие их концентрации у колокольчиков в 2013 г., возможно, связаны с избыточным увлажнением.

Витаминный комплекс видов *Campanula* представлен аскорбиновой кислотой и каротиноидами. Считается, что антиоксидантные свойства природных фенольных соединений проявляются при взаимодействии с аскорбиновой кислотой, в то же время их присутствие способствует сохранению витамина С в продуктах питания [12]. Колокольчики относятся к растениям с высоким содержанием аскорбиновой кислоты в надземной части [9, 11]. По нашим данным, особенно богаты его молодые листья, но и в листьях цветущих растений ее содержание остается высоким. Наибольшей С-витаминной активностью (более 200 мг%) отличается *C. carpatica*. Количество аскорбиновой кислоты весьма значительное и в цветках колокольчиков (67,7–130,9 мг%).

Каротиноиды обладают высокой антиоксидантной и антиканцерогенной активностью и при этом не вызывают гипervитаминоза [7]. Суммарное количество каротиноидов в листьях исследованных видов сильно варьирует, их максимальное значение весной у *C. carpatica* (285,2 мг%) и в период цветения у *C. persicifolia* (434,4 мг%). По данным 2013 г., содержание каротиноидов в цветках на порядок ниже, чем в листьях. Известно, что синтезу витаминов благоприятствует теплая и солнечная погода, поэтому наблюдаемые у колокольчиков колебания количества аскорбиновой кислоты и каротиноидов по годам обусловлены, прежде всего, влиянием внешних факторов.

Установлено, что *C. altaica*, *C. carpatica* и *C. persicifolia* характеризуются относительно высоким содержанием в надземных органах биологически активных веществ – флавонолов, танинов, сапонинов. Содержание катехинов незначительное. Благодаря высокому содержанию аскорбиновой кислоты, каротиноидов, пектиновых веществ колокольчики представляют кормовую и пищевую ценность. Для всех показателей, кроме количества катехинов, характерна высокая межвидовая и индивидуальная изменчивость.

Литература

1. Анисимов М.М., Чирва В.Я. О биологической роли тритерпеновых гликозидов // Успехи совр. биологии. 1980. Т. 90. Вып. 3 (6). С. 351–364.
2. Барнаулов О.Д., Лимаренко А.Ю., Маничева О.Д., Теслов Л.С. Противоальтеративная активность препаратов из растений семейства колокольчиковых // Проблемы освоения лекарственных ресурсов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1983. С. 174–175.
3. Беликов В.В., Шрайбер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. № 1. С. 66–72.
4. Киселева А.В., Волхонская Т.А., Киселев В.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 136 с.
5. Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта, 1982. 21 с.
6. Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения. СПб.; Пушкин, 2003. С. 64–69.
7. Маев И.В., Калюзин А.Н., Белый П.А. Витамины. М.: МЕДпресс-информ, 2011. 544 с.
8. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
9. Муравьева В.И., Баньковский А.И. Исследование растений, применяемых в народной медицине, на содержание аскорбиновой кислоты // Тр. ВНИИ лекарственных растений. 1947. Вып. IX. С. 39–118.

10. Оводов Ю.С. Современные представления о пектиновых веществах // Биоорг. химия. 2009. Т. 35. № 3. С. 293–310.
11. Панкова И.А. Травянистые С-витаминотранспортеры // Тр. БИН им. В.Л. Комарова. 1949. Сер. V. Вып. 2. С. 292–478.
12. Растительные лекарственные средства / Под ред. Н.П. Максютин. Киев: Здоровье, 1985. 280 с.
13. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Hippuridaceae–Lobeliaceae. СПб.: Наука, 1991. 200 с.
14. Федосеева Л.М. Расчет эффективности процесса экстракции бурых листьев бадана толстолистного // Химия растит. сырья. 2000. № 1. С. 117–119.
15. Фомина Т.И. Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2012. 179 с.
16. Хайдав Ц., Алтанчимэг Б., Варламова Т.С. Лекарственные растения в монгольской медицине. Изд. 2-е, перераб. и доп. Улан-Батор, 1985. 390 с.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЙ КОМПЛЕКС ГОРЦА ЗЕМНОВОДНОГО *POLYGONUM AMPHIBIUM* L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В КАЗАХСТАНЕ

Шевченко А. С., Музычкина Р. А., Корулькин Д. Ю.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби (КазНУ им. аль-Фараби),
Алматы, Казахстан
e-mail: Shevchenko.anas@gmail.com

BIOLOGICALLY ACTIVE COMPLEX OF KAZAKHSTAN *POLYGONUM AMPHIBIUM*

Shevchenko A. S., Muzychkina R. A., Korulkin D. Yu.

Приведены результаты исследований химического состава горца земноводного *Polygonum amphibium* L., заготовленного на территории экологически чистого района Алматинской области. Из изучаемого вида получено три фитокомплекса: водный, водно-спиртовой и водно-ацетоновый, определен групповой и компонентный состав различных структурных типов биологически активных веществ. Впервые в составе горца земноводного идентифицированы тритерпеновые сапонины, сравнением с аутентичными образцами определена их структура, рассчитано количественное содержание.

Ключевые слова: *Polygonum amphibium*, биологически активные вещества, фитохимический анализ.

Казахстан обладает богатейшими запасами и разнообразием видов лекарственных растений, но их малая изученность приводит к тому, что до 70 % объема растительного сырья и фитопрепаратов ввозится в республику из стран СНГ и дальнего зарубежья.

Заслуживают внимания, в частности, растения рода горец, которых во флоре СССР было описано 123 вида, 44 из них произрастают в Казахстане (8 эндемиков), но только 4 вида являются фармакопейными [3, 5]. Другие виды широко используются народной медициной, 12 видов имеют достаточные для промышленного освоения природные запасы, но до сих пор не являются официальными.

Ранее в составе горца земноводного были определены стероиды – β -ситостерин, стигмаст-7-ен-3-ол, ланостерин, холестерин, кампестерин, стигмастерин, эргостерин; стильбены – персильбен; оксикоричные и фенолкарбоновые кислоты – галловая, протокатеховая, хлорогеновая, кофейная, *p*-кумаровая; флавоноиды – 7-глюкозид лютеолина, авикулярин, гиперин, кверцимеритрин, рутин, гиперозид, изокверцетин, таксифолин, 3-метилвый эфир кверцетина, кемпферол, кверцетин, мирицетин; витамины С и К [4].

Настой и отвар горца земноводного используют в качестве диуретического, антинеуралгического средства, при подагре, ревматизме, сифилисе, водянке, истощении нервной и эндокринной систем [6].

Подготовка сырья заключалась в его предварительном высушивании при комнатной температуре. Высушенное сырье измельчалось на мельнице резного типа и просеивалось через сито (диаметр отверстий – 4 мм).

Определение основных товароведческих показателей растительного сырья: влажность (6,89%), общая зола (8,49%) – проводили по методикам ГФ XI издания и ГФ РК [1, 2].

Для подтверждения экологической чистоты заготовленного сырья проведен его микро- и макроэлементный анализ атомно-адсорбционным методом. В зольном остатке растения преобладают К, Mg, Са; тяжелые металлы и радионуклиды не обнаружены (табл. 1).

Таблица 1

Элементный состав травы горца земноводного, %

Элемент	Содержание	Элемент	Содержание
Na	2.913	Mn	0.234
K	12.021	Zn	0.061
Mg	5.0151	Ca	18.943
Cu	0.0115	Cd	6.28×10^{-4}
Ni	1.56×10^{-3}	Pb	Не обн.
Fe	0.958		

Методом термической экстракции были получены три фитокомплекса *Polygonum amphibium* L.: водный, водно-спиртовый (50 %) и водно-ацетоновый (50 %). Концентрирование экстрактов проводили в мягких условиях: $p < 1$ атм., $t^0 \leq 50$. По результатам фитоанализа на основные классы БАВ проводили их количественное определение фармакопейными методами (табл. 2).

Таблица 2

Количественное содержание основных групп БАВ в трех фитокомплексах горца земноводного, %

Группа БАВ	Ацетоновый экстракт	Спиртовый экстракт	Водный экстракт
Дубильные вещества конденсированные гидролизуемые	38,83	38,95	18,15
	27,73	27,82	12,96
Полисахариды	18,34	7,72	17,82
Флавоноиды	2,37	1,30	0,75
Кумарины	0,20	0,93	1,18
Сапонины тритерпеновые	9,30	24,81	10,25
Сумма фенолов и фенолокислот	0,72	0,76	0,47
Органические кислоты	14,66	6,21	7,46

Таким образом, в ацетоновый фитокомплекс в большем количестве перешли дубильные вещества, полисахариды, флавоноиды, органические кислоты; в спиртовый – дубильные вещества и сапонины; в водный – полисахариды, кумарины и органические кислоты.

Качественный компонентный анализ идентифицированных групп БАВ проводили методом тонкослойной хроматографии в присутствии аутентичных образцов (табл. 3).

Таблица 3

Компонентный состав травы горца земноводного

Группа БАВ	Компонент
Флавоноиды	Кверцетин, изорамнетин
Фенолы, феноло- и органические кислоты	Пирогаллол, кофейная, лимонная, коричная, галловая кислоты
Углеводы	Сахароза, L- (+) -арабиноза, галактоза, ксилоза, L- (+) -рамноза, D- (+) -мальтоза
Тритерпеноиды	Гедерагенин, олеаноловая кислота

Литература

1. Государственная фармакопея Республики Казахстан. Алматы: Жибек жолы, 2008. Т. 1. 592 с.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации. М.: НЦЭСМП, 2008. Ч. 1. 704 с.

3. Комаров В.А. Флора СССР. М: АН СССР, 1936. Т. 5. С. 602–701.
4. Лазарев А.В., Недопекина С.В. Обзор рода *Polygonum* L. // Науч. ведомости. 2009. Т. 11. Вып. 66. С. 18–24.
5. Павлов Н.В. Флора Казахстана. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1960. Т. 3. С. 147–176.
6. Федоров А.А. Растительные ресурсы СССР. Л.: Наука, 1985, Т. 5. С. 255–271.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ *SAUSSUREA*

Шурупова М.Н.¹, Кукушкина Т.А.², Петрук А.А.², Щетинин П.П.¹

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ), Томск, Россия
e-mail: rita.shurupova@inbox.ru, wospp@ya.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: kukushkina-phyto@yandex.ru, pet.a@mail.ru

STUDY OF *SAUSSUREA* SPECIES CHEMICAL COMPOSITION

Shurupova M.N., Kukushkina T.A., Petruk A.A., Shchetinin P.P.

Исследован химический состав пяти видов *Saussurea* DC., произрастающих на Кузнецком Алатау: *S. contraversa* DC., *S. frolowii* Ledeb., *S. latifolia* Ledeb., *S. parviflora* (Poir.) DC. и *S. salicifolia* (L.) DC. В их экстрактах обнаружено семь групп биологически активных соединений. Листья *S. frolowii* характеризуются самым высоким содержанием полифенольных соединений, *S. parviflora* – флавоноидов, каротиноидов, пектинов, протопектинов и сапонинов. Все изученные виды обладают высоким общим содержанием флавоноидов.

Ключевые слова: *Saussurea*, фитохимический анализ, ВЭЖХ, фенольные соединения, полисахариды, сапонины, каротиноиды.

Род *Saussurea* DC. семейства Asteraceae насчитывает около 350 видов, населяющих Евразию и Северную Америку [11]. Основными центрами видообразования рода являются Гималаи, Тибет и Китай, в пределах России – Сибирь и Дальний Восток [7]. Представители *Saussurea* нашли широкое применение в традиционных и народных оздоровительных системах Сибири, Китая, Индии, Монголии, Тибета [2–6, 9, 10]. Несмотря на это, химический состав видов *Saussurea*, произрастающих в Сибири, остается недостаточно изученным. Лечебный эффект вытяжек из некоторых видов соссюрей связывают с высоким содержанием фенольных соединений (флавоноидов, кумаринов, фенолкарбоновых кислот, дубильных веществ) [8].

В качестве материала для исследований мы использовали надземные и подземные органы пяти видов растений из рода *Saussurea*, заготовленных в фазу цветения на территории Кузнецкого Алатау (Республика Хакасия): *S. frolowii* Ledeb. (Усть-Абаканский район, г. Хазыр-Терен, субальпийское редколесье), *S. contraversa* DC. (Ширинский район, окрестности с. Ефремкино, лиственнично-березовый лес), *S. latifolia* Ledeb. (Ширинский район, г. Подоблачный, субальпийское редколесье), *S. parviflora* (Poir.) DC. (Орджонекидзевский район, окрестности оз. Ивановские, высокогорные заросли кустарников) и *S. salicifolia* (L.) DC. (Ширинский район, окрестности с. Ефремкино, горная степь). Образцы высушивали в режиме щадящей конвекции до воздушно-сухого состояния и измельчали до размера частиц 1 мм.

Качественный химический состав исследовали после экстракции подготовленного сырья с помощью общеизвестных реакций качественного фитохимического анализа.

Количественное содержание флавоноидов, катехинов, танинов и каротиноидов определяли методом спектрофотометрии в ультрафиолетовой области спектра, пектиновых веществ – бескарбазольным спектрофотометрическим методом, сапонинов – гравиметрическим методом, основанным на осаждении данной группы из экстракта избытком ацетона. Измерения выполнены в трех повторностях, показатели рассчитаны на абсолютно сухую массу сырья.

Качественный состав и количественное содержание индивидуальных веществ в флавоноидной фракции изучали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по методике В.В. Беликова и М.С. Шрайбер [1] на аналитической ВЭЖХ-системе, состоящей из жидкостного хроматографа Agilent 1200 (Agilent Technologies, США) с диодно-матричным детектором и системы для сбора и обработки хроматографических данных ChemStation. Количество индивидуальных компонентов в полученных элюатах определяли при помощи метода внешнего стандарта.

По результатам исследования содержания биологически активных веществ в изученных видах были идентифицированы несколько химических групп соединений: флавоноиды, танины, катехины, каротиноиды, пектины, протопектины, сапонины (табл. 1).

Таблица 1

Содержание биологически активных веществ в видах *Saussurea* (на абсолютно сухую массу)

Пробы	Орган	Флавоноиды, %	Танины, %	Катехины, мг%	Каротиноиды, мг%	Пектины, %	Протопектины, %	Сапонины, %
<i>S. frolowii</i> 11.07.2014	л	2,91	16,47	188,0	85,79	1,35	8,28	17,17
<i>S. parviflora</i> , 17.07.2014	л	6,21	29,84	153,6	159,23	1,65	10,24	20,48
	с	1,47	5,66	88,6	11,04	0,71	4,27	7,99
<i>S. latifolia</i> , 25.07.2014	л	4,36	26,11	121,7	155,22	0,44	9,45	12,45
	с	1,24	5,37	72,8	6,83	0,66	2,61	11,14
<i>S. contraversa</i> , 23.07.2014	л	3,05	19,24	84,7	79,82	1,08	8,31	19,40
	с	1,35	7,02	83,4	8,46	1,30	3,58	9,82
<i>S. salicifolia</i> , 04.09.2014	л	2,02	8,79	95,6	37,86	0,94	8,38	9,46
	с	0,47	4,11	47,9	6,84	0,50	3,13	8,10
	к	0,33	2,20	42,6	нет	0,49	3,29	10,45

Примечание. с – соцветия, л – листья, к – корни.

Сопоставление времен удерживания пиков веществ на хроматограммах анализируемых образцов со временами удерживания пиков стандартных образцов, а также анализ литературных данных [8,12] позволили идентифицировать в экстрактах изучаемых видов ряд фенольных соединений. По методу внешнего стандарта было определено их содержание в образцах (табл. 2).

Таблица 2

Содержание фенольных соединений в экстрактах видов *Saussurea*

Содержание соединений, %	<i>S. frolowii</i>	<i>S. parviflora</i>	<i>S. latifolia</i>	<i>S. contraversa</i>	<i>S. salicifolia</i>
Изокверцитрин	0,8	3,3	2	3,7	0,8
Лютеолин	0,22	–	–	–	0,2
Апигенин	0,04	–	–	–	–
Кверцетин	–	0,2	–	0,05	0,6
Кверцитрин	–	0,8	–	–	–
Коричная кислота	–	0,2	0,06	0,05	0,36
Количество соединений в экстракте	15	11	8	10	15

Примечание. Приведено минимальное количество соединений.

Таким образом, в экстрактах изученных видов *Saussurea* были обнаружены семь групп биологически активных соединений. Наиболее высокое содержание флавоноидов, танинов, катехинов, каротиноидов, пектинов, протопектинов и сапонинов наблюдалось в листьях исследуемых растений, меньшее – в соцветиях и корнях.

Листья *S. frolowii* характеризуются самым высоким содержанием полифенольных соединений, *S. parviflora* – флавоноидов, каротиноидов, пектинов, протопектинов и сапонинов. Флавоноиды пред-

ставлены флавонами (апигенин, лютеолин) и флавонолами (кверцетин и его производные). Также в экстрактах четырех видов *Saussurea* выявлена коричная кислота, относящаяся к подклассу соединений фенолокислот. При этом все изученные виды характеризуются высоким общим содержанием флавоноидов, что делает их потенциально перспективными для использования в медицине.

Литература

1. Беликов В.В., Шрайбер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. № 1. С. 66–72.
2. Блинова К.Ф., Куваев В.Б. Лекарственные растения тибетской медицины Забайкалья // Вопр. фармакогнозии. 1965. Вып. 3. С. 163–178.
3. Варлаков М.Н. Избранные труды. М.: Медгиз, 1963. 172 с.
4. Верещагин В.И., Соболевская К.А., Якубова А.И. Полезные растения Западной Сибири. М.; Л.: Наука, 1959. 348 с.
5. Гаммерман А.Ф., Семичов Б.В. Словарь тибетско-латинско-русских названий лекарственного растительного сырья, применяемого в тибетской медицине. Улан-Удэ: Бурят. филиал изд-ва АН СССР, 1963. 80 с.
6. «Дзэйцхар Мигчжан» – памятник тибетской медицины. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1985. 88 с.
7. Липшиц С.Ю. Род Соссюрея, Горькуша – *Saussurea* DC. // Флора СССР. Т. 27. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 361–535.
8. Погодин И.С., Лукша Е.А., Предейн Н.А. Химический состав растений рода *Saussurea* DC. // Химия растит. сырья. 2014. № 3. С. 43–52.
9. Ракшаина М.Ц. Перспективные растения с антимикробными свойствами: По материалам исследования тибетского труда «Лхантаб». Улан-Удэ: Наука, 1988. 59 с.
10. Хайдав Ц., Алтанчимэг Б., Варламова Т.С. Лекарственные растения в монгольской народной медицине. 2-е изд. Улан-Батор. 1985. 390 с.
11. Mabberley D.J. The Plant Book, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 642 p.
12. Zhou J., Xie G., Yan X. Encyclopedia of Traditional Chinese Medicines – Molecular Structures, Pharmacological Activities, Natural Sources and Applications: Vol. 5: Isolated Compounds T–Z, References. Berlin: Springer-Verlag, 2011. 601 p.

Интродукция и выращивание лекарственных растений



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ СОРТОВ ВАСИЛЬКА СИНЕГО КАК ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ

Баяндина И.И.¹, Загурская Ю.В.², Суздорф А.В.¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный аграрный университет» (НГАУ), Новосибирск, Россия
e-mail: bayandina@ngs.ru

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии человека Сибирского отделения Российской академии наук (ИЭЧ СО РАН), Кемерово, Россия
e-mail: syjil@mail.ru

THE USE OF BLUE CORNFLOWER ORNAMENTAL VARIETIES AS MEDICINAL PLANTS

Bayandina I. I., Zagurskaya Yu. V., Susdorf A. V.

Краевые цветки декоративных сортов василька синего могут использоваться как лекарственное растительное сырье. Максимальный урожай краевых цветков василька синего из трех изученных сортов показал сорт Братец Иванушка (5,7 ц/га). Чем интенсивнее окраска соцветий, тем больше в них содержится антоцианов; максимальное содержание антоцианов (5,72 %) обнаружено у сорта Темно-бордовый. Выращивание декоративных сортов с темной окраской краевых цветков василька синего перспективно для использования в качестве лекарственного сырья.

Ключевые слова: антоцианы, василек синий *Centaurea cyanus*, декоративные сорта.

Большинство лекарственных растений весьма декоративны и служат великолепным украшением сада. Их можно использовать в одиночных и групповых посадках, миксбордерах и бордюрах, в частности у василька синего *Centaurea cyanus* L. выведено большое количество декоративных сортов с разнообразной окраской цветков.

Потребность в цветках василька синего в фармацевтической промышленности полностью не удовлетворяется, так как сейчас он почти не выращивается как лекарственное растение. В связи с этим важно оценить урожайность декоративных сортов василька как лекарственного растения. Ранее при изучении в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН определили урожайность соцветий василька (от 37 до 57 г/м²) [1].

Цель наших исследований заключалась в оценке урожайности и содержания антоцианов в нескольких декоративных сортах василька синего. Исходя из этого были поставлены следующие задачи: определить урожайность сортов Братец Иванушка, Бенефис и Темно-бордовый; определить содержание антоцианов в этих сортах; изучить зависимость содержания антоцианов от окраски цветков василька синего.

Материалы и методы. К настоящему времени выведено огромное количество сортов василька синего, различающихся по форме, размеру и окраске соцветий. Мы посеяли семена сортов Лагуна, Белый, Бенефис, Бордюрный, Братец Иванушка, Темно-бордовый, Сиреневый Шар. Из-за неблагоприятных условий некоторые сорта почти не дали всходов, и с единичных растений мы не смогли собрать материал для определения урожайности и содержания антоцианов. Мы подробно исследовали три сорта, описание которых приведено ниже.

Сорт Бенефис (агрофирма «Аэлита»). Растения высотой 60 см. Диаметр соцветий 4 см. Стебель прямостоячий, ветвистый, в молодом возрасте с беловойлочным опушением. Соцветия – корзинки с большим количеством широкотрубчатых цветков. Холодостойкое растение. Используется в смешанных и групповых посадках. Срезанные соцветия сохраняют декоративность в течение 5–7 дней.

Сорт Братец Иванушка (агрофирма «Поиск»). Растения высотой 80–100 см. Центр цветка темный, лепестки двухцветные: края темные, к центру светлее. Цветет с июня по сентябрь. Прекрасно подходит для высоких бордюров, цветников в ландшафтном стиле, срезки.

Сорт Темно-бордовый (селекционно-семеноводческая фирма «Гавриш»). Растения высотой 60–80 см. Цветки махровые, 4–5 см в диаметре. Используется для посадки в группах, на клумбах, миксбордерах и рабатках, а также для срезки.

Полевые опыты закладывали на делянках с учетной площадью 3,15 м². Семена сеяли рядами через 0,7 м, длина ряда 1,5 м. Один сорт выращивали в трех рядах в трехкратной повторности. В ряду в среднем было 7–8 растений.

Сбор сырья проводили по мере распускания цветков один раз в неделю. Первый сбор сырья – 23 июля, последний – 27 августа 2014 г. Цветки, собранные с одной повторности одного сорта, высушивали до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре, взвешивали и объединяли для определения биологически активных веществ (антоцианов).

Мы использовали спектрофотометрический метод, модифицированный В.А. Куркиным и др. [2, 4], специально для определения антоцианов в цветках василька синего. Этот метод основан на измерении разницы оптической плотности поглощения исследуемых образцов при pH 1,0 и 4,5. Точную навеску около 1 г сырья (краевые цветки) василька синего, измельченного и просеянного через сито с диаметром 2 мм, помещали в колбу с шлифом емкостью 50 мл, прибавляли 50 мл этилового спирта, содержащего 1 % хлороводородной кислоты, и кипятили содержимое колбы на водяной бане с обратным водяным холодильником в течение 30 мин. Извлечение фильтровали горячим через бумажный фильтр в мерную колбу вместимостью 50 мл. После охлаждения объем извлечения доводили спиртом до метки и перемешивали. Аликвоту ранее полученного экстракта помещали в мерную колбу емкостью 25 мл и доводили объем до метки 0,5 %-м раствором аммиака в 95 %-м этиловом спирте (испытуемый раствор). В другой мерной колбе аликвоту ранее полученного экстракта доводили до метки 95 %-м спиртом (раствор сравнения). Растворы перемешивали и измеряли оптическую плотность раствора в течение 1 мин на спектрофотометре ЮНИКО 1201 при 622 нм в кювете с толщиной слоя 1 см.

Содержание суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3-О-глюкозид вычисляли по формуле:

$$C_a = (D \times V_1 \times V_2) / (m \times a \times 250),$$

где C_a – концентрация антоцианов (%);

D – оптическая плотность испытуемого раствора;

m – масса сырья (г);

V_1 – объем мерной колбы для разведения извлечения из сырья (25 мл);

V_2 – объем извлечения из сырья (50 мл);

a – аликвота анализируемого раствора (1 мл);

250 – удельный показатель поглощения цианидин-3-О-глюкозида.

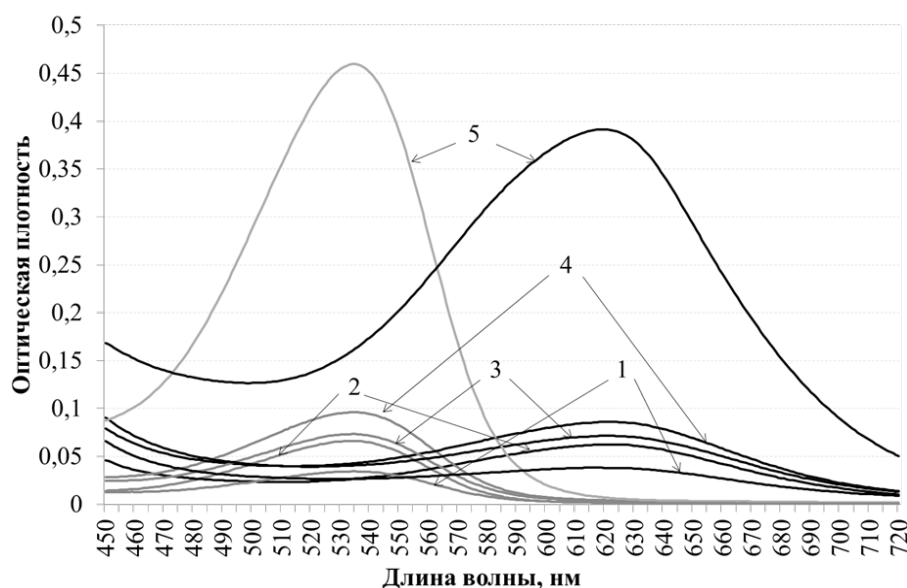
Спектры поглощения и оптическую плотность анализируемых растворов изучали с помощью сканирующего спектрофотометра СПЕКС ССП-705 в Институте экологии человека СО РАН (Кемерово).

Полученные экспериментальные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа с использованием программы СНЕДЕКОР [3].

Результаты и их обсуждение. Максимальный урожай краевых цветков (5,7 ц/га) был получен у сорта василька синего Братец Иванушка. Наименьший урожай дал сорт Темно-бордовый – 2,9 ц/га. Урожай сорта Бенефис составил 3,4 ц/га.

Сорт Братец Иванушка представляет собой смесь растений с разной окраской соцветий – от белой до темно-фиолетовой. Мы разделили собранные во все сроки соцветия по цветам и определили характеристики УФ- и видимого спектра экстрактов из цветков с различной окраской, а также содержание в них антоцианов.

Растворы экстрактов демонстрировали пики в видимом диапазоне спектра: 622 ± 2 нм, характерные для антоцианов. Образцы цветков разной окраски отличаются по оптической плотности: у белых она наименьшая, а у темно-фиолетовых – наибольшая (рисунок). Существенных различий по характеру спектра не обнаружено. Сортовые отличия связаны с различной интенсивностью окраски цветков.



Спектр поглощения экстрактов цветков василька синего различной окраски в видимой области: белой – 1, розовой – 2, синей – 3, голубой – 4, фиолетовой – 5; контроль (рН = 1,0) – серый, опыт (рН = 4,5) – черный

Чем интенсивнее окраска цветков, тем больше в них содержится основных действующих веществ василька синего – антоцианов (таблица). Наиболее высокое их содержание в цветках фиолетового цвета (1,88 %). Интересно, что даже в белых цветках найдено некоторое количество (0,13 %) антоцианов.

Максимальным содержанием антоцианов отличаются цветки сорта Темно-бордовый (5,72 %), а самым низким – смесь цветков всех окрасок сорта Братец Иванушка (0,29 %). Содержание антоцианов у сорта Бенефис – 0,64 %.

Содержание антоцианов в краевых цветках различной окраски сортов *Centaurea cyanus*

Сорт	Окраска цветков	Место сбора	Содержание антоцианов, %
Братец Иванушка	Смесь	Сад Мичуринцев	0,29 ± 0,04
	Белый	Сад Мичуринцев	0,13 ± 0,04
	Голубой	Сад Мичуринцев	0,42 ± 0,04
	Синий	Сад Мичуринцев	0,33 ± 0,04
	Синий	Нижний Баган	0,44 ± 0,05
	Розовый	Сад Мичуринцев	0,69 ± 0,06
	Фиолетовый	Нижний Баган	1,88 ± 0,03
Бенефис	Смесь	Сад Мичуринцев	0,64 ± 0,01
Темно-бордовый	Темно-бордовый	Сад Мичуринцев	5,72 ± 0,41

При выращивании василька синего сорта Братец Иванушка в разных районах Новосибирской области содержание антоцианов несколько различается: в Саду Мичуринцев оно составило 0,33 %, а в Нижнем Багане 0,44 %, – но это различие недостоверно на 95 %-м уровне значимости.

Выводы. Максимальный урожай цветков василька синего показал сорт Братец Иванушка. Чем интенсивнее окраска краевых цветков, тем больше в них содержится антоцианов, однако существенных различий по характеру спектра между ними нет. Максимальное содержание антоцианов (5,72 %) установлено у сорта Темно-бордовый. Василек синий может быть рекомендован для производства лекарственного растительного сырья в Новосибирской области.

Литература

1. Выращивание лекарственных растений в саду. Новосибирск: Новосиб. кн. изд-во, 1992. 160 с.

2. Куркин В.А., Рязанова Т.К., Куркина А.В., Егорова А.В. Разработка методики определения антоцианов в лекарственном растительном сырье // Фармация. 2014. № 4. С. 17–20.
3. Сорокин О.В. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004. 162 с.
4. Giusti M.M., Wrolstad R.E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. New York: Wiley, 2001. F1.2.1–F1.2.13.

КУЛЬТУРЫ ЛЕЧЕБНОГО САДОВОДСТВА В БЕЛАРУСИ

Гаранович И.М., Рупасова Ж.А., Шпитальная Т.В.

Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»
(ГНУ «ЦБС НАН Беларуси»), Минск, Беларусь
e-mail: bel.dendr@gmail.com

CROPS OF MEDICINAL GARDENING IN BELARUS

Garanovich I.M., Rupasova Zh.A., Shpitalnaia T.V.

Проведенные агробиологические и биохимические исследования показали перспективность для садоводства Беларуси ряда культур, плоды которых содержат ценные биологически активные соединения. Являясь в основном интродуцентами, они активно осваиваются, прежде всего, в любительском садоводстве и вносят существенный вклад в достижение научно обоснованных норм потребления продукции садоводства.

Ключевые слова: арония Мичурина, барбарис, боярышник, жимолость съедобная, ирга канадская, калина, лимонник китайский, облепиха крушиновидная, рябина обыкновенная, хеномелес Маулея, шелковица белая, шиповник морщинистый, лечебное садоводство, биологически активные вещества.

Проведенные в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси масштабные работы по оценке биохимического состава плодов и вегетативных органов природных и селекционно улучшенных форм древесно-кустарниковых видов позволили выявить нетрадиционные для нашей страны интродуцированные плодово-ягодные растения, оказывающие эффективное многостороннее действие на человеческий организм. Среди них наиболее интересны 13 видов, целесообразность широкомасштабного внедрения которых в практику лечебного садоводства не вызывает сомнений [2].

Aronia mitschurinii A. Skvorts. et Maitulina – арония Мичурина. Биологически активные вещества плодов аронии представлены преимущественно биофлавоноидами (до 1699,8 мг%). Содержание сахаров достигает 37,0% на сухую массу, органических кислот – 2,67%. Плоды довольно богаты пектинами, витаминами В₁, В₂, С, Е, РР, макро- и микроэлементами, в том числе селеном, обладают гипотензивным и противосклеротическим действием [5]. Арония Мичурина стала промышленной культурой, ее перерабатывают консервные предприятия республики. Выращивание этого вида дает хороший экономический эффект.

Неприхотлива к почвенным условиям, светолюбива, зимостойка, благодаря позднему цветению не побивается весенними заморозками, выпреванию не подвержена, болезнями и вредителями не повреждается. В Беларуси плоды аронии созревают почти одновременно и прочно держатся в щитках, не осыпаясь. Их формируется 80–90% от количества цветков. Урожай с куста составляет в среднем 3 кг. Плоды могут долго храниться в свежем виде (при 10 °С до двух месяцев) [3].

Вегетация начинается при 5 °С, ее продолжительность 160 дней. Полное созревание плодов – 22.VIII, листопад – 24.IX–23.X. В ЦБС НАН Беларуси арония Мичурина интродуцируется с 1947 г.

Berberis L. – барбарис. Для культивирования в качестве лечебных растений, безусловно, перспективны многие виды барбарисов. В корнях и других органах растения содержатся алкалоиды, главный из которых – берберин; на его основе созданы желчегонные лекарственные препараты.

Из-за большого количества клетчатки, пектинов и калия плоды барбариса и продукты их переработки рекомендуются в пищу людям, проживающим на загрязненных территориях, для ускорения выведения радионуклидов.

Барбарис обыкновенный и амурский уже нашли применение в медицине. Значительным количеством хлорогеновых кислот и катехинов выделяются плоды барбариса корейского, Зибольда и Тунберга. Это возможные источники сырья для получения препаратов холеретического, противовоспалительного и капилляроукрепляющего действия. Плоды барбариса разноножкового и продолговатого представляют ценность из-за наличия соединений капилляроукрепляющего действия.

В медицинской практике применяются главным образом корни, листья и кора. Листья и ягоды барбариса кислые из-за высокого содержания яблочной кислоты. Листья используют для маринования, ягоды – для изготовления пастилы, конфет. Листья, высушенные в июне, содержат до 140 мг% витамина А, 117 мг% витамина С, в плодах 5,6–10,4 мг% витамина С [3].

Растение светолюбиво, к почве нетребовательно, зимостойко и жароустойчиво. Размножается семенами, черенками, порослью. В мировой флоре насчитывается 180 видов барбариса, в коллекции ЦБС – более 50.

Crataegus L. – боярышник. Существует около 1250 его видов, распространенных в умеренной зоне, реже в субтропиках Северного полушария, в основном в Северной Америке. Биохимические исследования плодов некоторых видов *Crataegus* L., интродуцированных в Беларуси, позволили выделить наиболее богатые флавоноидами: боярышник алмаатинский, колючий, однопестичный, зеленомясый; их можно использовать в химико-фармацевтической промышленности. Боярышник Арнольда, Танталла, Грея, сливолистный, вееровидный, мягкий, густоцветковый и другие со сравнительно высоким содержанием витамина С и каротина, средним количеством флавоноидов – перспективные культуры для употребления в свежем виде и производства пищевых продуктов.

В плодах обнаружена эллаговая кислота, обладающая антимуtagenными функциями. Даже пищевые добавки на основе боярышника стимулируют работу сердца, восстанавливают его ритм, уменьшают возбудимость сердечной мышцы, усиливают кровообращение в сосудах головного мозга, конечностей и внутренних органов.

В условиях Беларуси боярышник мягковатый (*Crataegus submollis* Sarg.) выделяется высоким содержанием кальция (0,58%), фруктозы, сахарозы, пектиновых веществ (2,82%). Крупные мясистые плоды идут на варенье, повидло, желе, их сушат на муку для сладкого хлеба, заваривают как чай. Как и цветки, они обладают лечебными свойствами, из них готовят экстракт, применяемый в качестве сердечного препарата, и настойки.

В Минске вегетация начинается с середины апреля, цветение – 7.VI, полное созревание плодов – 12.IX. Вегетация длится 166 дней [3]. Как высокодекоративное растение, этот вид рекомендуется для живых изгородей. Его культурные насаждения распространены по всей территории Европы.

Для садоводства наиболее пригодны боярышник алмаатинский (*C. almaatensis* A. Pojark.) и боярышник Дугласа (*C. douglasii* Sarg.) с черными плодами, боярышник алтайский (*C. altaica* Zgl.), боярышник даурский (*C. dahurica* Koehne), боярышник Арнольда (*C. arnoldiana* Sarg.), боярышник колючий (*C. oxyacantha* L.), боярышник кроваво-красный (*C. sanguinea* Pall.), боярышник мягковатый (*C. submollis* Sarg.), боярышник однопестичный (*C. monogyna* Jacq.). Все они довольно крупноплодны.

Lonicera edulis Turcz. ex Freyn. – жимолость съедобная. В народной медицине применяются различные части растения. Содержание в сухой массе плодов титруемых кислот достигает 24–26%; аскорбиновой кислоты – 1200–1300 мг%; растворимых сахаров – 15–16%, в том числе их доминирующей фракции фруктозы – 10–11%; биофлавоноидов – 2200–2700 мг%, в том числе их основных компонентов: катехинов – 800–990 мг%, флавонолов – 1550–1680 мг%; фенолкарбоновых кислот – 620 мг% [5].

Благодаря наличию витаминов, кислот, сахаров и минеральных веществ в ягодах их употребление стимулирует выделение желудочного сока и повышает аппетит. Их можно есть в свежем виде, готовить кисель, варенье, сок, компоты, сырой джем, пюре, желе, добавлять в кондитерские изделия. Следует учитывать, что ягоды жимолости сложно хранить и перевозить. Свежие плоды и варенье – эффективное жаропонижающее и гипотензивное средство, отвар ветвей – мочегонное, ягоды

и листья – вяжущее, антисептическое (при ангинах, тонзиллитах). Ягоды съедобных видов жимолости (алтайской, синей, съедобной) богаты антоцианами и лейкоантоцианами, могут применяться в качестве капилляроукрепляющих средств.

Жимолость морозостойка и зимостойка. Отзывчива на полив, плохо переносит сухость воздуха. Сравнительно устойчива к болезням и вредителям. В Беларуси начинается вегетацию рано – в первой половине апреля. Плоды созревают весной, когда других ягод еще нет. Плодоносит с 4–5 лет, ежегодно, обильно. Созревание плодов – 24–31.V.

Жимолость в течение ряда лет активно размножается и внедряется в культуру сотрудниками ЦБС. Известно много сортов, некоторые районированы и в Беларуси: Морена, Нимфа, Камчадалка, Голубое Веретено, Ленинградский Великан, Синяя Птица и др. Селекционная работа находится на начальных стадиях. В ЦБС выведено несколько сортов и отобраны многочисленные перспективные формы, отличающиеся крупноплодностью, лучшим вкусом плодов. По совокупности преимуществ качественного состава плодов среди изучаемых сортов жимолости, на наш взгляд, выделяются Синяя Птица и особенно Морена, обладающие наибольшей С- и Р-витаминной активностью, а также Ленинградский Великан, являющийся источником Р-витаминов и фенолкарбоновых кислот.

Amelanchier canadensis (L.) Medik. – ирга канадская. В Беларуси выращивается повсеместно. Благодаря своим ценным хозяйственно-биологическим свойствам: долговечности, ежегодному обильному плодоношению, устойчивости к низким температурам не только зимой, но и во время цветения, теневыносливости, неприхотливости к почвенным условиям, слабой поражаемости болезнями и вредителями – широко распространена в садоводстве. Высокое содержание флавоноидов, фенолкарбоновых и тритерпеновых кислот позволяет считать плоды различных видов ирги перспективным капилляроукрепляющим и противосклеротическим средством.

В условиях Минска установлен следующий сезонный цикл развития: набухание почек – 6.IV, распускание – 24.IV, массовое цветение – 12.V, полное созревание плодов – 27.VII, листопад – 27.IX–29.X.

Viburnum L. – калина. В роде около 200 видов, распространенных в Европе, Африке, Азии и Америке. По усредненным данным, в плодах калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) накопление сухих веществ составляет 17,3–21,5 %, свободных органических кислот – 9,1–13,0 %, аскорбиновой кислоты – 387,0–541,1 мг%, фенолкарбоновых кислот – 1370,6–2842,2 мг%, растворимых сахаров – 14,2–17,6 %, пектиновых веществ – 5,4–5,9 %, биофлавоноидов – 5630,0–8022,7 мг%.

В генофонде ЦБС НАН Беларуси представлено около двух десятков таксонов этого ценного растения. Перспективны сорта Союзга, Мария, Дачная, Красная Гроздь, Ульгень и др. [3, 5].

Cornus mas L. – кизил, или дерен мужской. Этот вид ценен высоким содержанием аскорбиновой кислоты (773,06 мг%), хлорогеновых кислот, калия (3,12 %). В нем много сахаров, особенно глюкозы (5,78 %) и фруктозы (11,8 %), содержание флавонолов (1327,5 мг%) – максимальное у изученных культур [4].

Кизил культивируют как плодое и декоративное растение. Его костянки сладковато-кислые, ароматные, содержат сахара, свободные кислоты, в основном яблочную. Их употребляют в пищу в сыром виде, готовят варенье, компоты, кисель, мармелад, напитки и вино. В народной медицине используют как противогинготное средство. Косточки и листья служат суррогатом чая и кофе. Хороший медонос, цветет обильно и очень рано, в конце лета покрывается красными плодами, подходит для живых изгородей.

Коллекционный фонд ЦБС НАН Беларуси насчитывает 20 сортов, преимущественно украинской селекции: Выдубецкий, Лукьяновский, Евгения, Владимирский, Радость, Елена, Нежный, Коралловый Марко и др.

Schisandra chinensis (Turcz.) Baill. – лимонник китайский. Распространен на Дальнем Востоке (Приморский край, Сахалин, среднее течение Амура), где валовой сбор плодов – 14 тыс. т, в Японии, Северном Китае. Это старинное лекарственное растение китайской медицины, применяемое главным образом при утомлении, истощении, болезнях легких. Используется для приготовления настоек, в кондитерском производстве и т.д. Содержит эфирное масло с пряно-лимонным запахом, до 20 % органических кислот (лимонную, яблочную), сахара, витамины С, Е и группы В, микроэлементы Ni, Cu, Mn, Ag, Mo. В семенах присутствуют схизандрин, катехины.

У лимонника встречается несколько генеративных форм: однодомные, на которых формируются и мужские, и женские цветки, двудомные – чисто мужские формы с тычиночными цветками и чисто женские с пестичными цветками. При этом на одних и тех же лианах в различные годы могут образовываться то мужские, то женские цветки, то те и другие вместе. Таким образом, чтобы ежегодно получать урожай, надо высаживать одновременно несколько растений.

Полное созревание плодов – 4.IX. Продолжительность вегетации – 165 дней [1]. В Беларуси распространен в любительском садоводстве. Как декоративное растение рекомендуется для озеленения решеток, беседок, создания пергол и т.д.

Hippophae rhamnoides L. – облепиха крушиновидная. Растение издавна используется в народной медицине, облепиховое масло – незаменимое ранозаживляющее средство. В мякоти и кожуре содержится более 6 % жирного масла, в семенах – в 2 раза больше. В плодах много ценных органических кислот, витаминов (особенно С и Е), β-каротина, дубильных и биологически активных веществ: флавоноидов, аминокислот (аланин, триптофан, метионин, гистидин, лизин), витаминов (тиамин, рибофлавин, фолиевая кислота). Присутствуют непредельные жирные кислоты, сахара, микроэлементы, бетаин, серотонин. В листьях облепихи содержатся аскорбиновая кислота, фитонциды, дубильные вещества, флавоноиды, микроэлементы и др. В коре найден гиппофеин, которому приписывают противораковое действие. Богатство биохимического состава плодов и листьев выдвигает облепиху на одно из первых мест в качестве сырья для получения концентратов поливитаминов и ценных лекарственных препаратов. Ее плоды также широко используются в пищевой промышленности и в быту. Облепиха имеет своеобразный аромат и вкус ананаса.

Центральным ботаническим садом НАН Беларуси проведены комплексные эколого-биологические, физиологические и биохимические исследования облепихи крушиновой. Растение морозостойчиво. В условиях республики зацветает при 16 °С, обычно в первой декаде мая. Плоды сортовой облепихи созревают в августе, диких образцов – в сентябре–октябре. Плодоношение наступает в четырехлетнем возрасте. Урожайность с куста на 5–6-й год составляет 8–9 кг. Листопад поздний [1].

Sorbus aucuparia L. – рябина обыкновенная. Заслуживает внимания как плодовое растение, источник фенольных соединений, витаминов С и К, каротиноидов. В сравнительно небольших количествах в ягодах рябины накапливаются витамин В₂ (рибофлавин), токоферол, фолиевая кислота и другие биологически активные соединения. Значительно содержание органических кислот, пектиновых веществ, сорбита и углеводов. Обнаружены восемь незаменимых аминокислот, ответственных за нормальную жизнедеятельность организма, а также урсоловая и олеаноловая кислоты. Имеется редко встречающийся в растениях серотонин, который применяется при неврозах, а также амигдалин, следы которого способны удерживать организм от кислородного голодания. В плодах содержится 20,3–27,3 % сухих веществ, 326,2–913,2 мг% аскорбиновой кислоты, сумма сахаров – до 11,9 %, сумма биофлавоноидов – 6677,6 % [5]. Плоды обладают рентгенозащитным действием, могут быть использованы для профилактики и лечения болезней, связанных с повышенным фоном радиации. Широко применяются в народной медицине, их можно сушить и заваривать как чай вместе с различными травами. Есть мнение, что рябиновый сок очень полезен при туберкулезе легких. Свежая незрелая рябина прекращает расстройства желудка.

Светолюбива, к плодородию почвы не требовательна, но нуждается в ее увлажнении. Страдает от задымления и загазованности, тем не менее широко используется в озеленительной практике. В условиях Минска зимостойка, вегетацию начинает в первой декаде мая. В Беларуси перспективны сорта Гранатная, Невежинская, Бурка, Вефед и др.

Chaenomeles maulei (Mast.) C.K. Schneid. – хеномелес Маулея. В последнее время в практике садоводства заметно возрос интерес к этой весьма перспективной высоковитаминной культуре, также называемой айва низкая. Желто-зеленые, кислые, очень ароматные плоды от 3 до 4,5 см длиной, разнообразные по форме, в свежем виде употребляются мало, так как в их составе имеется значительное количество дубильных веществ. Содержание сухих веществ от 11,3 % до 14,7 %; содержание свободных органических кислот изменяется в диапазоне – от 27,7–29,7 % до 38,4–38,8 %; витамина С – от 394,4 мг% до 578,3 мг%; растворимых сахаров – 4,4–7,6 %; биофлавоноидов – 3853,6–10231,4 мг% от сухой массы [5].

Своеобразный сильный аромат, специфический вкус, золотистая окраска получаемых продуктов делают их особо привлекательными для переработки. В плодах айвы содержится довольно много витамина С, сахаров, органических кислот, особенно яблочной и лимонной, биологически активных веществ. Их можно использовать и в сушеном виде, а также для приготовления сока. Продукты переработки богаты железом и являются прекрасными диетическими блюдами.

В Минске массовое цветение наступает 22.V. Растет быстро, до 20 см в год. Плодоносит на 2–3-й год. Плоды созревают в октябре [3]. В культуре айва низкая распространена очень широко. В озеленении ценится прежде всего своими яркими, крупными цветками, небольшими размерами кустов, нетребовательностью к условиям внешней среды. Рекомендуются для создания невысоких изгородей, групповых посадок, как чистых, так и в сочетании с другими древесными, кустарниковыми и цветочными растениями. В ЦБС НАН Беларуси интродуцирована с 1952 г., получены сорта Ароматный и Крупноплодный.

Morus alba L. – шелковица белая. Распространена в Японии, Китае, Индии, Малой Азии. Известно более 400 сортов и форм. Выращивается в основном на корм шелкопряду. В Беларуси имеет декоративное и пищевое значение. Из плодов готовят варенье, джем, патоку, сироп и т.д. Молодые листья пригодны для салатов. Все части растения применяются в народной медицине.

Засухоустойчива, заболачивание не выносит, в культуре нуждается в удобрениях. Плодоносит с семилетнего возраста, не ежегодно. Вегетацию начинает с конца апреля, созревание плодов – 30.VII. Иногда подмерзает [1]. В ЦБС НАН Беларуси интродуцирована в 1931 г.

Rosa rugosa Thunb. – шиповник морщинистый. Плоды – общепризнанный источник наиболее ценных в физиологическом плане органических соединений, в том числе витамина С, биофлавоноидов (до 16018,1 мг%), сумма сахаров – 6,9–11,9%, что и предопределило повышенный интерес к исследованию их биохимического состава в разных регионах мира. В Беларуси перспективны сорта российской селекции: Глобус, Победа, Шпиль, Уральский Чемпион, Витаминный и др. [1].

Таким образом, важнейший прикладной аспект вовлечения в культуру деревьев и кустарников в Беларуси – выраженная ориентация на задачи лечебного садоводства. Следует отметить, что многие из указанных видов выполняют и декоративные функции, используются для устройства изгородей (арония, барбарис, боярышник), в вертикальном озеленении (лимонник), являются красивоцветущими кустарниками (барбарис, боярышник, калина, хеномелес, шиповник), имеют оригинальную крону (облепиха, шелковица), практически все они – медоносы, т.е. можно охарактеризовать их как культуры многопланового использования.

Литература

1. Гаранович И.М., Шпитальная Т.В. Роль внутривидовой изменчивости и особенности онтогенеза древесных растений при интродукции в Беларуси (на примере облепихи крушиновидной). Минск: Право и экономика, 2010. 249 с.
2. Гаранович И.М., Шпитальная Т.В. Полезные интродуценты // Наука и инновации. 2015. № 3. С. 15–19.
3. Гаранович И.М., Рупасова Ж.А., Игнатенко В.А. Биохимический состав малораспространенных культур садоводства в условиях Беларуси. Минск: Право и экономика, 2007. 136 с.
4. Рупасова Ж.А., Шпитальная Т.В., Гаранович И.М., Василевская Т.И. Интродукция кизила настоящего (*Cornus mas* L.) украинской селекции в условиях Беларуси. Минск: Беларус. навука, 2012. 163 с.
5. Рупасова Ж.А., Гаранович И.М., Шпитальная Т.В., Василевская Т.И., Павловский Н.Б., Криницкая Н.Б. Биохимический состав плодов малораспространенных культур садоводства в Беларуси. Минск: Беларус. навука, 2014. 315 с.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ ИССОПА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*HYSSOPUS OFFICINALIS*) РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Еремеева Е. Н., Маланкина Е. Л., Калиниченко Л. В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева»
(РГАУ–МСХА), Москва, Россия
e-mail: ascata@yandex.ru

COMPLEX EVALUATION OF *HYSSOPUS OFFICINALIS* VARIETIES AND SAMPLES OF DIFFERENT ORIGIN

Eremeeva E. N., Malankina E. L., Kalinichenko L. V.

Проведен сравнительный анализ по продуктивности и устойчивости в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации образцов сортов и популяций иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.). Выявлено их отличие друг от друга по урожайности. Определено содержание эфирного масла в различных сортах и популяциях иссопа в зависимости от срока уборки, а также содержание флавоноидов в сухом сырье.

Ключевые слова: иссоп лекарственный, урожайность, эфирное масло, флавоноиды, спектрофотометрия.

В связи с тем, что иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) обладает огромным генетическим потенциалом продуктивности и устойчивости в условиях средней полосы России, данная работа является актуальной. Ее цель – отбор наиболее перспективных в этом отношении сортов и популяций. Были поставлены задачи: 1) изучить ритмы сезонного развития сортов и популяций различного происхождения в условиях Московской области; 2) определить урожайность сырья; 3) сравнить количественное содержание эфирного масла в сырье в зависимости от срока уборки и образца; 4) определить содержание флавоноидов в высушенном сырье различных сортов и популяций.

Материалы и методы. Опыт был заложен на участке опытного поля лаборатории плодородства РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева. Посев в зимнюю теплицу сделан 13 апреля 2011 г., высадка рассады в открытый грунт по схеме 70 × 30 – 10 июня. Наблюдения велись по методикам, разработанным в ГБС РАН [3]. Отмечали фазы весеннего отрастания, бутонизации, цветения (начало, массовое и конец), плодоношения (начало и массовое). В конце периода вегетации была проведена срезка всех изучаемых образцов и определена урожайность по сортам и популяциям. Учет и отбор проб проводили в соответствии с рекомендациями ВИЛАР [2]. Начиная с фазы бутонизации осуществлялся отбор проб каждого образца для определения количественного содержания эфирного масла (около 100 г свежего сырья). Массовую долю эфирного масла определяли методом гидродистилляции [1]. Часть собранного сырья была высушена с целью определения содержания флавоноидов в сухом сырье спектрофотометрическим методом, основанным на взаимодействии флавоноидов с хлоридом алюминия [4].

Результаты и их обсуждение. В результате двухлетних фенологических наблюдений за растениями 1-го и 2-го года жизни отмечено, что растения успевали сформировать урожай в достаточно приемлемые по погодным условиям сроки. В течение всего периода вегетации измерялась высота растений 2-го года жизни. Высота растений всех представленных сортов и популяций увеличивалась до наступления начала цветения, в период цветения изменение высоты было незначительным.

Наибольший выход эфирного масла отмечен в фазу массового цветения иссопа лекарственного.

Урожайность эфиромасличного сырья изменялась в зависимости от возраста растений и, в большей степени, от погодно-климатических условий вегетационного периода, особенно количества осадков (табл. 1). Обильные дожди в период массового цветения иссопа в 2013 г. отрицательно повлияли на содержание эфирного масла в сырье у всех сортов и популяций без исключения. В 2014 г. летом выпало небольшое количество осадков, что привело к снижению урожайности сырья.

Таблица 1

Содержание эфирного масла и урожайность сырья сортов и популяций иссопа лекарственного

Образец	Урожай свежего сырья, кг/м ²				Содержание эфирного масла в сырье, %			
	2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
ВИЛАР	0,53	0,17	1,20	0,78	0,37	0,42	0,21	0,38
Германия (N.L. Ch.)	0,59	0,23	1,01	0,65	0,40	0,37	0,11	0,26
Германия (P.J. Sch.)	0,51	0,21	1,62	0,63	0,39	0,35	0,27	0,30
Германия (C. S. & Co)	0,54	0,39	1,57	1,05	0,44	0,40	0,26	0,39
Сорт Иней, Россия	0,41	0,23	0,76	0,68	0,54	0,56	0,41	0,55
Сорт Лазурит, Белоруссия	0,58	0,26	2,07	1,03	0,52	0,47	0,36	0,53
Россия (Фирма АС)	0,45	0,35	2,02	0,94	0,36	0,43	0,36	0,37
Сорт Аккорд, Россия (Поиск)	–	0,30	0,91	0,73	–	0,87	0,22	0,48
Россия (Семена НК)	–	0,30	1,01	0,69	–	0,43	0,20	0,36
Чехия (Университет леса)	–	0,25	1,01	0,68	–	0,67	0,24	0,46
Нидерланды (Hem Zaden)	–	0,35	1,16	0,76	–	0,37	0,24	0,31
White, Великобритания (CN Seeds)	–	0,36	0,88	0,56	–	0,69	0,29	0,49
Pink, Великобритания (CN Seeds)	–	0,33	0,81	0,54	–	0,64	0,28	0,45
Blue, Великобритания (CN Seeds)	–	0,31	1,21	0,75	–	0,82	0,23	0,51
НСП	0,05	0,03	0,02	0,04	0,12	0,14	0,11	0,13

Самым урожайным в 2012 г. был образец из Германии (Carl Sperling & Co). Сорт Иней оказался малоурожайным, но по содержанию эфирного масла он занял лидирующее место наравне с белорусским сортом Лазурит, имеющим гораздо большую урожайность. Наибольшее содержание флавоноидов наблюдалось у сорта Иней, образцов из Великобритании White (CN Seeds), Нидерландов (Hem Zaden) и Германии (Carl Sperling & Co) (табл. 2).

Таблица 2

Содержание флавоноидов (%) в сырье иссопа лекарственного в зависимости от сорта и популяции

Образец	Год			Среднее
	2012	2013	2014	
ВИЛАР	0,54	0,72	0,68	0,65
Германия (N.L. Ch.)	0,65	1,02	0,69	0,79
Германия (P.J. Sch.)	0,72	0,96	0,93	0,87
Германия (C. S. & Co)	0,58	1,65	1,21	1,15
Сорт Иней, Россия	0,73	1,24	1,01	0,99
Сорт Лазурит, Белоруссия	0,68	1,03	0,78	0,83
Россия (Фирма АС)	0,52	1,15	0,82	0,83
Сорт Аккорд, Россия (Поиск)	0,52	0,97	0,80	0,76
Россия (Семена НК)	0,59	1,0	1,01	0,87
Чехия (Университет леса)	0,58	1,10	0,69	0,79
Нидерланды (Hem Zaden)	0,72	1,26	1,14	1,04
White, Великобритания (CN Seeds)	0,76	1,47	1,15	1,13
Pink, Великобритания (CN Seeds)	0,62	0,93	1,04	0,86
Blue, Великобритания (CN Seeds)	0,72	0,96	0,81	0,83
НСП	0,09	0,40	0,11	0,2

Выводы. В онтогенезе иссоп лекарственный накапливает эфирное масло неравномерно, определены сроки уборки сырья, когда соотношение урожайности и количественного содержания эфирного масла оптимально. Наибольший выход эфирного масла наблюдается в фазу массового цветения растений. Для максимального накопления эфирного масла в сырье необходимы среднесуточные температуры выше 25 °С и отсутствие осадков в течение двух-трех недель до уборки сырья.

Литература

1. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. 11-е изд. М.: Медицина, 1990. 400 с.

2. Майсурадзе Н.И. Киселев В.П., Черкасов О.А. Методика исследований при интродукции лекарственных растений // Лекарственное растениеводство / Под ред. Н.И. Майсурадзе. М., 1984. Вып. 3. 32 с.

3. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. ГБС АН СССР. 1979. Вып. 113. С. 3–8.

4. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище (Р 4.1.1672–03). М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 240 с.

ЭКСПОЗИЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В КУЗБАССКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Загурская Ю.В., Егорова И.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии человека
Сибирского отделения Российской академии наук (ИЭЧ СО РАН), Кемерово, Россия
e-mail: syjil@mail.ru, nir_kem@mail.ru

EXPOSITION OF MEDICINAL PLANTS IN KUZBASS BOTANICAL GARDEN

Zagurskaya Yu.V., Egorova I.N.

Коллекция лекарственных растений в Кузбасском ботаническом саду создана в 2006 г. с целью интродукционного и биохимического изучения растений официальной медицины Российской Федерации. На 2014 г. в эксперименте задействовано 92 вида растений, создана экспозиция, состоящая из 87 видов лекарственных растений. Для 5 видов получен отрицательный результат первичной интродукции, для 14 видов – положительный.

Ключевые слова: лекарственное растениеводство, интродукция лекарственных растений, экспозиция лекарственных растений, лимитирующие факторы.

Экспозиционный участок лекарственных растений «Аптекарский огород» был заложен в 2006 г. в Кузбасском ботаническом саду ИЭЧ СО РАН. Цель создания – интродукционное и биохимическое изучение лекарственных растений, а также использование в образовательном процессе (проведение практик, экскурсий для студентов и школьников). План участка был разработан заведующей лабораторией интродукции растений ИЭЧ СО РАН, к.б.н. Татьяной Евгеньевной Буко. «Аптекарский огород» состоит из экспозиционного и опытного участков, первый огорожен живой изгородью из *Acer ginnala* (Maxim.) Maxim., второй – из *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz.

Растения официальной медицины Российской Федерации [1, 2] экспонируются на клумбах прямоугольной формы, расположенных лентообразно по периметру экспозиционного участка, вдоль дорожек, выложенных плитам. Центральная часть экспозиции представлена газоном, на котором расположены виды древесных растений (*Ribes nigrum* L., *Viburnum opulus* L., *Juniperus communis* L., *Populus nigra* L., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Tilia cordata* Mill., *Rhamnus cathartica* L., *Quercus robur* L., *Crataegus sanguinea* Pall. и др.). Растения высажены в зависимости от преобладающей в них группы основных действующих биологически активных веществ [1].

Под коллекцию лекарственных растений был выделен участок площадью 0,12 га. Почва участка представлена тяжелыми высокогумусовыми суглинками (гумус 9,9%), характеризующимися кислой реакцией почвенного раствора (рН водной вытяжки 6,1), низкой обеспеченностью фосфором (70 мг/кг), средним содержанием обменного калия (85 мг/кг), содержание общего азота – 0,41 %. Почва характеризуется низкой воздухоемкостью и водопроницаемостью, что нередко является причиной ее переувлажнения. Часто наблюдается застой талых и дождевых вод.

Первые годы были отведены разработке участка и заложению коллекции, преимущественно состоящей из видов местной флоры и повсеместно адаптированных культурных растений. В 2008 г.

в коллекции насчитывалось 34 вида, в 2010 г. – 65 видов, в 2014 г. – 87 видов растений официальной медицины. Всего на 2014 г. в эксперименте было задействовано 92 вида растений из 85 родов и 43 семейств. Накопление и поддержание коллекционного фонда осуществляется за счет обмена семенами с ботаническими садами, сборов посадочного и семенного материалов в экспедициях, охватывающих природные территории Кузбасса.

Отличное состояние надземной массы отмечено для растений 34 видов, хорошее – для 35, у остальных 18 видов развитие надземной части варьирует в зависимости от сезонных условий, но всегда позволяет получить жизнеспособный материал для размножения. Для *Rhodiola rosea* L. нами подтверждается тенденция выпадения культивируемых растений на 5–8-м годах жизни. В природе корневище родиолы на 4–5-й год существования начинает отмирать снизу, нарастая при этом в верхней части (таким способом обеспечивается омолаживание растений), однако в условиях КузБС возобновления растений не происходит [5]. *Salvia officinalis* L. чаще всего не переносит зимний период, однако при выращивании рассадным способом в течение вегетационного сезона образует достаточную для получения растительного сырья фитомассу.

При адаптации *Adonis vernalis* L., *Bupleurum multinerve* DC., *Lespedeza hedysaroides* Pall., *Phlajodicarpus sibiricus* Fischer ex Sprengel, *Humulus lupulus* L., встречающихся в природе на территории Сибири и успешно выращиваемых в соседних областях, в условиях КузБС получен отрицательный результат. Основным лимитирующим фактором при акклиматизации растений умеренного и континентального климата в КузБС является структура почв – крупнокомковатая с низкой водопрочностью. Застой талых и дождевых вод приводит к гибели растений; это подтверждает тот факт, что тяжелые суглинки не подходят для обитания большинства растений. Для обеспечения положительного результата и ускорения интродукции растений необходимо регулярно проводить агротехнические мероприятия по улучшению структуры почв [3, 4].

Подавляющее большинство исследованных растений проявляет достаточную устойчивость к экстремальным условиям резко-континентального климата лесостепной зоны Западной Сибири, а также к вредителям и болезням. Для 76 % изученных растений (70 видов) отмечены жизнеспособный самосев или активное вегетативное размножение, что дает основание считать их введение в культуру устойчивым.

Таким образом, за восемь лет существования «Аптекарского огорода» создана экспозиция, состоящая из 87 видов лекарственных растений официальной медицины Российской Федерации, для растений 5 видов получен отрицательный результат первичной интродукции, для растений 14 видов внедрение в культуру в КузБС оказалось успешным: *Artemisia absinthium* L., *Pimpinella saxifraga* L., *Althaea officinalis* L., *Ononis arvensis* L., *Pastinaca sativa* L., *Echinops ritro* L., *Veratrum lobellianum* Bernh., *Hedysarum alpinum* L., *Arnica montana* L., *Digitalis grandiflora* Mill., *Digitalis purpurea* L., *Atropa belladonna* L., *Echinops sphaerocephalus* L., *Securinega suffruticosa* (Pall.) Rehd. – эти растения можно рекомендовать для дальнейшего изучения в условиях культуры в Кемеровской области. Изучение адаптации и состояния лекарственных растений Государственного реестра РФ в условиях г. Кемерово продолжается.

Литература

1. Государственная фармакопея СССР. 11-е изд., вып. 2. М.: Медицина. 1990. 400 с.
2. Государственный реестр лекарственных средств на 15.10.2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://grls.rosminzdrav.ru/GRLS.aspx> (дата обращения 15.10.2014).
3. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. Пушкино: б.и., 1993. 64 с.
4. Муха В.Д. Агропочвоведение. М.: Колос, 2003. 528 с.
5. Нухимовский Е.Л. Основы биоморфологии семенных растений. М.: Недра, 1997. Т. 1. Теория организации биоморф. 632 с.

МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ *RHODODENDRON DAURICUM* КАК ПЕРСПЕКТИВНОГО ИСТОЧНИКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Зайцева Ю.Г., Новикова Т.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской
академии наук (ЦСБС СО РАН), г. Новосибирск, Россия
e-mail: ulianna_zaitseva@mail.ru

MICROPROPAGATION OF *RHODODENDRON DAURICUM* AS A PROMISING SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

Zaytseva Yu.G., Novikova T.I.

Представлены протоколы клонального микроразмножения *R. dauricum* L. как ценного лекарственного растения. Изучен морфогенный потенциал проростков, листовых и флоральных эксплантов под действием низких концентраций тидиазурина, зеатина и других регуляторов роста. Разработан эффективный способ укоренения регенерантов на основе импульсной обработки индол-3-масляной кислотой и культивирования *ex vitro* в смеси торфа и песка.

Ключевые слова: *Rhododendron dauricum*, микроразмножение, тидиазурин, листовые экспланты, флоральные экспланты.

Род *Rhododendron* L. (семейство Ericaceae) включает, по разным оценкам, от 800 до 1000 видов, из них 16 произрастает на территории Российской Федерации. Рододендроны азиатской части России (13 видов) не только представляют интерес как декоративные растения, но и являются источником биологически активных веществ, которые обладают в том числе и антиоксидантной активностью [8]. Накопление в клетках активных форм кислорода приводит к инициации цепных реакций свободнорадикального окисления, которые могут принимать как физиологическую, так и патологическую форму, провоцируя воспалительные процессы, сердечнососудистые и онкологические заболевания, нарушения метаболизма и атеросклероз [6]. Активность свободных радикалов ограничивается антиоксидантами ферментной и неферментной природы. Природным источником некоторых неферментных антиоксидантов является *Rhododendron dauricum* L. [1]. В последних исследованиях показано довольно высокое содержание фенольных соединений (кверцетина, миритетина, оксibenзойной, оксикоричной кислот), эфирных масел (кариофиллена, лимонена и др.), аскорбиновой кислоты и других соединений в листьях *R. dauricum* [2, 3, 7, 9]. Благодаря уникальному компонентному составу надземные части *R. dauricum* широко используются в китайской медицине.

Ресурсная база для сбора этого лекарственного растения ограничена ареалом его произрастания, кроме того, бесконтрольные заготовки способны нанести существенный урон природным популяциям *R. dauricum*. Так, в Еврейской автономной области *R. dauricum* включен в региональную Красную книгу [4] со статусом редкости 2б, как таксон с сокращающейся численностью в результате чрезмерного использования человеком. Создание ресурсной базы *R. dauricum* на основе традиционных методов размножения затруднительно в связи со слабой укореняемостью черенков и маточных растений, а также низкой выживаемостью сеянцев. Использование методов биотехнологии позволит избежать указанных проблем и создать эффективные технологии быстрого и массового размножения этого ценного ресурсного растения.

Целью представленного исследования является изучение морфогенного потенциала различных типов эксплантов *R. dauricum* (семена, лист, части цветка) с последующим созданием протоколов клонального микроразмножения, включая этапы укоренения и адаптации к условиям *ex vitro*.

Материалы и методы. Семена *R. dauricum* сбора 2011 г. предоставленные Ботаническим садом-институтом ДВО РАН стерилизовали в 20%-м растворе «Доместоса» в течение 20 мин. Стерильные семена проращивали на поверхности водного агара (0,6%), на свету. В качестве эксплантов использовали проростки с удаленными корешками, которые переносили на агаризованные среды

Андерсона (АМ), дополненные различными регуляторами роста: 1,0 мкМ тидиазурона (ТДЗ) зеатином (1,0, 2,5, 5,0, 10,0 мкМ), сочетанием 5,0 мкМ зеатина с 5,0 мкМ индолилуксусной кислоты (ИУК). Время культивирования – 8 недель.

В качестве листовых эксплантов использовали верхнюю первую пару листьев с черешком, изолированных от микроклонов *R. dauricum*. Для индукции морфогенеза листовые экспланты помещали на поверхность АМ, содержащую ТДЗ и различные комбинации ТДЗ и зеатина, адаксиальной стороной вверх. Время культивирования – 15 недель. Полученные конгломераты укороченных побегов переносили на безгормональную среду Андерсона (АМ0) для элонгации. Через 8 недель подсчитывали число побегов ($h \geq 5$ мм) на эксплант.

Стерилизацию бутонов, изолированных в начале цветения, проводили в 0,1%-м растворе AgNO_3 в течение 15 мин. Из стерильных бутонов извлекали пестик с цветоножкой (флоральный эксплант) и помещали горизонтально на АМ, содержащую ТДЗ (1,0–5,0 мкМ), а также комбинации ТДЗ (1,0–5,0 мкМ) с 73,8 мкМ изопентиладенина (2-иР) + 15,0 мкМ индолил-3-масляной кислоты (ИМК) или 2,5 мкМ зеатина. Время культивирования – 11 недель.

Для оптимизации системы регенерации часть флоральных эксплантов *R. dauricum* предкультивировали на АМ0 в течение четырех дней. Затем экспланты инокулировали на АМ, содержащую 2,5 мкМ зеатина в сочетании с ТДЗ (1,0–5,0 мкМ). Время культивирования – 8 недель.

Полученные из разных типов эксплантов регенеранты переносили на АМ0 и культивировали в течение 6 недель, после чего подсчитывали коэффициент размножения и длину побегов. Затем регенеранты $h \geq 10$ мм укореняли в условиях *in vitro* или *ex vitro*. Для стимуляции ризогенеза использовали два подхода: 1) непосредственное культивирование на АМ, дополненной 25,0 мкМ ИМК; 2) четырехчасовую импульсную обработку в растворе 148,0 мкМ ИМК. После импульсной обработки регенеранты либо помещали для укоренения на АМ0 в условиях *in vitro*, либо высаживали *ex vitro* в смесь торфа и песка в соотношении 1 : 1.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что для семян *R. dauricum* характерен неглубокий физиологический тип эндогенного покоя (тип В₁), согласно классификации М.Г. Николаевой [5], поскольку они проросли на свету без дополнительной обработки, всхожесть – 74 %. Для массового получения микроклонов *R. dauricum* рекомендуется использовать среду АМ, дополненную 1,0 мкМ ТДЗ или 2,5 мкМ зеатина, при этом под действием этих регуляторов роста происходит как активация пазушных меристем, так и закладка на гипокотиле проростков адвентивных почек.

Регенерационный потенциал листовых эксплантов *R. dauricum* оказался низким (менее 10 %) на всех вариантах сред. Морфогенный ответ флоральных эксплантов *R. dauricum* был получен только на АМ, содержащей ТДЗ и 2,5 мкМ зеатина. Формирование конгломератов адвентивных почек на цветоножках наблюдали через 11 недель у 45 % флоральных эксплантов под действием 1,0 мкМ ТДЗ и 2,5 мкМ зеатина. Показана эффективность использования приема предкультивирования, что позволило почти в два раза увеличить частоту регенерации (87,5 %) из флоральных эксплантов в присутствии 1,0 и 2,5 мкМ ТДЗ, а также повысить темпы морфогенеза на 3 недели.

После элонгации побегов на АМ0 наибольшее количество побегов получено под действием ТДЗ: из проростков – в среднем 40 побегов на эксплант, для флоральных эксплантов этот показатель – около 7 побегов на эксплант.

Оптимизирована система укоренения и адаптации микропобегов *R. dauricum*. Показана высокая эффективность импульсной обработки ИМК и последующего культивирования регенерантов *ex vitro* в смеси торфа и песка, что позволило увеличить выход адаптированных растений с хорошо развитой корневой системой и сократить сроки получения качественного посадочного материала.

Выводы. Таким образом, разработанные системы регенерации из различных типов эксплантов и способы повышения их эффективности, а также оптимизированный процесс укоренения и адаптации регенерантов являются основой новых и эффективных протоколов размножения *R. dauricum in vitro*, которые могут быть использованы для пополнения ресурсной базы этого ценного лекарственного растения и, одновременно, уязвимого таксона.

Литература

1. Баранова Т.В., Сорокопудов В.Н., Ступаков А.Р. Антиоксидантная активность некоторых интродуцентов в условиях Центрального черноземья // Науч. ведомости: Сер. Естественные науки. 2012. Вып. 21. С. 78–81.
2. Белоусов М.В., Басова Е.В., Юсубов М.С., Березовская Т.П., Покровский Л.М., Ткачев А.В. Эфирные масла некоторых видов рода *Rhododendron* L. // Химия растит. сырья. 2000. № 3. С. 45–64.
3. Карпова Е.А., Каракулов А.В. Флавоноиды некоторых видов рода *Rhododendron* L. флоры Сибири и Дальнего Востока // Химия растит. сырья. 2013. № 2. С. 119–126.
4. Красная книга Еврейской автономной области. Новосибирск, 2006. 248 с.
5. Николаева М.Г. Покой семян // Физиология семян. М. 1985. С. 125–183.
6. Ames B.N., Shigenaga M.K., Hagen T.M. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1993. Vol. 90. No. 17. P. 7915–7922.
7. Olennikov D.N., Dudareva L.V., Osipenko S.N., Penzina T.A. Chemical composition of essential oils from leaves of *Rhododendron dauricum* and *R. aureum* // Chem. Nat. Compd. 2009. Vol. 45. No. 3. P. 450–452.
8. Paudel B., Bhattarai H.D., Kim I.C., Lee H., Sofronov R., Ivanova L., Poryadina L., Yim J.H. Estimation of antioxidant, antimicrobial activity and brine shrimp toxicity of plants collected from Oymyakon region of the Republic of Sakha (Yakutia), Russia // Biol. Res. 2014. Vol. 47. P.10.
9. Rogachev A.D., Fomenko V.V., Salcnikova O.I., Pokrovskii L.M., Salakhutdinov N.F. Comparative analysis of essential oil compositions from leave and stems of *Rhododendron adamsii*, *R. aureum*, and *R. dauricum* // Chem. Nat. Compd. 2006. Vol. 42. P. 426–430.

МОРОЗНИК КАВКАЗСКИЙ КАК ЯДОВИТОЕ, ЛЕКАРСТВЕННОЕ И ДЕКОРАТИВНОЕ РАСТЕНИЕ

Иосебидзе Т.И., Куридзе М.Г., Убириа М.Н.

*Горийский государственный учебный университет, Гори, Грузия
e-mail: tiniko.iosebidze@mail.ru, marinaquridze@gmail.com, ubiriamarika@gmail.com*

HELLEBORUS CAUCASICUS AS A TOXICAL, MEDICAL AND DECORATIVE PLANT

Iosebidze T.I., Kuridze M.G., Ubiria M.N.

Морозник кавказский – ядовитое, лекарственное и декоративное растение, которое издавна известно в Грузии, в последнее время используется и как декоративное. Неправильное проведение заготовок лекарственных растений приводит к тому, что даже самые большие и богатые их массивы за считанные годы значительно сокращаются. Желательно культивировать морозник кавказский. Сеять его можно как ранней весной, во второй половине марта, так и в апреле. Глубина заделки семян – 1–2 см. Поскольку семена очень мелкие, рекомендуется прикатать почву после посева, чтобы создать нормальные условия для их разбухания. На 1 га требуется 3–3,5 кг семян.

Ключевые слова: морозник кавказский, *Helleborus caucasicus*, ядовитое, лекарственное и декоративное растение, культивирование.

В старину в Грузии медицинская практика опиралась на изучение лекарственных трав. Греческие и римские историки называли местом распространения некоторых лекарственных растений Колхиду и Иберию. Они описывали Колхиду как богатую и развитую страну, отмечая и факт существования там плантаций лекарственных растений.

В «Аргонавтике» Аполлона Родосского сказано, что Медея умела готовить «волшебные лекарства», чему научилась от матери и сестры [5]. Ее мать, жена колхидского царя Геката, «приобрела глубокие знания в изготовлении ядов, сама открыла лютик, испытывала действие ядов, давая их вместе с пищей иноземцам».

Одним из ядовитых растений семейства лютиковых является морозник кавказский (*Helleborus caucasicus* A.BR.). Авиценна считал, что морозник рассасывает, расслабляет и сильно очищает, так что исчезают омертвевшие ткани, бородавки, размягчаются затвердевшие свищи. Он омолаживает тело, укрепляет зрение, помогает от паралича и болей в суставах. Морозник очень полезен при опухолях в кишечнике и мочевом пузыре, при разлитии черной желчи, он без неприятных ощущений выводит из тела желчь, слизь, всякий излишек, примешивающийся к крови, а также песок. Ускоряет наступление месячных, может использоваться как слабительное, если потереть десны порошком из него.

Морозник окружают легенды; считается, что он способен вызывать демонов. Некоторые историки полагают, что Александр Македонский умер из-за передозировки морозника, которым пытался вылечиться.

Морозник кавказский – многолетнее травянистое растение высотой до 50 см с коротким, ползучим, разветвленным корневищем коричневого цвета. Листья крупные. Стеблевые листья темно-зеленые, кожистые, шириной 3–9 см, рассечены в меньшей степени, чем прикорневые; на них резко выражена сеть жилок. В период цветения на стебле появляются 1–2 цветка. Цветки также крупные, из 5–6 лепестков, окрашенных в бледно-зеленые, зеленовато-желтые и даже карминово-красные тона. На юге морозник цветет с декабря по апрель, плод – многочисленные листовки, семена продолговатые, мелкие. Растение чрезвычайно ядовито [4].

В состав морозника кавказского входят алкалоиды, сердечные гликозиды и флавоноиды, сапонины, эфирные масла, кумарины и витамины. В его корнях и листьях содержатся стероидные сапонины; при гидролизе сапонинов из листьев получен смилагенин [3].

В Грузии морозник кавказский произрастает повсеместно по берегам рек, в лесах. В основном используется в народной медицине, а также как раннецветущее декоративное растение наряду с фиалкой, цикламеном и первоцветом.

С ростом популярности морозника кавказского как лекарственного ядовитого растения уменьшаются его природные запасы. Ранней весной, особенно в начале марта, жители Горийского района собирают в лесу большие букеты цветов. Неправильное проведение заготовок лекарственных растений приводит к тому, что даже самые большие и богатые их массивы за считанные годы значительно сокращаются. Для того чтобы сохранить дикие лекарственные и декоративные растения, необходимо запретить их сбор на территориях лесопарковых зон, городов, поселков и в прилегающих к ним луговых угодьях, а также запретить всем гражданам торговлю любыми видами дикорастущих растений.

Желательно культивировать морозник кавказский, так как он является не только лекарственным, но и декоративным растением [2, 3]. Для культивирования необходимо использовать агротехнические приемы, которые будут способствовать высокому и качественному урожаю.

Морозник размножается делением кустов и семенами. Семена растения созревают уже в середине июня. При помещении в открытый грунт они сразу же дают всходы. Сеять можно как ранней весной, во второй половине марта, так и в апреле. Почва должна быть заранее подготовлена, обработана на глубину 5–10 см, хорошо разрыхлена. Глубина заделки семян 1–2 см. Поскольку семена очень мелкие, рекомендуется прикатать почву после посева, чтобы создать нормальные условия для их разбухания. На 1 га требуется 3–3,5 кг семян. Расстояние между рядами должно быть 35–40 см, между растениями – 30–35 см. Полив – 3–4 раза в период вегетации.

Размножение морозника делением куста более удобно. Весной, как только он отцветет, нужно разделить корень на несколько частей и посадить в заранее подготовленные ямки глубиной 8 см. Расстояние между рядами должно быть 35–40 см, между растениями – 30–35 см. Следует полить место посадки и обильно поливать высаженные растения на протяжении трех следующих недель.

Наиболее опасными вредителями морозника являются улитки, слизни, мыши и вездесущая тля, самое распространенное заболевание – *Coniothyrium hellebore*. В период нашего эксперимента в Горийском районе болезни и вредители не были выявлены.

Литература

1. Гогичаишвили Л., Гугава Э. Выращивание лекарственных растений. Тбилиси: Куна Георгика, 1998. С. 54.

2. Гугава Э., Иосебидзе Т. Методы выращивания некоторых лекарственных растений. Тбилиси: Куна Георгика, 2001. С. 28.
3. Реткова В. Современная фитотерапия. София: Медицина и физкультура, 1988. С. 108–109.
4. Хидашели Ш., Папунидзе В. Лекарственные растения лесов Грузии. Батуми: Сабчота Аджара, 1985. С. 48–51, 57–60.
5. Шенгелия М. С. История медицины Грузии. Тбилиси, 1984. 206 с.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *ELSHOLTZIA CRISTATA* И *SATUREJA HORTENSIS* В СВЯЗИ С ИНТРОДУКЦИЕЙ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

Котюк Л. А.¹, Рахметов Д. Б.², Вергун Е. Н.²

¹ Житомирский национальный агроэкологический университет (ЖНАЭУ), Житомир, Украина
e-mail: kotyukl@mail.ru

² Национальный ботанический сад им. Н. Н. Гришко Национальной академии наук Украины
(НБС им. Н. Н. Гришко НАН Украины), Киев, Украина
e-mail: jamal_r@bigmir.net, e_vergun@mail.ru

BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF *ELSHOLTZIA CRISTATA* AND *SATUREJA HORTENSIS* IN TERMS OF INTRODUCTION TO UKRAINE POLISSYA CONDITIONS

Kotyuk L. A., Rakhmetov D. B., Vergun E. N.

Изучены количественный и качественный состав основных компонентов растительного сырья и эфирных масел *Elsholtzia cristata* Willd. и *Satureja hortensis* L., возделываемых на территории Житомирского Полесья. *S. hortensis* отличается высоким содержанием карвакрола (89,07%), а *E. cristata* – аскорбиновой кислоты (141,24 мг%), что обуславливает их противомикробные и антиоксидантные свойства.

Ключевые слова: *Satureja hortensis*, *Elsholtzia cristata*, эфирное масло, биохимические показатели, Полесье Украины.

Потребности фармацевтической, пищевой и парфюмерной отраслей в продукции эфирно-масличных, пряно-ароматических и лекарственных растений постоянно растут. Достаточно перспективными в этом отношении являются представители семейства губоцветные (Lamiaceae Lindl.) – эльсгольция гребенчатая (*Elsholtzia cristata* Willd.) и чабер садовый (*Satureja hortensis* L.). В условиях Полесья Украины эти растения на протяжении вегетационного периода дают дружные всходы, вегетируют и плодоносят.

В составе эфирного масла чабера садового обнаружены карвакрол, тимол, лимонен, эвгенол, β-кариофилен, борнеол, α-куркумен и другие соединения. Эфирное масло чабера садового обладает антимикробными свойствами, его применяют для лечения болезней желудка. Водный экстракт чабера имеет инсектицидные, антибактериальные и фунгицидные свойства. Траву чабера садового используют как пряность в консервной, колбасной отрасли, для приготовления блюд из фасоли, грибов, мяса и рыбы [1, 7].

Эльсгольция гребенчатая содержит эфирное масло, в котором преобладают следующие вещества: эльсгольция-кетон (81–96%), 1,8-цинеол, *n*-цимол, октанол-3, октенол-С, линалоол, α-кариофилен, гераниол и др. Эфирное масло обладает приятным ароматом, его используют в парфюмерии для изготовления туалетной воды, одеколонов, духов. Растительное сырье *E. cristata* имеет фунгицидные свойства. Эльсгольцию используют в кулинарии как пряно-ароматическое растение [1, 2, 7].

Известно, что компонентный состав растений зависит от почвенно-климатических условий среды существования, их сортовых особенностей и других факторов. Поэтому целью наших иссле-

дований было изучение биохимического состава растительного сырья и эфирных масел чабера садового и эльсгольции гребенчатой в условиях интродукции.

Материалы и методы. Материалом для исследований послужило растительное сырье (надземная часть) *E. cristata* и *S. hortensis*, собранное в период цветения на интродукционном участке ботанического сада Житомирского национального агроэкологического университета.

Абсолютно сухое вещество определяли путем высушивания образцов при температуре 105 °С до постоянной массы; содержание жиров определяли методом обезжиренного остатка; «сырую» клетчатку – по Геннебергу и Штоману; кальций – трилонометрическим методом [3]; протеин – методом Кьельдаля; фосфор – объемным методом с молибденовой жидкостью [6]; золу – методом сжигания в муфельной печи (300–700 °С); аскорбиновую кислоту – по Мурри [8, 10]; каротин – спектрофотометрически с применением растворителя бензина Калоша (спектрофотометр UNICO 2800) [5]; общее содержание сахаров и дубильных веществ – по Крищенко [4]; калий – в пламенном фотометре CL 378 (ELICO Limited, India) [10].

Состав эфирных масел изучали на хроматографе Agilent Technologies 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Для идентификации компонентов использовали библиотеку масс-спектров NIST05 и WILEY 2007 с общим количеством спектров более 470 000 в сочетании с программами для идентификации AMDIS и NIST [9].

Результаты и их обсуждение. Результаты экспериментальных исследований показали, что содержание (%) сухой массы у *S. hortensis* составило 18,75, у *E. cristata* – 16,06, клетчатки – 42,87 и 30,23 соответственно, золы – 4,30 и 7,87, протеина – 14,73 и 16,05, общих сахаров – 4,70 и 3,46, жиров – 2,07 и 3,18, дубильных веществ – 7,15 и 4,05. Содержание каротина в фитосырье эльсгольции гребенчатой составило 1,12 %, а чабера садового – 0,27 мг% на сухую массу.

Отмечено достаточно высокое содержание аскорбиновой кислоты в сырье эльсгольции гребенчатой (141,24 мг%) в сравнении с чабером садовым (45,46 мг% на сухую массу).

Содержание макроэлементов в сырье исследуемых растений незначительно. В фитосырье чабера садового и эльсгольции гребенчатой содержание фосфора составляло 0,34 и 0,28 % соответственно, кальция – 2,48 и 3,03 %. В растительном сырье *S. hortensis* калий не обнаружен, тогда как в сырье *E. cristata* его содержание составило 718,28 мг% (табл. 1).

Таблица 1

Биохимический состав растительного сырья *S. hortensis* и *E. cristata*

Компонент	<i>S. hortensis</i>	<i>E. cristata</i>
Сухое вещество, %	18,75 ± 0,17	16,06 ± 1,03
Клетчатка, %	42,87 ± 1,61	30,23 ± 0,83
Зола, %	4,30 ± 0,59	7,87 ± 1,31
Протеин, %	14,73 ± 0,34	16,05 ± 0,91
Общий сахар, %	4,70 ± 0,39	3,46 ± 0,04
Жиры, %	2,07 ± 0,13	3,18 ± 0,12
Дубильные вещества, %	7,15 ± 0,59	4,05 ± 0,47
Каротин, мг%	0,27 ± 0,01	1,12 ± 0,01
Аскорбиновая кислота, мг%	45,46 ± 1,58	141,24 ± 1,78
Калий мг%	0	718,28 ± 40,58
Фосфор, %	0,34 ± 0,01	0,28 ± 0,01
Кальций, %	2,48 ± 0,04	3,03 ± 0,09

При изучении компонентного состава эфирного масла в *S. hortensis* идентифицировано 19 компонентов, установлено высокое содержание карвакрола – 89,07 %. Также в эфирном масле определены γ-терпинен (3,53 %), α-туйон (1,7 %), камфора (1,48 %) и другие вещества (табл. 2).

В эфирном масле *E. cristata* идентифицировано 13 компонентов, преобладали карвакрол (20,2 %), неролидол (12,23), эльсгольция-кетон (10,36), 2,4,4,7-тетраметил-окта-5,7-диен-3-он (7,89), α-кадиол (7,19), дегидроэльсгольция-кетон (7,00), гумулен (6,06 %) (табл. 3).

Таблица 2

Компонентный состав эфирного масла *S. hortensis*, %

Компонент	Содержание	Время удерживания, мин
1-Октен-3-ол	0,20	9,49
Октанол-3	0,07	10,10
α -Терпинен	0,09	10,51
<i>para</i> -Цимен	0,34	10,85
1,8-Цинеол	0,33	11,05
γ -Терпинен	3,53	12,04
<i>транс</i> -Сабиненгидрат	0,25	12,67
α -Туйон	1,7	13,85
β -Туйон	0,14	14,25
Камфора	1,48	15,37
Терпинен-4-ол	0,91	16,71
Карвакрол	89,07	21,33
Эвгенол	0,11	22,02
Геранилацетат	0,11	22,27
β -Кариофиллен	0,45	23,02
Гумулен	0,09	23,74
Бициклогермакрен	0,38	24,52
β -Бисаболен	0,56	24,62
Спатуленол	0,18	26,09

Таблица 3

Компонентный состав эфирного масла *E. cristata*, %

Компонент	Содержание	Время удерживания, мин
Нонаналь	2,06	13,70
Пинокамфон	0,87	15,82
2-Ацетил-5-метилфуран	0,66	17,15
Деканаль	3,95	17,34
Нераль	3,95	18,51
Гераниаль	3,17	19,41
Дегидроэльсгольция-кетон	7,00	20,40
Эльсгольция-кетон	10,36	20,89
Карвакрол	20,2	21,04
Эвгенол	7,67	21,80
Гумулен	6,06	23,72
2,4,4,7-Тетраметил-окта-5,7-диен-3-он	7,89	23,91
<i>цис</i> -А-Фарнезен	3,10	24,19
<i>транс</i> -А-Фарнезен	3,65	24,44
Неролидол	12,23	25,60
А-Кадинол	7,19	27,38

Выводы. Растительное сырье *S. hortensis* и *E. cristata*, культивируемых в условиях Полесья Украины, содержит ценные питательные вещества, витамины, макроэлементы, что позволяет говорить о перспективности использования этих растений для нужд фармацевтической и пищевой отраслей. Преобладание в составе эфирного масла растений карвакрола говорит о его антимикробных свойствах и возможности использования масла в лечебных целях.

Литература

1. Виноградов Б., Виноградова Н., Голан Л. Ароматерапия: Учебный курс. Калифорния: Fultus Publishing, 2010. 433 с.
2. Воронина Е.П., Годунов Ю.Н., Годунова Е.О. Новые ароматические растения для Нечерноземья. М.: Наука, 2001. 173 с.
3. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений. Л.: Колос, 1985. 455 с.

4. Крищенко В.П. Методы оценки качества растительной продукции. М.: Колос, 1983. 192 с.
5. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1985. 256 с.
6. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. Киев: Наукова думка, 1976. 336 с.
7. Савченко В.Н., Яблучанский Н.И., Хворостинка В.Н., Сокол К.М. Лекарственные растения и фитотерапия. Харьков: Гриф, 2004. 272 с.
8. ГОСТ 24027.2–80. Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла: Межгосударственный стандарт. (введен с 1981–01–01). Москва, 1988. 120 с.
9. Черногород Л.Б., Виноградов Б.А. Эфирные масла некоторых видов рода *Achillea* L., содержащие фразгранол // Растит. ресурсы. 2006. Т. 42. Вып. 2. С. 61–68.
10. Грицаенко З.М., Грицаенко А. О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: Нічлава, 2003. 320 с.

ДЕКОРАТИВНАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ РОЛЬ ОБЛЕПИХИ

**Куленкамп А.Ю.¹, Белобров В.П.², Серебренников В.В.¹,
Белоброва Д.В.³, Логинова А.В.¹**

¹Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева
(РГАУ – МСХА), Москва, Россия
e-mail: akulek@inbox.ru

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва, Россия
e-mail: belobrovvp@mail.ru

³Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия
e-mail: terra_nova@mail.ru

ORNAMENTAL AND ECONOMIC ROLE OF SEA BUCKTHORN

Kulenkamp A. U., Belobrov V. P., Serebrennikov V. V., Belobrova D. V., Loginov A. V.

Рассматриваются особенности выращивания облепихи, ценной лекарственной и декоративной культуры, в различных регионах страны и за рубежом: на Кавказе (Дагестан), в Прибалтике, Китае, Саратовской области и других регионах. Архитектоника исследованных корневых систем облепихи в разных регионах показала, с одной стороны, пластичность видового состава, а с другой – приуроченность к определенным почвенно-климатическим условиям. Многофункциональный спектр использования облепихи в разных областях сельского хозяйства, охраны почв, медицины и т.д. определяет ее приоритет как культуры, способной удовлетворять самые различные потребности населения, в том числе в сохранении здоровья.

Ключевые слова: облепиха крушиновидная, *Hipporhae rhamnoides*, экотип, архитектоника, почва, профиль, сорт.

О том, что облепиха является ценной лекарственной и декоративной культурой с противоэрозийными свойствами, известно очень давно. Первые руководства по ее разведению встречаются у А. Ф. Батюжкова (1865) и А. Крылова (1871) в Кустовом Садоводстве. Плоды, кору, листья и сок облепихи издавна применяли для лечения многих болезней. В китайской, тибетской, бурятской и монгольской медицине плоды и листья использовались для лечения желудочных и кожных болезней, болезней суставов. Древние греки пили отвары из листьев и молодых побегов. Часто лечили этим растением лошадей, которые в жизни людей того времени были незаменимы [1].

Во время и после Великой Отечественной войны масло, содержащееся в ее плодах, было незаменимым средством при лечении ожогов 2-й и 3-й степени, а также радиоактивных ожогов. В плодах облепихи найдены практически все известные науке витамины (А, В, С, РР, Е, К) и другие биологически активные вещества. По содержанию токоферола (витамина Е) облепиха превосходит все известные плодовые и ягодные культуры. Содержание витамина С в плодах некоторых сортов облепихи достигает 1294 мг /% [5].

В 1949 г. в Бийске заработал первый в мире витаминный завод, производящий масло из плодов и семян облепихи, которая встречается в диком виде по берегам р. Катунь и ее притокам [1].

Облепиха, произрастающая в России, относится к четырем экотипам; они изучались нами в течение длительного времени. На островах вдоль побережья Балтийского моря и на Куршской косе растет низкорослая облепиха; мы встречали ее и при работе в Швеции в 1968–1969 гг., она используется здесь, прежде всего, в декоративных и противозерозионных целях. Сорта этого экотипа, как правило, недостаточно морозостойкие [2].

Дикорастущие заросли облепихи изучались и на Северном Кавказе в Южном Дагестане. Из неподтвержденных сообщений В.Э. Лобжанидзе (1985) известно, что на Кавказе встречаются 80-летние деревья гиганты высотой до 10–15 м с диаметром ствола до 2,4 м. Американский ботаник Вильсон (1913) упоминал о гигантских облепихах, растущих в китайской провинции Сычуань, правда, его свидетельство не нашло подтверждения при обследовании провинции одним из авторов статьи [5].

И.П. Елисеев (1983) по данным литературы и собственным наблюдениям выделяет сорта облепихи, относящиеся к четырем экологическим климатотипам облепихи – прибалтийскому, кавказскому, среднеазиатскому и сибирскому. Последний – самый обширный, он объединяет все популяции Забайкалья и Саяно-Алтайского горного района. В Р. Кондорская (1973) на основе анатомо-морфологических исследований генеративных и вегетативных органов облепихи крушиновидной (алтайской, туркестанской, кавказской, карпатской, приморской и приречной) пришла к выводу о необходимости деления вида *Hippophae rhamnoides* L. на подвиды. Мы считаем, что основных видов три: тибетская, иволистная и крушинная облепиха.

По нашим наблюдениям, практическое значение имеют высокая зимостойкость сортов, характерная для алтайской облепихи в отличие от кавказской и прибалтийской, а также высокое содержание витамина С, свойственное приречной облепихе. Следует отметить очень высокое содержание масла в мякоти и семенах, а также витамина С в плодах облепихи с побережья оз. Иссык-Куль [4].

Условия роста облепихи, в том числе и почвенные, чрезвычайно разнообразны. Облепиха в горах Кавказа, например, растет на склонах гор различной экспозиции, за исключением южной, где ощущается дефицит увлажнения почвенного профиля, она неприхотлива к плодородию, каменистости почвы, а также мощности ее слоя – бывает вполне достаточно 50–60 см. Население Кавказа широко использует листья и плоды облепихи для кормления овец, что приводит к быстрому росту курдюка и объемов высококачественной шерсти.

Наши исследования архитектоники и корневых систем облепихи в Дагестане и Прибалтийском регионе представляют интерес в основном для возделывания облепихи на небольших фермерских и приусадебных участках, главным образом для правильного выбора места посадки.

Изучение корней облепихи в Прибалтийском регионе в 1968–1969 гг. (пос. Альнарп Упсальского университета) показало, что ее корневая система на легких, песчаных и эоловых отложениях (небольшие дюны) адаптирована к местным условиям. Низкорослая облепиха кустарникового типа при занесении песком отдельных растений и декоративных посадок образует второй ярус горизонтальных корней.

Такая важная биологическая особенность облепихи – способность формировать двух- и даже трехъярусную корневую систему – является специфическим признаком, который необходимо повсеместно учитывать при введении ее в промышленную культуру или создании декоративных посадок в противозерозионных целях. Способность облепихи к формированию многоярусной корневой системы горизонтальных придаточных корней особенно четко проявляется у молодых сеянцев и корнеотпрысков, что отмечал Ж.И. Гатин (1963) [2].

Вторая биологическая особенность корневой системы облепихи и других растений семейства лоховых (лоха и шефердии) – ее способность фиксировать атмосферный молекулярный азот. У всех этих видов имеется микориза, развивающаяся в виде коралловых или клубеньковых образований. Морфологически клубеньковые образования на корневых мочках и скелетных корнях представляют собой округлые желтовато-белые коралловидные выросты или утолщения разной величины.

Ростовые, сильно растущие корни первичного анатомического строения клубеньков не имеют, мы не встречали их при раскопках корней как прибалтийского экотипа, так и кавказского (в горном Дагестане). Они образуются на боковых корнях, что требует внесения микоризы в почву. При посадках облепихи на отвалах фосфогипса Балаковского филиала АО «Апатит» мы вносили микоризу в маломощный почвенный субстрат (до 10 см), подстилающийся мощной толщей отвала фосфогипса.

Аналогичное распределение корней по профилю почвы мы с китайскими специалистами наблюдали на легких супесчаных почвах в Гусь-Хрустальском районе Владимирской области. Для сбора плодов прямо с ветки в молочные бидоны там применяют переделанный из доильного аппарат. Уже через два года в Китае было сделано подобное устройство для сбора облепихи.

Выше была отмечена роль облепихи в качестве противоэрозионной и дефляционной культуры. Кроме того, на примере опытного сада Альнарпского института Упсальского университета выявлена ее садозащитная и декоративная роль. Использовали дренажную систему на глубине 90 см с возможностью сброса излишних грунтовых вод, в засушливое время воды подавались по дренажной сети обратно в сад для полива посадок.

В ходе раскопок плодовых растений с применением экскаватора и зачисткой сделанных разрезов студентами-магистрантами отмечено практически полное отсутствие корней на глубине 0–10 см и обнаружены единичные корни на глубине 40–80 см. Основная масса корней 7-летних растений облепихи залегала на глубине 10–40 см в гумусированном слое бурых лесных почв. Горизонт ростовых вертикальных корней скелетного типа (толщиной 0,3–0,7 см и 0,7–2,0 см) располагался в основном на глубине 80–90 см. Корни были достаточно длинными – 50 см и более.

В вегетативном размножении облепихи и внедрении ее сортов на приусадебных участках активное участие принимали сотрудники плодовоовощного факультета Тимирязевской академии. Они использовали специальную туманообразующую установку с капельным орошением для укоренения зеленых черенков облепихи, а также организовывали экспедиции для сбора образцов низкорослых неколючих дикорастущих форм, на которые велик спрос в Китае.

Особенности корневых систем облепихи, выявленные при изучении различных экотипов и сортов, дают основание рекомендовать подходящие сорта для конкретных почвенно-климатических условий, наиболее успешно адаптируемые к окружающей среде.

Литература

1. Букштынов А.Д., Ермаков Б.С., Фаустов В.В. и др. Облепиха. М.: Лесная промышленность, 1978. 181 с.
2. Ермаков Б.С. Лесные растения в нашем саду. М.: Лесная промышленность, 1987. 150 с.
3. Кибкало В.А. Ягоды пяти вкусов: целебные растения Краснокутского дендропарка. Харьков: Прапор, 1989. 174 с.
4. Сократова Э.Г., Фаустов В.В. Облепиха в Бурятии. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1974. 53 с.
5. Эйдельмант А.С. Облепиха в медицине, косметике, кулинарии. М.: Крон-пресс, 1998. 375 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АУКСИНОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н., Пржевальский Н.М., Грязнов А.П.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А. Тимирязева»
(РГАУ – МСХА), Москва, Россия
e-mail: gandurina@mail.ru

PROSPECTS OF AUXIN GROWTH REGULATORS APPLYING TO MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS

Malankina E.L., Kozlovskaya L.N., Prjevalski N.M., Grjaznov A.P.

Исследовано влияние индолилуксусной кислоты на урожайность и качество сырья кориандра посевного (*Coriandrum sativum* L.) сортов Янтарь, Шико, Тайга, Дебют и змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.). Максимальное повышение урожайности наблюдается при применении препарата ИУК в концентрации 25–50 мг/л. Эта концентрация позволяет также повысить содержание эфирного масла в сырье до 1,5 раз.

Ключевые слова: кориандр посевной, *Coriandrum sativum*, змееголовник молдавский, *Dracocephalum moldavica*, регуляторы роста, индолилуксусная кислота, эфирные масла.

В настоящее время регуляторы роста широко применяют с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. В случае лекарственных растений регуляторы роста могут существенно повлиять еще и на качество урожая, повышая содержание фармакологически значимых вторичных метаболитов [3, 4].

В основном изучалось действие гиббереллинов, ретардантов или других рострегулирующих веществ природного или синтетического происхождения. Однако из общего тренда исследований практически выпала целая группа ауксиновых регуляторов, которые традиционно используют в сельском хозяйстве как стимуляторы корнеобразования.

Единичные исследования посвящены применению ауксинов с целью получения других эффектов. В частности, в ряде диссертаций обсуждается влияние ауксинов на содержание крахмала и его качество в озимой пшенице и картофеле [2, 6], описано атрагирующее действие ауксинов и их недостаток в период плодообразования, что приводит к тому, что первые плоды обычно крупнее последующих [7].

Исследовано влияние ИУК на урожайность и качество сырья кориандра посевного (*Coriandrum sativum* L.) и змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.). В 2011–2013 гг. мы изучали действие раствора ИУК на четырех сортах кориандра: Янтарь, Дебют, Тайга и Шико (агрофирма «Гавриш»). Опыты закладывали на территории лаборатории плодородства РГАУ – МСХА. Семена высевали в первой декаде мая, с междурядьями 60 см и глубиной заделки 2 см. Норма посева из расчета 16 кг/га соответствует общепринятым рекомендациям. Повторность опыта четырехкратная, учетная делянка 1 м². Обработку проводили в фазе розетки у кориандра и фазе четырех пар настоящих листьев у змееголовника (первая декада июня) растворами ИУК в концентрациях 25 и 50 мг/л путем ручного опрыскивания до полного смачивания листьев. Контрольные растения опрыскивали водой. Содержание эфирного масла в плодах определяли методом гидродистилляции по Гинзбергу [1].

В результате исследования выявлено, что под действием индолилуксусной кислоты существенно повышалась урожайность и увеличивался размер семян (табл. 1).

Наибольшей урожайностью в контроле характеризовался сорт Дебют. Под действием ИУК наблюдалось повышение урожайности, причем существенных различий между вариантами опыта с ИУК 25 мг/л и 50 мг/л не было, но наблюдалась существенная прибавка по сравнению с контролем у сортов Янтарь и Шико. У всех четырех сортов отмечено существенное увеличение массы 1 000 семян, однако лабораторная всхожесть снизилась [5].

Таблица 1

**Основные показатели продуктивности кориандра посевного после обработки ИУК
в фазе розетки (среднее за 2011–2013 гг.)**

Вариант	Сорт	Урожай сырья, г/м ²	Масса 1 000 шт. семян, г	Содержание эфирного масла в воздушно-сухом сырье, %
Контроль	Янтарь	45,5	9,2	1,05
ИУК 25 мг/л		52,6	10,4	1,12
ИУК 50 мг/л		51,4	11,2	1,35
Контроль	Шико	39,2	9,6	1,12
ИУК 25 мг/л		40,5	9,2	1,49
ИУК 50 мг/л		48,9	9,8	1,55
Контроль	Дебют	61,1	10,2	1,22
ИУК 25 мг/л		63,9	10,6	1,54
ИУК 50 мг/л		63,1	11,4	1,42
Контроль	Тайга	53,2	9,3	1,05
ИУК 25 мг/л		59,1	9,8	1,22
ИУК 50 мг/л		58,7	9,6	1,15
НСР ₀₅		5,78	0,2	0,24

Содержание эфирного масла увеличивалось в обоих вариантах опыта, однако прибавка больше была при более низкой концентрации ИУК. Наибольшая эффективность ИУК отмечена в опытах на сортах Дебют и Шико – 1,54 и 1,55 % при содержании в контроле 1,12 и 1,22 % соответственно.

В результате обработки ИУК растений змееголовника молдавского высота растений увеличилась на 5–8 % (в зависимости от условий года).

Наиболее эффективной оказалась концентрация ИУК 50 мг/л, она позволила повысить как урожайность, так и содержание эфирного масла в сырье и обеспечила максимальный выход эфирного масла с единицы площади. Концентрация 100 мг/л вызвала повышение содержания эфирного масла при меньшем повышении урожайности (табл. 2).

Таблица 2

Влияние ИУК на продуктивность змееголовника молдавского (2013 г.)

Вариант	Урожайность, кг/м ²	Содержание эфирного масла в свежем сырье, %	Сбор эфирного масла, г/м ²
Контроль	0,84	0,21	1,76
ИУК 25 мг/л	0,83	0,24	1,74
ИУК 50 мг/л	1,15	0,27	3,11
ИУК 100 мг/л	0,97	0,31	3,01
НСР ₀₅	0,11	0,02	–

Таким образом, на примере ИУК показана высокая эффективность использования ауксиновых регуляторов при культивировании эфирно-масличных растений, у которых сырьем являются как плоды, так и надземная часть. Отмечено повышение урожайности и содержания эфирного масла в сырье. В обоих случаях была эффективна обработка ИУК в концентрации 50 мг/л растений в фазе розетки (кориандр посевной) или 3–4 пар настоящих листьев (змееголовник молдавский).

Литература

1. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. Общие методы анализа. 11-е изд., доп. М.: Медицина, 1987. 336 с.
2. Кириллова И.Г. Роль фитогормонов в регуляции физиологических процессов в связи с клубнеобразованием у растений картофеля: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1997. 24 с.
3. Маланкина Е.Л. Агробиологическое обоснование повышения продуктивности эфирноносных из семейства яснотковые (Lamiaceae) в условиях Нечерноземной зоны РФ: Дис. ... д-ра. с.-х. наук. М., 2007. 342 с.

4. Шаин С.С. Биорегуляция продуктивности растений. М.: Оверлей, 2005. 218 с.
5. Malankina E.L., Prjevalski N.M., Grjaznov A.P. Prospects of application auxin growth regulators in the cultivation of medicinal and aromatic plants // 2nd Int. Symp. Secondary Metabolites. Chemistry, Biology and Biotechnology. Moscow, 2014. P. 72.
6. Landes A. Beeinflussung der Starke- und Proteinbildung sowie der Starkegewinnung und -qualität bei verschiedenen Winterweizensorten durch Stickstoff- und Auxinapplikationen: Inaug. Diss. Kiel, 1993. VIII. 108 s.
7. Shehata S. Einfluss der Samen auf Konkurrenzerscheinungen zwischen Früchten und Beziehungen zum polaren basipetalen auxin (IES) – Transport [Влияние семян яблони, томатов, огурцов на проявления конкуренции между плодами; роль полярного базипетального транспорта индолилуксусной кислоты. Диссертация. (ФРГ)]. Hohenheim, 1990. 158 s.

ЭЛЕМЕНТЫ АГРОТЕХНИКИ ВЫРАЩИВАНИЯ ШАЛФЕЯ ЭФИОПСКОГО В УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Млечко Е. А.

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Волгоградский государственный университет (ВолГУ) Волгоград, Россия
e-mail: ms.arzamaskova@mail.ru

ELEMENTS OF ETHIOPIAN SAGE CULTIVATION AGROTECHNIQUES UNDER VOLGOGRAD REGION CONDITIONS

Mlechko E. A.

Даны агротехнические рекомендации по выращиванию шалфея эфиопского (*Salvia aethiopis* L.), определена его семенная продуктивность в зависимости от схем размещения растений.

Ключевые слова: шалфей эфиопский, *Salvia aethiopis*, агротехника выращивания, онтогенез растения, семенная продуктивность, схемы размещения растений.

Все большую популярность получают эфирно-масличные растения, это связано с их широким применением в официальной и народной медицине, в сельском хозяйстве и быту, во многих отраслях промышленности.

Некоторые представители рода *Salvia* L. обладают хорошими противомикробными, противовирусными свойствами, но не все виды шалфеев, что используются, к примеру, в медицине, имеют свою агротехнику выращивания.

Шалфей эфиопский (*Salvia aethiopis* L.) является ценной эфирно-масличной культурой и возделывается для получения эфирного масла. Целью данной работы стала разработка элементов агротехники этой нетрадиционной в условиях Волгоградской области эфирно-масличной культуры.

Шалфей эфиопский (*Salvia aethiopis* L.) – двулетнее, реже многолетнее травянистое растение семейства губоцветных. В культуре возделывается как двулетнее растение. Стебель однолетний, четырехгранный, достигает в высоту 25–100 см, пирамидально разветвленный, имеет беловатое опушение. Стеблевые листья сидячие, яйцевидные. Цветки по 6–10 в мутовчатых дихазиях, в соцветии тирс. Корень стержневой, многолетний, может проникать в почву до 2 м, сильно ветвистый.

Шалфей эфиопский не требователен к почве. Он относится к теплолюбивым растениям, семена начинают прорастать при 12–16 °С, но оптимальной считается температура 24–28 °С. Шалфей эфиопский достаточно морозостоек, взрослые растения могут выдержать морозы до –30 °С в фазе розетки. Для нормального роста и цветения шалфею эфиопскому требуется среднесуточная температура 19–21 °С. При проращивании семян шалфея почва должна быть умеренно влажной [3]. При недостаточном увлажнении семена покрываются прочной пленкой и впадают в период покоя. Шал-

фей эфиопский можно сажать на любых типах почв, за исключением заболоченных. Вполне пригодны эродированные склоны. Лучше растет на плодородных почвах. Почвенная среда должна иметь нейтральную или слабокислую реакцию (рН 6,0).

Salvia aethiopis предпочитает южное местоположение и не любит затенения, загущения. Для успешной перезимовки и лучшего роста участок должен быть защищен от холодного ветра. К предшествующим растениям шалфей эфиопский нетребователен, но не следует сажать его на одно и то же место в течение многих лет.

S. aethiopis особо нуждается в азоте и фосфоре [4]. В основную заправку требуется внести азотные удобрения – 20–30 г/м² (лучше в нитратной форме) и фосфорные – 15–20 кг/м² (суперфосфат). Осенью почву нужно перекопать на штык лопаты или вспахать на глубину 25–27 см, удаляя сорняки. Весной перед посевом разрыхлить почву на глубину 5–6 см.

Подкормку дают в 1-й год жизни в фазе 2 пар настоящих листьев, на 2-й год – весной в начале отрастания, каждый раз внося по 10 г/м² аммиачной селитры и суперфосфата.

При посеве свежесобранных семян под зиму для улучшения посевных качеств в августе–сентябре их прогревают 10–12 дней на солнце. На легких почвах глубина заделки семян – 3–4 см, на тяжелых достаточно 2–3 см. Междурядья от 45 до 70–80 см, между растениями 30–40 см.

Исследования проводились на агробиостанции Волгоградского государственного университета в г. Волгограде в 2014 г. Объектом послужили растения *Salvia aethiopis*, их семена были собраны в природе в 2013 г. в Ольховском районе, вблизи Каменобродского мужского монастыря.

Опыты проводились по общепринятым методикам [1, 2, 5]. Размер опытной делянки – 10,5 м², длина делянки – 3,5 м, ее ширина – 3 м, с защитной зоной между делянками 0,5 м. Метод размещения вариантов систематический. Повторность опыта трехкратная, посадку проводили вручную, равномерно.

При выращивании шалфея эфиопского в открытом грунте отмечались онтогенетические фазы кушения, бутонизации, цветения, образования семян. Урожайность любых культур в наибольшей степени зависит от качества посевного материала. Исходя из посевных стандартов семена эфирно-масличных культур должны обладать высокой энергией прорастания и всхожестью. При посадке в открытый грунт растения размещали по следующим схемам: 70 × 30 см, 70 × 70 см, и 50 + 50 × 90 см. Наибольшая урожайность зеленой массы шалфея эфиопского (10,6 т/га) отмечена в фазу цветения при схеме размещения растений 70 × 70 см. Наименьшую семенную продуктивность (313,7 кг/га) имели растения при схеме размещения 90 + 50 × 50, а наибольшую (371,8 кг/га) – при схеме размещения растений 70 × 30 см.

Литература

1. Белик В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. М.: Агропромиздат, 1992. 319 с.
2. Балковая Е.Н. Физиолого-биохимическая характеристика эфиромасличных растений // Днепрпетровск, 1958. 183 с.
3. Бузинов П.А. Особенности почвенного питания эфиромасличных культур // Эфиромасличные культуры. М., 1953. С. 73–75.
4. Бузинов П.А. Удобрение эфиромасличных культур // Масличные и эфиромасличные культуры. М., 1963. С. 412–423.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.

ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* РЕДКИХ ВИДОВ РОДА *LAGOCHILUS*

Никитина Е. В., Абдуллаева Д. А., Сафаров К. С.

Институт генофонда растительного и животного мира
Академии наук Республики Узбекистан (ИГРиЖМ АНРУз), Ташкент, Узбекистан
e-mail: elenanikita2013@rambler.ru

RARE *LAGOCHILUS* SPECIES INTRODUCTION TO *IN VITRO* CULTURE

Nikitina E. V., Abdullaeva D. A., Safarov K. S.

Рассматривается поэтапное введение в культуру видов *Lagochilus* для дальнейшей мультипликации. Изучено влияние гормонов на разных этапах микроклонального размножения. Изучен оптимальный состав среды и гормонов для индукции побегообразования и ризогенеза.

Ключевые слова: *Lagochilus proscorjakovii*, *Lagochilus inebrians*, лагохилус опьяняющий, лагохилус Проскорякова, культура *in vitro*.

В настоящее время в фармацевтической и химической промышленности Узбекистана широко используются лекарственные растения для производства химических и биологически активных добавок. Сырье некоторых лекарственных растений, отсутствующее во флоре республики, экспортируется из соседних стран.

Объектами наших исследований стали эндеми Памиро-Алая, виды семейства Labiatae (губоцветные) – *Lagochilus inebrians* Bunge. (лагохилус опьяняющий) и *L. proscorjakovii* Ikramov. (лагохилус Проскорякова). Эти многолетние полукустарники представляют большое значение для науки как узколокальные эндемичные виды. Встречаются очень редко, спорадически, единичными экземплярами. Охраняются на территории Нуратинского государственного заповедника. Занесены в Красную книгу Республики Узбекистан [5].

Первые работы, посвященные лекарственным свойствам лагохилуса, были проведены И. Э. Акоповым [1, 3]. Установлено, что растение обладает широким диапазоном терапевтического действия: значительно стимулирует процесс гемокоагуляции, т.е. имеет выраженные кровоостанавливающие и седативные свойства, главными из которых являются кардиотропные и сосудорасширяющие, спазмолитические, противосудорожные, обезболивающие, десенсибилизирующие [1–4]. Фармакологические свойства лагохилуса объясняются его составом. Были выделены алкалоиды стахидрин, лагохилин, эфирное масло, дубильные и смолистые вещества, витамины К, С, органические кислоты, каротин, соли кальция и железа. На основе дитерпенового спирта лагохилина, обладающего гемостатической активностью, созданы медицинские препараты лаговин, инебрин [6, 8]. Выявлено, что содержание лагохилина в культивируемых растениях на 17–20 % выше, чем в дикорастущих [7].

Вследствие масштабного нерегулируемого сбора и истощения отечественного природного запаса сырья лагохилуса актуальной стала проблема сохранения генофонда этих видов. В последнее время для размножения и сохранения таких ценных, проблемных видов успешно используется метод микроклонального размножения.

Целью настоящего исследования являлась разработка эффективных приемов введения в культуру *in vitro* видов рода лагохилус для определения потенциальных возможностей массового размножения в связи с проблемой их сохранения.

Материалы и методы. В качестве первичного экспланта использовали зрелые семена *L. proscorjakovii*, *L. inebrians*, собранные в природных фитоценозах южных склонов гор Нуратау Навоийской области (максимальная высота – 2169 м над ур. м.). Семена стратифицировали в течение 40 дней при –4 °С.

Полная стерилизация исходного материала – необходимое условие успешного развития эксплантов *in vitro*. Поэтому на этапе введения в культуру отработывали различные приемы стерилизации. Наилучшим антисептическим эффектом с высоким показателем жизнеспособности (более 80 %) обладает следующая стерилизующая схема в условиях ламинар-бокса:

1) обработка 70%-м этиловым спиртом – 1 мин; 2) промывание в стерильной дистиллированной воде – 10 мин; 3) обработка 0,1 %-м раствором AgNO_3 – 10 мин; 4) промывание семян в стерильной дистиллированной воде три раза.

Приготовление и стерилизация питательных сред проводились по общепринятым методикам. На этапах посева эксплантов и культивирования регенерантов на стадии пролиферации использовали минеральную основу питательной среды MS (Himedia) с агаром (0,6–0,8 %) и сахарозой (40 г/л) с добавлением фитогормонов, pH питательных сред до автоклавирования доводили до 5,6–5,8. Условия: термостатированное помещение (25–27 °C), относительная влажность воздуха 60–70 %, освещенность – 2–3 тыс. люкс, 16-часовой фотопериод.

Результаты и их обсуждение. Специфика введения в культуру заключается в наличии или отсутствии, а также в сочетании регуляторов роста растений цитокининов с ауксинами, что обеспечивает более высокий коэффициент размножения и зависит от генотипа исследуемых видов. Поэтому нами был произведен тщательный подбор их оптимальных концентраций.

Необходимо отметить, что культура лагохилуса оказалась отзывчива на применение регуляторов роста. Их влияние проявилось уже на ранних стадиях культивирования, при этом период от посева экспланта до начала его прорастания сократился. Применяли различные сочетания 6-бензиламинопурина (6-БАП) (от 0,1 до 2,5 мг/л), кинетина и комбинации этих препаратов с 3-индолилуксусной кислотой (ИУК). Морфогенный эффект цитокинина более активно реализовался при взаимодействии с регулятором роста ауксиновой природы. Вариантах опыта в среде с количеством цитокининов, превышающим содержание ауксинов в 5–10 раз, наблюдалось прямое формирование побегов, минуя стадию каллусообразования. Так, более активная пролиферация побегов у обоих видов происходила при соотношении 6-БАП и ИУК 10 : 1 (1,0 мг/л : 0,1 мг/л), что способствовало тиражированию побегов. Появление первых проростков у *L. inebrians* отмечалось уже на 8–12-й день. Более длительное время и более высокое содержание гормонов потребовалось для семян *L. proskorjakovii*: побеги появились на 14-й день с момента посева, настоящие листья сформировались спустя 4–5 дней. Укоренение первичных эксплантов наблюдалось не ранее, чем 4–5 недель спустя, при поддержании стерильной культуры обоих видов в гормональной среде.

При подборе оптимальных условий для культивирования *in vitro* семян исследуемых таксонов установлено увеличение регенерационного потенциала в культуре в случае сочетания цитокининов с ауксинами. Видовые особенности проявились как в скорости прорастания семян, так и в количестве образующихся побегов. На основании результатов экспериментальных исследований у видов *Lagochilus proskorjakovii*, *L. inebrians* наблюдалось положительное влияние на формирование проростков: из каждого зародыша развивалось сразу несколько адвентивных побегов. У *L. proskorjakovii* с одного экспланта за один пасссаж число адвентивных побегов достигало 9–10 шт., у *L. inebrians* – до 5–6 шт. На этапе индукции побегообразования для *L. inebrians* потребовалась большая концентрации цитокинина по сравнению с *L. proskorjakovii* (1,0 мг/л и 0,5 мг/л соответственно).

Основополагающим фактором, снимающим апикальное доминирование и стимулирующим пролиферацию и адвентивное побегообразование, явилось наличие цитокинина в среде.

Развитие побегов у проростков, культивируемых на других испытанных вариантах сред (при сочетании кинетина с ИУК), протекало менее интенсивно.

Увеличение концентрации БАП с 1 до 2,5 мг/л для обоих исследуемых видов приводило к замедлению темпа роста побегов, которые впоследствии характеризовались пониженными жизнеспособностью и способностью к укоренению. Концентрация БАП в 5 мг/л привела к потере регенерантов.

Использование ИУК в диапазоне концентраций 1,0–2,0 мг/л ингибировало развитие надземной системы. Концентрация ИУК свыше 2,0 мг/л вызывала гибель побегов. Таким образом, оптимальные концентрации на этапе микроразмножения БАП – максимум 1 мг/л, ИУК – 0,5 мг/л.

Укоренение побегов *in vitro* происходило только при их определенной длине. Ни одно из испытанных веществ не способствовало развитию корней непосредственно из меристематической верхушки, т.е. вначале происходил рост растяжением (не менее 20 мм), а затем начинали развиваться корни. Этап элонгации побегов занимал не более двух недель для обоих видов на среде БАП (1 мг/л) с ИУК (0,3 мг/л).

Для индукции корнеобразования изучено влияние на этот процесс ауксина ИУК в концентрации 0,1–2,0 мг/л. Увеличение концентрации ИУК в среде до 0,5–1,0 мг/л полностью ингибировало рост растяжением меристематических верхушек надземной системы и вызывало развитие у них корневой системы, отличающейся интенсивным радиальным ростом.

Укоренение побегов, имеющих не менее трех листьев, наблюдалось не ранее, чем через две недели. Причем ИУК концентрации в 0,5–0,8 мг/л в большей степени стимулировала корнеобразование обоих видов *Lagochilus*, если ее применяли отдельно от цитокинина.

Рост и развитие корней *in vitro* зависели также от аэрации питательной среды, т.е. от концентрации агара. Укоренение побегов в плотной среде затруднено, развития корней второго порядка не происходит. С уменьшением концентрации агара с 0,6 до 0,5 % существенно улучшилось укоренение побегов.

При изучении влияния минерального состава на начальных этапах культивирования эксплантов были испытаны среды МС и ½ МС. Уменьшение концентрации минералов на состоянии первичных эксплантов отразилось отрицательно. Однако на стадии ризогенеза наблюдалась тенденция к повышению выживаемости и темпов роста побегов на среде МС с половинной концентрацией минеральных солей.

Выводы. Стимулирующее влияние цитокининов 6-БАП проявилось в более узком диапазоне концентраций (0,8–1,0 мг/л) по сравнению с ауксинами ИУК (0,1–1,0 мг/л). Прослежена эффективность поэтапного получения побегов путем последовательного изменения условий культивирования эксплантов.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Ф5-ФА-0–12154 «Интродукционная оценка и биология семенного размножения новых перспективных видов декоративных и лекарственных растений».

Литература

1. Акопов И.Э. Некоторые экспериментальные исследования о влиянии препаратов лагохилуса на сердечно-сосудистую систему // Фармакол. и токсикол. 1951. № 6. С 40.
2. Акопов И.Э. Кровоостанавливающие растения. Ташкент: Медицина, 1977. С. 99–109.
3. Акопов И.Э., Ибрагимов И.И. О новом кровоостанавливающем средстве из дикорастущего лагохилуса // Фармакол. и токсикол. 1951. № 6. С. 39.
4. Икрамов М.И. Род лагохилус Средней Азии. Ташкент: Фан, 1976. С. 158–159.
5. Пратов У.П., Хасанов Ф.У. Красная книга Республики Узбекистан. Тошкент: Chinor ENK, 2009. С. 258–259.
6. Тураева Д.Т., Выпова Н.Л., Далимова С.Н., Далимов Д.Н., Матчанов А.Д., Ниязимбетова Д. Влияние препарата лаговина на процесс свертывания крови в опытах *in vitro* // Докл. АН РУз. 2008. № 1. С. 43–46.
7. Чеврениди С.Х., Пулатова Т., Мотхин И.Э. Вопросы культивирования лагохилуса опьяняющего в окрестностях Ташкента и его фитохимическое изучение // Тр. Ташкент. фармацевтического ин-та. 1962. Т. 3. С. 40–47.
8. Bobokulov Kh.M., Levkovich M.G., Islamov A. Kh., Zainutdinov U.N., Abdullaev N.D. Quantitative determination by PMR spectroscopy of lagochilin in the substance and tablets of the medicinal preparation inebrin // Chem. Nat. Compd. 2007. Vol. 43, P. 149–152.

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЛАПЧАТКИ ИНДИЙСКОЙ (*POTENTILLA INDICA*) ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В СЕВЕРНОМ ПРИЧЕРНОМОРЬЕ

Самойленко Н.А., Самойленко Т.Г.

Николаевский национальный аграрный университет (ННАУ), Николаев, Украина
e-mail: samoilenkostg@mail.ru

INDIAN CINQUEFOIL (*POTENTILLA INDICA*) ADAPTIVE ABILITIES WHEN INTRODUCED TO THE BLACK SEA NORTHERN COAST

Samoilenko N.A., Samoilenko T.G.

Изучена динамика роста и развития лапчатки индийской (*Potentilla indica* (Andrews) T. Wolf) как почвопокровной и декоративной культуры при ковровой системе ведения насаждений. При интродукции в Северном Причерноморье выявлен ее высокий адаптационный потенциал. Негативное воздействие на растения гидротермических факторов в зимний период не отмечено.

Ключевые слова: адаптация, Северное Причерноморье, лапчатка индийская, *Potentilla indica*, ассимиляционная поверхность, пигменты, фитотерапия.

В народном врачевании широкое применение нашли лекарственные травы, относящиеся к калейдоскопическому разнообразию семейств и родов [4, 5]. Из 500 тыс. описанных видов растений лишь небольшая часть – около 100 видов – активно используется в современной медицине. К сожалению, только некоторые формы и сорта выращиваются как сельскохозяйственные культуры, преобладающее большинство остается дикорастущими.

Возрастает интерес к использованию фитотерапии в лечебной практике. Введение в культуру новых лекарственных растений природной флоры представляет определенную научную и практическую значимость. Несомненно, перспективными являются не только виды, которые традиционно используются в фармакологии, но и виды, интродуцированные из-за ограниченности их естественного ареала.

В последнее время в декоративном садоводстве приобретает популярность весьма красочный вид лапчатки – лапчатка индийская, или земляника индийская. Он обладает высоким адаптационным потенциалом при комплексном воздействии абиотических факторов [1, 2]. Изучение биологических особенностей интродуцированного вида в условиях культуры позволит разработать методы его размножения и выращивания, что, в конечном итоге, предоставит возможность выделить лучшие формы для дальнейшей селекции и внедрения их в товарное производство.

Род лапчатка (*Potentilla* L.) – один из самых обширных в семействе розоцветные (Rosaceae), он насчитывает более 300 видов [3]. Северная граница его распространения проходит по арктическим районам Северной Америки, Европы, Азии, южная – через Мексику, Северную Африку, юго-западную Азию, юго-западный Китай. Лапчатки встречаются практически во всех экологических нишах: на открытых каменистых склонах, по берегам рек, в балках, на опушках лесов. Морфология и жизненные формы чрезвычайно разнообразны и представлены кустарниками, полукустарниками и травами.

Различные виды лапчатки с незапамятных времен успешно использовали при лечении многих болезней: применяли внутрь при диарее, гастрите, ахилии, маточных кровотечениях, туберкулезе легких, подагре, ревматизме, при заболеваниях печени, сердца, наружно при язвах, геморрое, а также в косметических целях. Название рода *Potentilla* происходит от латинского слова («potens мощь», «сила» и связано с лечебными свойствами некоторых видов.

На территории бывшего СССР произрастает 148 видов лапчатки, в том числе в Российской Федерации примерно 100 видов, чаще всего встречаются 14 видов. В Украине род лапчатка представлен 41 видом, наибольшее распространение получили 5 из них: лапчатка белая (*Potentilla alba* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), лапчатка серебристая (*Potentilla argentea* L.), лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta* (L.) Raeusch.), лапчатка ползучая (*Potentilla reptans* L.).

Лапчатка индийская (*Potentilla indica* (Andrews) T. Wolf (1904); синонимы – дюшенея индийская (*Duchesnea indica* (Andrews) Focke), или земляника индийская (*Fragaria indica* Andrews basionym). Первичные очаги формообразования, по Н.И. Жуковскому, – китайско-японский и индонезийско-индокитайский центры (по Н.И. Вавилову восточно-азиатский и южно-азиатский тропический центры). В Европе выращивается с 1804 г. как почвопокровное растение. Успешно адаптироваться и расселиться в новых климатических и почвенных условиях лапчатке индийской позволила большая пластичность и неприхотливость. Для южного региона Украины вид является редким, получил ограниченное распространение в культуре. В естественных условиях не встречается.

Климат Северного Причерноморья умеренно-континентальный, с мягкой малоснежной зимой и жарким засушливым летом. Средняя годовая температура воздуха на основной части территории составляет 8–10 °С (в июле – 20–23 °С, в январе от -2 до -5 °С, причем около 40 % времени – с оттепелями). Продолжительность вегетационного периода – 215–225 сут, с температурой свыше +10 °С – 180–225 сут. За год выпадает 330–470 мм атмосферных осадков, меньше всего в октябре, больше всего в июле. Ежегодно (от 37 до 65 сут) образуется снежный покров, но его высота незначительна (в среднем на севере региона – 10 см, на юге – не выше 3–6 см). Относительная влажность воздуха за год составляет 73 %. В целом климатические условия благоприятны для ведения товарного земледелия с широким разнообразием культур и сортов.

Материалы и методы. Экспериментальную работу по изучению адаптационных возможностей лапчатки индийской проводили на опытном поле Эколого-натуралистического центра творческой молодежи и школьников (г. Николаев). Подготовку участка, уход, учет и наблюдения выполняли согласно общепринятым методикам и рекомендациям по проведению исследований лекарственных и плодово-ягодных растений. Участок орошаемый. Посадку свежевыкопанной рассады с комом земли провели в III декаде марта (2012 г.); схема размещения – 1,0 × 0,5 м.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия в течение 2012–2014 гг. были на уровне средних многолетних. Динамика выпадения осадков, температуры воздуха и деятельной поверхности почвы способствовала сбалансированному прохождению ростовых процессов в течение всего периода вегетации. Лапчатка индийская в климатических условиях Северного Причерноморья показала себя достаточно агрессивным растением, на протяжении летних месяцев формирование и укоренение дочерних розеток отмечалось на каждом узле плети.

Весной 2-го года вегетации (2013 г.) выпавших и подмерзших растений не отмечалось. Высокая плотность размещения дочерних розеток и их облиственность формировали ярко-зеленую куртину, которая красочно и оригинально выделялась среди традиционных для региона цветов-многолетников. В летний период уже дочерние растения выполняли функцию материнских, что способствовало интенсивному освоению новых территорий, в результате количество растений увеличилось с 2 шт./м² до 318,0 шт./м² (табл. 1).

Таблица 1

Динамика формирования ассимиляционной поверхности *Potentilla indica*

Показатель	2013 г.		2014 г.	
	май	сентябрь	май	сентябрь
Количество растений, шт./м ²	90,0	318,0	397,0	538,0
Количество листьев, шт./растение	6,7	7,2	7,0	8,5
Количество листьев, шт./м ²	603,0	2 289,9	2 779,0	4 573,0
Площадь листа, см ²	6,1	8,2	8,9	7,6
Листовой индекс, см ² /м ²	3 678,0	18 774,7	24 733,1	34 754,8

Примечание. Посадка – III декада марта 2012 г.

Весной 3-го года вегетации (2014 г.) растительный массив сохранял свою привлекательность. В то же время активность освоения отведенной площади питания заметно снизилась, хотя продолжала оставаться достаточно велика. Благодаря высокому показателю облиственности растений (листовой индекс – 3,5) практически отсутствовали непокрытые листвой участки почвы.

Таблица 2

Показатели продуктивности *Potentilla indica* в условиях Северного Причерноморья

Год	Количество семянков, шт.		Масса ягоды, г	Количество ягод, шт./м ²	Содержание сахара, % см
	ягода	м ²			
2013	185,0	878,8	1,3	679,0	2,1
2014	173,0	358,3	1,2	299,0	1,9

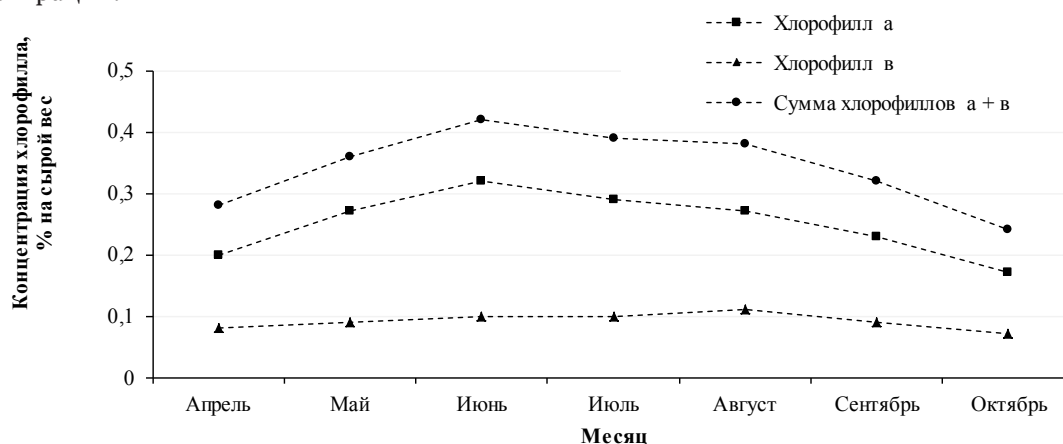
Примечание. Посадка – III декада марта 2012 г. см, сырая масса.

Следует отметить, что декоративность газона в значительной степени определяется наличием цветков и особенно ярко окрашенных плодов. Зрелые ягоды эффектно выглядят несколько недель. Однако максимум периода плодоношения – наибольшее обилие, цветков и ягод – приходится на первую половину вегетации.

С наступлением осени, уменьшением продолжительности дня и снижением температуры воздуха отмечается прекращение цветения, а впоследствии – завязывание и созревание ягод. Возрастные растения характеризуются меньшим числом семянков на одной ягоде (табл. 2).

Заметно снизились средняя масса и количество ягод, приходящихся на единицу площади, по сравнению с молодыми растениями. По-видимому, такие изменения связаны в первую очередь с чрезмерным загущением и, в определенной степени, ограничивают реализацию биогенетического потенциала культуры.

В течение всего вегетационного периода листья оставались зелеными, что объясняется высокой концентрацией фотосинтетических пигментов – 0,24–0,42 % от сырой массы (рисунок). Интенсивное нарастание листвы, приходящееся на май–июнь, приводило к закономерному увеличению содержания пигментов. Прекращение ростовых процессов с уменьшением светового дня и снижением среднесуточных температур сопровождалось разрушением хлорофиллов и уменьшением их концентрации.



Динамика содержания хлорофиллов в листьях *Potentilla indica* в 2013–2014 гг.

Выводы. Обобщая экспериментальную работу, мы правомерно приходим к выводу, что в Северном Причерноморье лапчатка индийская в условиях орошения хорошо растет и плодоносит, создавая живописный живой ковер с обилием цветков и плодов в летние месяцы (май–сентябрь). Заметные повреждения растений в зимний период низкими температурами, которые бы в дальнейшем отрицательно сказались на онтогенезе, не отмечались. Имея высокий коэффициент размножения и агрессивность, лапчатка индийская легко осваивает отведенную территорию, подавляя сорную растительность.

В то же время, очевидно, необходимо провести комплексное и всестороннее исследование с целью установления пригодности лапчатки индийской как лекарственной культуры.

Литература

1. Дюшенея индийская // Ландшафтный дизайн и садоводство [Электронный ресурс]. URL: www.vipsad.com/duhesnea-indica.html (дата обращения 15.04.2015).

2. Лапчатка индийская // Википедия [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 15.04.2015).

3. Лапчатка // Энциклопедия декоративных садовых растений [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 15.04.2015).

4. Чирков П. С. Лекарственные растения. М.: Агропромиздат, 1989. 431 с.

5. Гродзинський А. М. Лікарські рослини. Київ: Головна редакція УРЕ, 1990. 544 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *DIANTHUS* ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БАШКИРСКОМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Узянбаева Л. Х., Миронова Л. Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт
Уфимского научного центра Российской академии наук (БСИ УНЦ РАН), Уфа, Россия
e-mail: lyuzyanbaeva@yandex.ru

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOME GENUS *DIANTHUS* REPRESENTATIVES UNDER INTRODUCTION CONDITIONS IN THE BASHKIR CIS-URALS

Uzyanbaeva L. Kh., Mironova L. N.

Описаны география, морфология, жизненные формы, особенности цветения и плодоношения лекарственных видов рода *Dianthus* L. (*Dianthus barbatus* L., *D. amurensis* Jacq., *D. deltoides* L., *D. superbus* L., *D. versicolor* Fisch. ex Link.), интродуцированных в Ботаническом саду-институте УНЦ РАН. Особое внимание уделено лечебным свойствам гвоздик.

Ключевые слова: *Dianthus barbatus* L., *D. amurensis* Jacq., *D. deltoides* L., *D. superbus* L., *D. versicolor* Fisch. ex Link., интродукция, биологические особенности, лечебные свойства.

Издавна лекарственные растения используют для профилактики и лечения многих заболеваний. В некоторых странах и по сей день фитотерапия – основной способ лечения [11]. Интродукция лекарственных растений всегда была актуальной, так как она позволяет значительно расширить ассортимент используемых в медицине видов.

Целью данной работы являлось изучение биологических особенностей представителей рода *Dianthus* L. при интродукции в лесостепную зону Башкирского Предуралья и пополнение зонального ассортимента лекарственных растений.

Полевые исследования проводились на базе Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН в 2010–2014 гг. Интродукционное изучение прошли 23 представителя двулетних и многолетних видов [3, 4]. Ниже приведены результаты изучения пяти многолетних видов, обладающих лекарственными свойствами. Посадочный материал был получен по Делектусу из ботанических садов Москвы, Чехии, Исландии, Германии.

Dianthus amurensis Jacq. – гвоздика амурская. Декоративное, лекарственное растение. Распространена на лугах, сухих склонах, опушках, песках и галечниках Уссурийского края. Эндем [7]. Хамефит, стержнекорневой поликарпик. Светолюбивый ксеромезофит, мезотроф. Растение образует рыхлую дерновину. Стебли многочисленные, ветвистые, приподнимающиеся, высотой 40–50 см. Листья линейно-ланцетные, острые, светло-зеленые. Цветки розовые, с вишневым кольцом в середине, диаметром до 2 см. Цветет в июле–августе на протяжении месяца. Семена созревают с августа [6, 8].

С лечебной целью используют корень и надземную часть растения. Растение содержит сапонины, цветки – эфирное масло. Гвоздика амурская обладает противовоспалительным и мочегонным действием. В Китае отвар травы пьют при инфекционном заражении мочеполовой системы, затрудненном мочеиспускании, появлении крови в моче, аменорее, кожной экземе. Отвар из корней употребляют внутрь для лечения доброкачественных и злокачественных опухолей [5].

Dianthus barbatus L. – гвоздика бородатая, или турецкая. Декоративное, лекарственное растение. Встречается изредка по всей европейской части России, на Северном Кавказе и юге Дальнего Востока. Растет на лугах, опушках, каменистых склонах, речных галечниках. Гемикриптофит, стержнекорневой поликарпик. Светолюбивый мезофит, мезотроф. Стебли прямые, прочные, узловатые, многочисленные, высотой 40–60 см. Листья сидячие, ланцетовидные, голые, зеленые. Цветки многочисленные, простые или махровые, до 1,5 см диаметром, белые, кремовые, розовые, ароматные, собраны в многочисленные щитковидные соцветия 8–12 см в поперечнике. Цветет с середины июня в течение месяца, на второй год после посева семян. Семена созревают в июле–августе [10].

Надземная часть содержит углеводы и родственные соединения (D-пинит, галактозиды сахарозы), сапонины тритерпеновые (барбатозиды А и В), алкалоиды (до 0,066 %), витамин С, флавоноиды (астрагалин, глюкозид кемпферола). В семенах найдено жирное масло (до 6,1 %). Отвар и настой надземной части обладают мочегонным действием. Цветки на Дальнем Востоке используются при лечении бешенства [14].

Dianthus deltoides L. – гвоздика травянка. Декоративное, лекарственное, медоносное растение. Произрастает в европейской части России, Западной Европе, на лугах и лесных опушках. Занесена в Красные книги Красноярского края и Москвы. Гемикриптофит или хамефит, стержнекорневой поликарпик. Вечнозеленый, светолюбивый мезофит, мезоолиготроф. Стебли удлиненные, восходящие, высотой до 30 см. Листья удлиненные, мелкие, узкие, темно-зеленые. Цветки карминные, темно-розовые, красные, с темным ободком и светлыми точками, диаметром до 1,5 см, собраны в малоцветковые соцветия. Цветет с июля до августа, около 30 дней. Многочисленные семена созревают с конца июля [9, 13].

Содержит сапонины тритерпеновые (диантозиды А, В и С). В надземной части также найдены углеводы и родственные соединения (D-пинит), витамин С, флавоноиды (лютеолин, хризоэриол, неоаврозид, изонеоаврозид и др.).

Отвар и настой надземной части применяют как кровоостанавливающее при маточных и геморроидальных кровотечениях, неблагополучных родах, желудочных заболеваниях, также он используется при болях в области сердца, болезнях почек и мочевого пузыря, геморрое и диатезе, ревматических и простудных болях в суставах. При флегмонах прикладывается запаренная надземная часть. Наружно настоем травы промывают пораженные места тела при диатезе. Трава, собранная в период цветения и плодоношения, употребляется в виде чая при кашле и удушье [14].

Dianthus superbus L. – гвоздика пышная. Декоративное, лекарственное, медоносное растение. Произрастает в европейской части России, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке. Занесена в Красные книги Белгородской, Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Липецкой, Московской, Мурманской, Новгородской, Псковской, Рязанской, Тамбовской, Тверской, Тульской, Тюменской областей, Республик Марий Эл и Татарстан, Латвии и Литвы. Хамефит. Тонко-длиннокорневищный поликарпик. Светолюбивый мезофит, мезотроф. Цветоносные стебли восходящие, прямостоячие, высотой до 40 см. Листья в основном прикорневые, узкие. Цветки розово-пурпурные и белые, диаметром до 3 см, края лепестков глубоко разрезаны на нитевидно-линейные доли. Цветет с конца июня до августа, около 45–50 дней. Многочисленные семена созревают с конца июля.

Гвоздика пышная содержит сапонины, следы алкалоидов, витамин С. Отвары из гвоздики являются эффективным маточным средством, не обладающим побочным действием. Она в 3–4 раз менее активна, чем спорынья, но зато не ядовита. Показателями к применению гвоздики являются атония матки и послеродовые кровотечения.

В народной медицине отвар из корневищ, корней используют при болезнях сердца, а также как средство для укрепления волос. Надземную часть растения собирают в период цветения и в виде настоя или отвара используют при геморроидальных кровотечениях, неврозах, судорогах у детей, головной боли, удушье; наружно – для промывания глаз, при воспалениях [1].

Dianthus versicolor Fisch. ex Link. – гвоздика разноцветная. Декоративное, медоносное, лекарственное, кормовое растение. Встречается на полях, каменистых склонах и в сосновых лесах на востоке европейской части России, в Западной и Восточной Сибири, Средней Азии и на Дальнем

Востоке. Занесена в Красные книги Ульяновской и Нижегородской областей, а также Ханты-Мансийского автономного округа [7]. Гемикриптофит, стержневой поликарпик. Светолюбивый ксеромезофит, мезотроф. Стебель удлиненный, прямостоячий, высотой 10–25 см. Листья супротивные, линейно-ланцетные, шероховатые. Цветки розово-пурпурные, цветки до 3 см. Цветет в июне – августе. Плодоносит нерегулярно [13].

Установлено, что препараты этой гвоздики способны возбуждать и повышать тонус гладких мышц матки, не оказывая местно-раздражающего и общетоксического воздействия. Они локальны, специфичны и не вызывают вредных побочных явлений. Все растение, особенно корни, содержит своеобразный глюкозид сапонин [2]. Отвары травы применяют как гипотензивное и сердечное средство при сердечбиении [12].

Все изученные виды отличаются высокой декоративностью, обильным и продолжительным цветением, устойчивостью к болезням и климатическим условиям лесостепной зоны Башкирского Предуралья. Они рекомендованы для пополнения зонального ассортимента культивируемых растений Республики Башкортостан.

Литература

1. Астрологова Л. Е., Феклистов П. А. Лекарственные растения Севера. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002. 156 с.
2. Землинский С. Е. Лекарственные растения СССР. М.: Медгиз, 1951. 524 с.
3. Каталог растений Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН: БСИ УНЦ РАН / Под ред. В. П. Путенихина. Уфа: Информреклама, 2005. 224 с.
4. Каталог растений Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН: БСИ УНЦ РАН / Под ред. В. П. Путенихина. 2-е изд. Уфа: Гилем, 2012. 224 с.
5. Лавренов В. К., Лавренова Г. В. Энциклопедия лекарственных растений народной медицины. СПб.: Изд-во Нева, 2003. 272 с.
6. Миронова Л. Н. Итоги интродукции декоративных травянистых многолетников в Ботаническом саду г. Уфы // Науч. ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2011. Т. 14. № 3–1 (98). С. 128–133.
7. Миронова Л. Н., Воронцова А. А., Шипаева Г. В. Итоги интродукции и селекции декоративных травянистых растений в Республике Башкортостан. Ч. 1. М.: Наука, 2006, 211 с.
8. Миронова Л. Н., Реут А. А., Шипаева Г. В., Шайбаков А. Ф. Ассортимент декоративных травянистых многолетников для оформления цветников в городах Башкирии // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2009. № 6. С. 237–240.
9. Миронова Л. Н., Реут А. А., Шипаева Г. В., Шайбаков А. Ф. К вопросу озеленения городов Башкирии декоративными травянистыми многолетниками // Изв. Самар. НЦ РАН. 2011. Т. 13. № 5–1. С. 249–254.
10. Миронова Л. Н., Реут А. А., Шипаева Г. В. Ассортимент декоративных травянистых растений для озеленения населенных пунктов Республики Башкортостан. Уфа: Гилем, Башкир. энцикл., 2013. 92 с.
11. Рабинович А. М. Лекарственные растения на приусадебном участке. М.: МСП, 2000. 328 с.
12. Семенова В. В., Данилова Н. С., Андросова Д. Н. Лекарственные растения сердечно-сосудистого действия в природных сообществах и коллекциях Якутского ботанического сада // Науч. журн. КубГАУ [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2014. № 98 (04). С. 468–479. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/35.pdf> (дата обращения 11.05.2015).
13. Узянбаева Л. Х., Миронова Л. Н. Интродукционные ресурсы представителей рода *Dianthus* L. в Ботаническом саду-институте Уфимского научного центра РАН // Растит. ресурсы: опыт, проблемы и перспективы: Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. Бирск: Бирск. филиал Башкир. гос. ун-та, 2015. С. 56–59.
14. Цицилин А. Н. Лекарственные растения на даче и вокруг нас. Полная энциклопедия. М.: Эксмо, 2014. 400 с.

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ МОНАРДЫ ДВОЙЧАТОЙ (*MONARDA DIDYMA*) В ПЕРВЫЙ ГОД ВЕГЕТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

Янченко И.А.¹, Кorableва О.А.²

¹ Николаевский национальный аграрный университет (ННАУ), Николаев, Украина
e-mail: chamamila87@mail.ru

² Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко (НБС им. Н.Н. Гришко), Киев, Украина
e-mail: okorableva@mail.ru

PRODUCTIVE VARIETIES OF CRIMSON BEEBALM (*MONARDA DIDYMA*) IN THE FIRST VEGETATION YEAR IN UKRAINIAN SOUTHERN STEPPE

Yanchenko I.A., Korableva O.A.

При выращивании в условиях Южной Степи Украины в первый год вегетации исследуемые сорта монарды двойчатой (*Monarda didyma* L.) показали достаточно высокие адаптивные возможности. За счет активного кущения на растениях-новосадках сформировалось 10–15 полноценных побегов с хорошо развитой листовой поверхностью и листовым индексом 1,5–3,6 м²/м². Такая ассимиляционная поверхность обеспечивает формирование в первый год выращивания 70–320 г/м² надземной сухой массы.

Ключевые слова: *Monarda didyma*, сорт, продуктивность, партикула, рассада, вегетативные органы, ассимиляционная поверхность.

Растения рода *Monarda* отличаются высокой декоративностью, обладают экологической пластичностью, содержат ценное по компонентному составу эфирное масло, поэтому различные его виды выращивают как лекарственное сырье, а также в садово-парковых композициях. В качестве сырья в пищевой, парфюмерной и фармацевтической отраслях промышленности используют надземную массу вегетативных и генеративных органов [1, 4].

Данные об адаптивных возможностях рода монарда при выращивании в условиях Южной Степи Украины немногочисленны. Однако природно-климатические условия региона благоприятны для выращивания различных культур, в том числе лекарственных и декоративных растений.

В культуре выращивается несколько видов из *Monarda*. По данным ряда исследований, одним из перспективных для промышленного использования является *Monarda didyma* L. (монарда двойчатая) – многолетнее травянистое растение, культивируемое как декоративное во многих регионах Европы и Азии. Современные биохимические исследования показывают, что надземная масса этого вида содержит ценное по составу эфирное масло, которое может быть использовано в качестве антисептика и антиоксиданта [2]. В Украине зарегистрировано и рекомендовано для выращивания несколько сортов монарды двойчатой, но широкого распространения эта культура не имеет.

Независимо от способа размножения и срока посадки, полноценные генеративные органы у монарды двойчатой в силу биологических особенностей вида формируются во второй год вегетации [2, 3]. Несомненно, что первый год в онтогенезе многолетников важен для их продуктивности. В этот период происходит формирование и развитие мощной корневой системы и корневища с запасом питательных веществ, необходимых для перезимовки и образования надземной массы в последующие годы вегетации.

Цель работы – изучение адаптивных возможностей и продуктивности сортов монарды двойчатой в первый год жизни в условиях Южной Степи Украины.

Материалы и методы. Как объект исследований использовали сорта селекции Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко Слава, Серпанок, Снежана, внесенные в реестр сортов Украины. Опыт был заложен весной 2014 г. на опытном поле ООО «Николаевзеленхоз» г. Николаева. Изучалась продуктивность насаждений при различных способах размножения растений: половом, которое чаще называют семенным, и вегетативном – партикулами (частями корневищ-

ного растения, образующимися в результате продольного разделения на части вертикального корневища). Агротехника выращивания общепринятая: растения высаживали по схеме 30 × 70 см, густота стояния 4,76 шт./м². Участок орошаемый, влажность почвы поддерживалась на уровне 65–70 % ППВ.

Биометрические параметры и продуктивность определяли согласно общепринятым методикам исследований [5]. Для определения содержания воды и сухих веществ использовали сушильный шкаф марки STU–4 и весы марки BTU–210.

Результаты и их обсуждение. У монарды двойчатой хозяйственно-ценными частями являются стебли, листья и соцветия. С учетом погодных условий и биологических особенностей культуры рассада была высажена в открытый грунт во второй декаде апреля 2014 г.

Рассаду выращивали из жизнеспособных семян в кассетах, в лабораторных условиях в течение двух месяцев, при естественном освещении и температуре 20–22 °С. За этот период сформировались надземные побеги с 8–10 полноценными листьями и общей ассимиляционной поверхностью 4–8 см² (табл. 1). Следует отметить, что рассада сорта Слава отличалась более длинной корневой системой и имела на два листа больше по сравнению с сортами Серпанок и Снежана.

Таблица 1

Влияние сортовых особенностей на биометрические показатели рассады монарды двойчатой (размножение семенами), 2014 г.

Параметр	Сорт		
	Слава	Серпанок	Снежана
Длина корня, см	8,5	6,5	4,5
Длина побега, см	4,1	4,6	3,9
Количество побегов, шт./растение	1	1	1
Количество листьев, шт./растение	10	8	8
Ассимиляционная поверхность, см ² /растение	8,0	4,8	4,0
Содержание воды, %	90,7	90,7	92,0
Содержание сухих веществ, %	9,3	9,3	8,0

Рассада, полученная путем партикуляции, имела значительно более высокие надземные побеги и хорошо развитые листья, а ее общая ассимиляционная поверхность была в 10–40 раз больше, чем у рассады, выращенной из семян (табл. 2).

Таблица 2

Влияние сортовых особенностей на биометрические показатели рассады монарды двойчатой (размножение партикулами), 2014 г.

Параметр	Сорт		
	Слава	Серпанок	Снежана
Длина побега, см	12,1	15,3	12,5
Количество побегов, шт./растение	3	3	3
Количество листьев, шт./растение	10	12	14
Ассимиляционная поверхность, см ² /растение	57,0	110,4	164,8
Содержание воды, %	86,0	81,9	82,9
Содержание сухих веществ, %	14,0	18,1	17,1

Вегетационный период в условиях Южной Степи Украины достаточно длительный, высокие среднесуточные температуры, как правило, сохраняются до начала октября. Так, в 2014 г. среднемесячная температура августа была 24,3 °С, сентября – 18,5 °С. Это способствовало активному нарастанию надземной вегетативной массы во всех вариантах опыта в течение шести месяцев. Анализ продуктивности растений первого года вегетации сделан в конце сентября.

После высадки рассады нарастание надземной части значительно зависит от способа размножения. Ассимиляционная поверхность, которую сформировали растения-новосадки к концу вегетационного периода, при размножении партикулами была почти в два раза больше.

Следует отметить, что в первый год выращивания у исследуемых сортов за счет кущения образуется 10–15 побегов. Нами не отмечено значительной разницы в количестве побегов на одном растении в зависимости от вида размножения. При этом длина побега у растений, полученных размножением партикулами, была приблизительно в 1,5 раза больше (табл. 3, 4).

Таблица 3

Влияние сортовых особенностей на продуктивность монарды двойчатой в первый год вегетации (размножение семенами), 2014 г.

Параметр		Сорт		
		Слава	Серпанок	Снежана
Длина побега, см		39,9	42,9	49,9
Количество побегов, шт./растение		13	15	10
Количество листьев, шт./растение		320	298	202
Ассимиляционная поверхность, см ² /растение		3808,0	3754,8	5555,0
Сухая надземная масса, г/м ²		76,5	95,3	71,4
Содержание воды, %	в стебле	66,0	53,4	64,9
	в листьях	53,3	65,5	63,3
Содержание сухих веществ, %	в стебле	34,0	46,6	35,1
	в листьях	46,7	34,5	36,7

В условиях Южной Степи Украины в первый год вегетации на одном растении монарды двойчатой может сформироваться 200–700 листьев размером 10–30 см². Количество листьев и их размер значительно зависят от сортовых особенностей и способа размножения.

Таблица 4

Влияние сортовых особенностей на продуктивность монарды двойчатой в первый год вегетации (размножение партикулами), 2014 г.

Параметр		Сорт		
		Слава	Серпанок	Снежана
Длина побега, см		71,2	55,4	73,8
Количество побегов, шт./растение		14	10	10
Количество листьев, шт./растение		677	468	482
Ассимиляционная поверхность, см ² /растение		6228,4	7815,6	7471,0
Сухая надземная масса, г/м ²		321,8	136,6	516,9
Содержание воды, %	в стебле	36,3	39,1	58,1
	в листьях	63,2	65,5	59,8
Содержание сухих веществ, %	в стебле	63,7	60,9	41,9
	в листьях	36,8	34,5	40,2

При вегетативном способе размножения надземная масса отличается более выраженной вторичной структурой стеблей и, соответственно, большим содержанием сухих веществ. У всех исследуемых сортов в стебле содержание сухих веществ было меньше на 25–30 % в случаях, когда растения выращивали из семян.

Анализ полученной надземной массы в разных вариантах опыта показал, что при вегетативном способе размножения в первый год вегетации монарды двойчатой в зависимости от сортовых особенностей с 1 м² можно получить от 140 до 320 г/м² сухой надземной массы, при семенном размножении эти показатели в 2–3 раза меньше.

Выводы. При выращивании в условиях Южной Степи Украины в первый год вегетации все исследуемые сорта монарды двойчатой показали достаточно высокие адаптивные возможности. Независимо от способа размножения за счет активного кущения на растениях-новосадках сформировалось 10–15 полноценных побегов с хорошо развитой листовой поверхностью и листовым индексом 1,5–3,6 м²/м². Такая ассимиляционная поверхность обеспечивает формирование 70–320 г/м² надземной сухой массы.

Очевидно, что главным фактором продуктивности растений в первый год вегетации являются не сортовые особенности, а способ размножения. При использовании вегетативного способа раз-

множения все сорта формируют более высокие побеги с большим количеством листьев и большей надземной массой.

Литература

1. Горлачева З.С. Анатомо-морфологическое строение листа разных образцов *Monarda* × *hybrida* Hort. // Пром. ботаника. 2010. Вып. 10. С. 148–151.
2. Корчашкина Н.В. Биологические особенности роста и развития видов рода монарда (*Monarda* L.) в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 25 с.
3. Опарин Р.В., Покровский Л.М., Высочина Г.И., Ткачев А.В. Исследование химического состава эфирного масла *Monarda fistulosa* L. и *Monarda didyma* L., культивируемых в условиях Западной Сибири // Химия растит. сырья. 2000. № 3. С. 19–24.
4. Карина Т.Г., Кирсанова Н.В. Анатомо-морфологические особенности листьев *Upatorium cannabinum* L., *Lophanthus anisatus* Benth. и *Monarda citriodora* Cerv. как один из показателей адаптационных возможностей видов к экологическим условиям юга Томской области // Науч. ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2011. № 9 (104). Вып. 15/1. С. 335–338.
5. Грицаенко З.М. Грицаенко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: Нічлава, 2003. 316 с.

Фармакология. Фармакогнозия



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДНОЙ И ХЛОРОФОРМНОЙ ФРАКЦИЙ ЭКСТРАКТОВ КИРКАЗОНА ЛОМОНОСОВИДНОГО

Андреева А.А.¹, Шаркова Е.А.², Полуконова Н.В.¹

¹ Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Министерства
здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Россия
e-mail: meduniv@sgmu.ru

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», Саратов, Россия
e-mail: rector@sgu.ru

COMPARATIVE TOXICOLOGICAL ANALYSIS OF ARISTOLOCHIA CLEMATITIS WATERY AND CHLOROFORM EXTRACTED FRACTIONS

Andreeva A.A., Sharkova E.A., Polukonova N. V.

Кирказон ломоносовидный (*Aristolochia clematitis*) широко используется в народной медицине. Поскольку кирказон растение ядовитое, изучение его токсикологического действия является актуальным. В ходе проведенного исследования были установлены средние полулетальные концентрации и класс токсичности водной и хлороформной фракций экстракта.

Ключевые слова: кирказон ломоносовидный, полулетальные концентрации, токсичность.

Фитотерапия кирказоном эффективна при общем истощении организма, повышенной возбудимости, одышке, сердечной слабости, начальной стадии гипертонической болезни, отеках, туберкулезе легких, хронических колитах, запорах, подагре, заболеваниях суставов, эпилепсии, флебите, тромбофлебитах, варикозном расширении вен нижних конечностей. В народной медицине применяются отвар и настой из листьев кирказона, обладающие мочегонным, противовоспалительным, адаптогенным, ранозаживляющим, обезболивающим и снижающим кровяное давление действием. Препараты из листьев и корневищ обладают адаптогенным, ранозаживляющим, обезболивающим и противомикробным действием. Корневища кирказона ломоносовидного содержат алкалоиды (аристолохин, магнофлорин), эфирное масло, горькие и дубильные вещества, органические и фенолкарбоновые кислоты. В листьях – аристолахин, аристолахиновая кислота, эфирное масло, сапонины, флавоноиды, органические и фенолкарбоновые кислоты, каротин; в семенах – аристолахин, аристолахиновая кислота и жирное масло. Плоды богаты каротином [3]. Кирказон ломоносовидный – ядовитое растение. Для использования в дальнейшем препаратов на основе экстрактов кирказона, в первую очередь, необходимо изучение их токсичности.

Цель исследования – токсикологический анализ водной и хлороформной фракций экстрактов кирказона ломоносовидного.

Материалы и методы. В работе использовались экстракты, приготовленные определенным образом [2] отдельно из листьев, стеблей, корневищ кирказона ломоносовидного, собранного в 2013 г. в Лысогорском районе Саратовской области. Для получения экстракта сырье измельчали и просеивали через сито с размером ячеек не более 3 мм. Водную фракцию собрали с помощью шприца, поместили в заранее взвешенную чашку Петри, высушили и в таком виде хранили до начала эксперимента. Вес сухого экстракта подсчитали как разницу между весом чашки Петри с сухим экстрактом и пустой чашки Петри.

Для определения токсичности водной и хлороформной фракций экстракта необходимо установить полулетальную концентрацию, при которой за сутки погибает 50% животных. В ходе эксперимента было заложено в кюветы с заданными концентрациями водной и хлороформной фракций экстракта одинаковое количество личинок (15) двукрылых насекомых – хирономид: *Chironomus plumosus*, собранных из природного водоема близ с. Степное Саратовской области. Перед началом

эксперимента личинки проходили суточную акклимацию при температуре 15–18 °С в эмалированной ненакрытой кювете объемом 500 мл. За это время погибли особи, получившие микротравмы в процессе транспортировки.

Эксперимент на токсичность проводили при температуре 15–18 °С в непроточных условиях в пластиковых емкостях объемом 100 мл (наполовину накрытых, с возможностью доступа воздуха), без добавления грунта и пищи (РД 52.24.635–2002). Отсутствие грунта и пищи для личинок в ходе эксперимента исключало возможность воздействия питательного субстрата на исследуемые экстракты. Вода соответствовала СанПин 2.1.4.559–96 (РД 52.24.635–2002). В опытные и контрольные чашки Петри помещали по 30 особей. Объем воды в каждой емкости – 60 мл. Длительность эксперимента – 24 ч.

Для всех экстрактов первоначально использовались исходные концентрации и разведения $\frac{1}{2}$ от исходных. Эксперимент проводился по методике Коросова и Калинкиной [1]. Через 24 ч при заданных концентрациях погибало определенное количество личинок. LC_{50} определяли графическим способом.

Результаты и их обсуждение. В процессе исследования наблюдали выживаемость личинок при разных концентрациях экстрактов кирказона (табл. 1).

Таблица 1

Выживаемость личинок *Ch. plumosus* при разных концентрациях экстрактов кирказона

Опытная группа	Концентрация	Количество выживших личинок, %
Контроль		100
Водная фракция экстракта листьев	0,009	86,6
Водная фракция экстракта стеблей	0,0022	6,6
Водная фракция экстракта корневищ	0,0083	80
Хлороформная фракция экстракта листьев	0,0061	80
Хлороформная фракция экстракта стеблей	0,004	13,3
Хлороформная фракция экстракта корневищ	0,0053	86,6
Водная фракция экстракта листьев	0,0045	53,3
Водная фракция экстракта стеблей	0,00011	0
Водная фракция экстракта корневищ	0,0042	53,3
Хлороформная фракция экстракта листьев	0,00308	40
Хлороформная фракция экстракта стеблей	0,002	0
Хлороформная фракция экстракта корневищ	0,0026	46,7

В ходе эксперимента были определены полулетальные концентрации (табл. 2).

Таблица 2

Класс токсичности водной и хлороформной фракций экстракта

Фракция экстракта кирказона	LC_{50}	Класс токсичности
Водная фракция экстракта листьев	0,004	Среднетоксичный
Водная фракция экстракта стеблей	0,000282	Среднетоксичный
Водная фракция экстракта корневищ	0,0035	Среднетоксичный
Хлороформная фракция экстракта листьев	0,0048	Среднетоксичный
Хлороформная фракция экстракта стеблей	0,0053	Среднетоксичный
Хлороформная фракция экстракта корневищ	0,0029	Среднетоксичный

По классу токсичности все исследованные экстракты отнесены к среднетоксичным.

Выводы. В ходе исследования были получены спиртовые и хлороформные фракции экстрактов кирказона ломоносвидного, определены полулетальные концентрации спиртовых и хлороформных фракций экстракта (от 0,000282 до 0,0053), установлен класс токсичности спиртовых и хлороформных фракций экстрактов (среднетоксичный).

Литература

1. Коросов А.В., Калинкина Н.М. Количественные методы экологической токсикологии: Уч.-метод. пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. 56 с.

2. Патент № 2482863. Российская Федерация, МПК А61К36/80, В01Д11/02. Способ получения сухого экстракта из растительного сырья, обладающего биологической активностью / Полуконова Н.В., Наволокин Н.А., Дурнова Н.А., Маслякова Г.Н., Бучарская А.Б. № 2012105384/15. Заявл. 15.02.2012. Опубл. 27.05.2013. Бюл. № 15. 11 с.

3. Фитотерапевт: [Электронный ресурс] // Кирказон ломоносовидный. URL: (<http://www.fito-terapevt.ru/gipotenzivnye-antiaritmicheskie-rasteniya/aristolochia-clematis>) (дата обращения: 17.02.2015).

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА AGASTACHE (LAMIACEAE)

Воробьева Т.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения
Российской академии наук (БС УрО РАН), Екатеринбург, Россия
e-mail: aroma.botsad@mail.ru

ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOME SPECIES OF THE GENUS AGASTACHE (LAMIACEAE)

Vorobjeva T.A.

Изучены анатомо-морфологические особенности пяти видов рода *Agastache* Clayton ex Gron., культивируемых в условиях Среднего Урала. Выявлены диагностические признаки, по которым можно установить подлинность сырья и видовую принадлежность.

Ключевые слова: *Agastache*, многоколосник, макро- и микроскопический анализ, диагностические признаки, Средний Урал.

В последние годы во всем мире ведется поиск новых растительных источников биологически активных соединений. Большое внимание уделяется ботанико-фитохимическим и фармакологическим исследованиям тех лекарственных растений, которые применяются в народной медицине. Виды рода многоколосник (*Agastache* J. Clayton ex Gronov.) привлекли наше внимание как лекарственные и эфирно-масличные растения, используемые в традиционной и народной медицине, а также в парфюмерно-косметическом производстве и пищевой промышленности.

Цель данной работы – провести сравнительное анатомо-морфологическое изучение особенностей видов рода многоколосник, выделить диагностически значимые анатомо-морфологические признаки, характерные для каждого из видов сырья.

Материалы и методы. Объектами исследования послужили пять видов рода *Agastache*: *A. foeniculum* (Pursh) O. Kuntze – многоколосник фенхельный, *A. mexicana* (Kunth) Lint et Epl. – многоколосник мексиканский, *A. rugosa* (Fisch. et Mey) O. Kuntze – многоколосник морщинистый, *A. scrophulariifolia* (Villd.) O. Kuntze – многоколосник норичниколистный и *A. urticifolia* (Benth.) Kuntze – многоколосник крапиволистный. Только *A. rugosa* встречается во флоре России – на Дальнем Востоке, главным образом в Приморье, остальные виды распространены на территории Северной Америки, где некоторые из них культивируются.

Материалом для изучения служили живые растения, выращенные из семян на участке Ботанического сада УрО РАН (Екатеринбург). Семена получены по Делектусу из ботанических садов России, стран СНГ и других государств, а также из естественных мест произрастания многоколосника. Макро- и микроскопический анализ проводили на свежем и высушенном материале. Для микроскопического анализа готовили препараты с поверхности листьев, согласно статье ГФ XI «Техника микроскопического анализа» [1, 2]. Исследования проводились с использованием микроскопов типа МБС и Leica DM 1000.

Результаты и их обсуждение.

Agastache foeniculum (Pursh) O. Kuntze – многоколосник фенхельный.

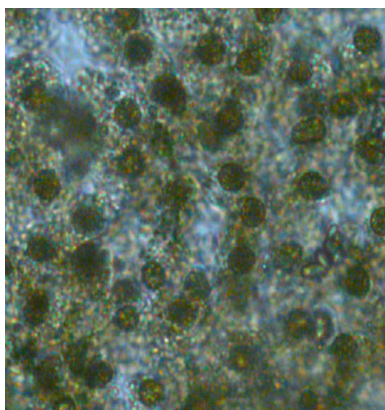


Рис. 1. Скопление головчатых волосков

Макроскопия. Стебли прямые, ветвистые, высотой 0,9–1,5 м и более, четырехгранные, без опушения. Листья супротивные, черешковые, сердцевидно-ланцетные, по краю пильчатые, длиной 7–11 см, шириной 4–7 см, жилкование перисто-краевое, опушение отсутствует, цвет зеленый. Цветки мелкие, обоеполые, собраны в верхушечные, осевые или боковые колосовидные соцветия длиной 7–20 см и диаметром 2–2,5 см. Чашечка трубчатая, прямая, опушенная, фиолетово-зеленая. Венчик не превышает длину чашечки, имеет окраску от лиловой до сине-фиолетовой. Запах свежий, анисово-ментоловый. Вкус специфический, холодящий.

Микроскопия. На нижней поверхности листа присутствует большое скопление головчатых волосков, состоящих из короткой одно-клеточной ножки и шаровидной одноклеточной головки (рис. 1), по жилкам расположены простые 1–2-клеточные волоски. Эфирно-масличные железки встречаются на листьях и чашечках цветков. Поверхность чашечек покрыта простыми 1–3-клеточными волосками.

Agastache mexicana (Kunth) Lint et Epl. – многоколосник мексиканский

Макроскопия. Стебли прямые, ветвистые, высотой 0,9–1,2 м, четырехгранные, опушенные по всей поверхности. Листья супротивные, черешковые, ланцетные или овально-ланцетные, по краю пильчатые, длиной 2–5 см, шириной 1–2 см, нижняя и верхняя сторона листа сильно опушены по всей поверхности. Цветки мелкие, обоеполые, собраны в верхушечные, осевые или боковые колосовидные соцветия длиной до 30 см и диаметром 2,5–4 см. Чашечка трубчатая, слегка изогнутая, опушенная, розово-фиолетовая. Венчик розовый или малиновый, почти вдвое превышает чашечку, тычинки выдаются из венчика на 3–5 мм. Запах свежий, лимонный. Вкус специфический, холодящий.

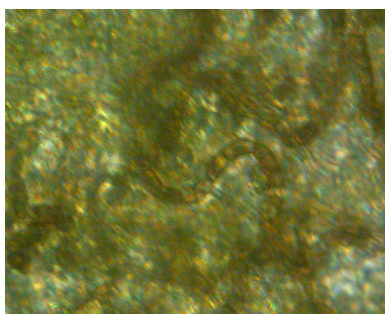


Рис. 2. Многоклеточные волоски

Микроскопия. На верхней поверхности листа имеются простые 2–3-клеточные волоски, нижние клетки со значительно утолщенными стенками. На нижней эпидерме по всей поверхности присутствуют длинные тонкие многоклеточные волоски, состоящие из мелких круглых клеток (рис. 2). Головчатые волоски двух типов: одни – булабовидные, состоят из многоклеточной ножки и многоклеточной головки, другие – крупные круглые, присутствуют в больших скоплениях, состоят из короткой одноклеточной ножки и шаровидной одноклеточной головки, в которой просвечивают капельки эфирного масла (рис. 3). Эфирно-масличные железки расположены с обеих сторон листа, встречаются редко.

Agastache rugosa (Fisch. et Mey) O. Kuntze (*Lophanthus rugosus* Fisch. et Mey) – многоколосник морщинистый

Макроскопия. Стебли четырехгранные, короткоопушенные, до 1,3 м высотой, прямые или восходящие, почти от основания растопыренно-ветвистые. Листья продолговато-яйцевидные, с сердцевидным (реже округленным) основанием, заостренные, по краю крупно зубчатые, 6–10 см длиной, 5–7 см шириной. Жилкование листа перисто-сетчатое, опушение с верхней и нижней стороны



Рис. 3. Головчатый волосок

листа. Черешки листьев в 2,5–4 раза короче пластинок. Соцветие плотное, состоит из многочисленных ложных мутовок, собранных в верхушечные, осевые или боковые колосовидные соцветия до 15 см длиной и 2 см в диаметре. Ось соцветия, прицветники и цветоножки густоопушенные. Чашечка до 8 мм длиной, ребристая, железистая, с простыми волосками; зубцы чашечки почти одинаковые, ланцетные, иногда синева-лиловые. Венчик синева-лиловый, иногда беловатый, почти вдвое превышает чашечку, средняя лопасть нижней губы вытянутая в ширину, выемчатая, тычинки выдаются из венчика на 3–5 мм. Имеет сильный запах аниса и мяты перечной, вкус слегка жгучий, холодящий.

Микроскопия. Клетки нижней эпидермы с извилистыми стенками, устьица диацитные. Эфирно-масличные железки очень крупные, с просвечивающей ножкой и радиально расходящимися 6–8 выделительными клетками, расположены большей частью на нижней стороне листа и чашечке (рис. 4). Волоски многочисленные, особенно с нижней стороны, простые и головчатые. Простые волоски 1–3-клеточные, нижние клетки со значительно утолщенными стенками (рис. 5), головчатые волоски мелкие, состоят из короткой одноклеточной ножки и шаровидной одноклеточной головки, лучше заметны по краю и жилке листа.

Agastache scrophulariifolia (Willd.) Kuntze – многоколосник норичниколистный

Макроскопия. Растение с прямостоячими короткоопушенными стеблями до 1,3 м высоты. Листья простые, черешковые, до 6 см в длину и 4 см в ширину, с округлым основанием, заостренным кончиком и крупнозубчатым краем. Верхняя и нижняя сторона листа слегка опушена, у листьев более длинные волоски вдоль жилок и на черешках (рис. 6). Колосовидные соцветия до 10 см длиной и 2 см в диаметре состоят из многочисленных ложных мутовок, расположенных на конце стебля и пазушных ветвях. Чашечка сиреневая или пурпурная, венчик от лавандового до бледно-розового цвета, 4 тычинки выдаются из венчика на 3–5 мм. Запах мятно-анисовый, вкус пряный.

Микроскопия. Клетки нижней поверхности листа более извилистые, чем с верхней стороны. На нижней и верхней поверхности листа имеются крупные круглые 6–8-клеточные эфирно-масличные железки и головчатые волоски с одноклеточной ножкой и одноклеточной головкой, короткие 1–2-клеточные волоски, расширенные у основания, с нижней стороны располагаются по жилкам простые длинные многоклеточные волоски (рис. 7).

Agastache urticifolia O. Kuntze. – многоколосник крапиволистный

Макроскопия. Стебли прямые, ветвистые, высотой 0,8–1,2 м, с 4 ребрами. Листья на коротких черешках, сверху ярко-зеленые, снизу опушенные, овально-яйцевидные, со слегка выемчатым основанием, заостренные, по краю пильчатые, 4–9 см длиной, 3–5 см шириной. Соцветия в плотном колосе, 5–10 см длиной и 2 см в диаметре. Чашечка 3–4 мм длиной, с неглубокими дельтовидно-ланцетными зубцами, в верхней трети синевато-фиолетовая. Венчик голубовато-розовый, иногда белый, наполовину выдается из чашечки. Запах ароматный, анисово-мятный, сильный. Вкус пряный.

Микроскопия. По краю листа прослеживаются простые одноклеточные волоски (рис. 8). На нижней эпидерме по всей поверхности присутствуют многоклеточные волоски, нижние клетки со значительно утолщенными стенками. Преобладают скопления головчатых волосков, они мелкие, состоят из короткой одноклеточной ножки и шаровидной одноклеточной головки. Эфирно-масличные железки крупные, округлой формы, с обеих сторон листа.

Выводы. В результате исследования установлены диагностические анатомо-морфологические признаки, характерные для каждого из видов сырья пяти видов рода *Agastache*, которые можно использовать как при описании и установлении подлинности сырья, так и при определении данных видов.

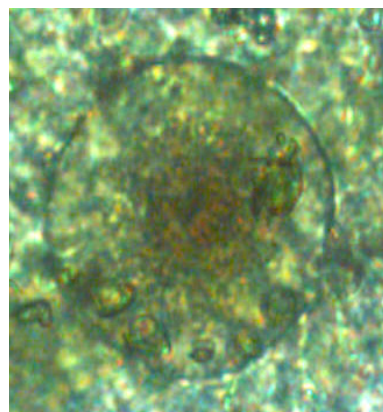


Рис. 4. Эфиромасличная железка

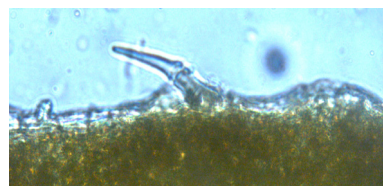


Рис. 5. Простой волосок с утолщенными клеточными стенками



Рис. 6. Опушение вдоль жилок и на черешке

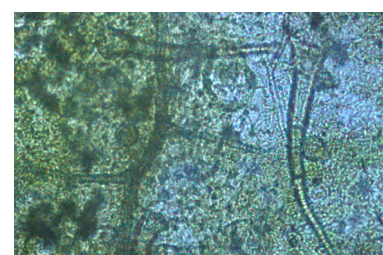


Рис. 7. Простые длинные многоклеточные волоски

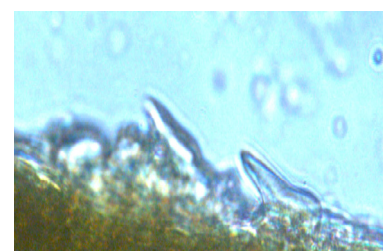


Рис. 8. Простые одноклеточные волоски по краю листа

Работа выполнена при финансовой поддержке Комплексной программы Уральского отделения РАН, проект № 15–12–4–35 «Анатомо-морфологическая и биохимическая изменчивость лекарственных растений Урала на организменном и популяционно-видовом уровнях как основа их эффективного использования».

Литература

1. Государственная фармакопея СССР. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. 11-е изд. М.: Медицина, 1990. 400 с.
2. Долгова А.А., Ладыгина Е.Л. Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии. М.: Медицина, 1977. 256 с.

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА *PATRINIA RUPESTRIS*

Зорикова О.Г.¹, Раилко С.П.^{1,2}, Маняхин А.Ю.^{1,3}

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова (ГТС им. В.Л. Комарова), с. Горнотаежное Приморский край, Россия
e-mail: si19@mail.ru

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ), Владивосток, Россия
e-mail: dvogtslmp@mail.ru

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса» (ВГУЭС), Владивосток, Россия

MICROSCOPIC ANATOMICAL STRUCTURE OF *PATRINIA RUPESTRIS* LEAVES

Zorikova O. G., Railko S. P., Manyakhin A. Yu.

Проведен анатомо-диагностический анализ сырья листьев патринии скальной. *Patrinia rupestris* (Pall.) DuRoi. характеризуется следующими анатомическими диагностическими признаками сырья: гипостоматический тип листа; однорядный комбинированный эпидермис, состоящий из двух типов клеток; анамоцитный тип устьичного комплекса расположен на абаксиальной стороне листа; двуклеточные толстостенные конусовидные волоски с бородавчатой морщинистостью кутикулы; наличие идиобластов, которые содержат эфирное масло и друзы оксалата кальция округлой формы.

Ключевые слова: *Patrinia rupestris*, ресурсоведение, анатомические диагностические признаки.

На современном этапе развития медицинской науки ботаническое ресурсоведение начинает играть особую роль как источник новых сведений о растениях, которые можно использовать в фармакологии и медицине. Предметом изучения ботанического ресурсоведения являются, с одной стороны, растения как источник сырья, а с другой – растительные ресурсы в целом. В настоящее время одна из его приоритетных задач – расширение ассортимента отечественных коммерчески значимых пищевых и лекарственных средств за счет внедрения в хозяйственную практику новых препаратов растительного происхождения.

Исследование уникальной и своеобразной флоры Дальнего Востока России и использование ее представителей в медицине, животноводстве и пищевой промышленности является актуальным. В поисках растений, обладающих лечебным действием, используются накопленный опыт народ-

ной медицины и принципы ботанического родства, предпочтение отдается изучению тех семейств и родов, среди которых есть представители официальных растений с выявленным фармакологическим эффектом.

С давних времен в медицине используются растения подсемейства валериановых (Valerianaceae, семейство Caprifoliaceae), насчитывающего более 200 видов. Они применяются как в западной, так и в восточной традиционных лечебных практиках. Самым известным и часто используемым с древности и до сегодняшних дней является род *Valeriana* L. Менее известен род *Patrinia* Juss., популярный в корейской и тибетской медицине. Наиболее изучены патриния средняя (*Patrinia intermedia* (Hornem.) Roem. & Schult.) и патриния сибирская (*Patrinia sibirica* (L.) Juss.), которые активно применяются для лечения наряду с валерианой лекарственной (*Valeriana officinalis* L.). Для патринии средней разработана временная фармакопейная статья. Признавая высокую седативную эффективность этих лекарственных растений, необходимо отметить ограниченный ареал патринии средней и небольшие запасы сырьевой биомассы обоих видов.

Одной из основных задач ботанического ресурсоведения является определение подлинности растительного сырья на основе анатомических диагностических признаков при его стандартизации. Подразумеваемая возможность хозяйственного применения сырья и учитывая уязвимость популяций при заготовке корневой части растения, предполагается использование в качестве сырья надземной части. Исходя из этого было исследовано микроскопическое анатомическое строение листьев с целью установления диагностических признаков.

Объектом для диагностической характеристики лекарственного растительного сырья служило высушенное сырье листьев *P. rupestris* (Pall.) DuRoi., заготовленное на территории ГТС ДВО РАН в вегетационный период 2014 г. Сушку производили воздушно-теньевым методом.

Покровную ткань представляет однорядная эпидерма с комбинированной формой клеток (рис. 1): клетки изодиаметрической многоугольной слабоизвилистой формы характерны для обеих сторон листа; над сосудистыми структурами форма эпидермиса изменяется на прямоугольную широкополигональную. Размеры многоугольных клеток адаксиальной стороны листа составляют в среднем $63,08 \pm 2,03$ мкм по большей длине и $48,10 \pm 2,08$ мкм по меньшей. Для абаксиальной стороны листа характерны клетки эпидерма несколько меньшего размера – $57,94 \pm 3,25$ мкм $\times$ $43,46 \pm 3,41$ мкм. Клетки эпидермиса, расположенные над сосудами, имеют прямоугольную слабоизвилистую форму стенок, соотношение продольного и поперечного размеров составляет 2,69 (длина $63,66 \pm 2,44$ мкм, ширина $23,69 \pm 1,55$ мкм), что позволяет отнести их к широкополигональному типу. Эпидермис этого типа практически не имеет специализированных компонентов – устьиц и железистых клеток.

Устьица анамоцитного типа, овальной формы, расположены на абаксиальной стороне листа в одной плоскости с эпидермисом, с выраженной устьичной щелью и околоустьичными клетками, окруженными четырьмя и более клетками эпидермиса (рис. 2). Длина замыкающих клеток устьица составляет в среднем $35,90 \pm 1,68$ мкм, ширина открытого устьица – $27,79 \pm 0,92$ мкм. Устьица одиночные, немногочисленные, расположение неупорядоченное. У края листа и сосудов определенной ориентации устьиц не наблюдается. Околоустьичные клетки, примыкающие к замыкающим клеткам, по форме и размерам не отличаются от основных эпидермальных клеток.

Ведущим диагностическим признаком, обладающим высокой вариабельностью при определении растительного сырья, являются волоски. Для сырья *P. rupestris* на обеих сторонах листа характерны простые двуклеточные толстостенные конусовидные волоски (рис. 3) с бородавчатой морщинистостью кутикулы. Длина двуклеточного волоска составляет $84,65 \pm 3,44$ мкм. На адаксиальной стороне листа обычно массовое расположение волосков вдоль проводящих тканей (рис. 4), тогда как на абаксиальной стороне приуроченности расположения волосков к каким-либо структурам не отмечалось.

Из эндогенных секреторных структур для сырья листьев *P. rupestris* наблюдаются идиобласты (рис. 3, 4), которые содержат эфирное масло, обладающее запахом, характерным для видов рода *Patrinia*, и хаотично расположенные друзы оксалата кальция округлой или близкой к округлой формы.



Рис. 1. Комбинированный эпидермис листа *P. rupestris* (объектив 20х, окуляр 10х)

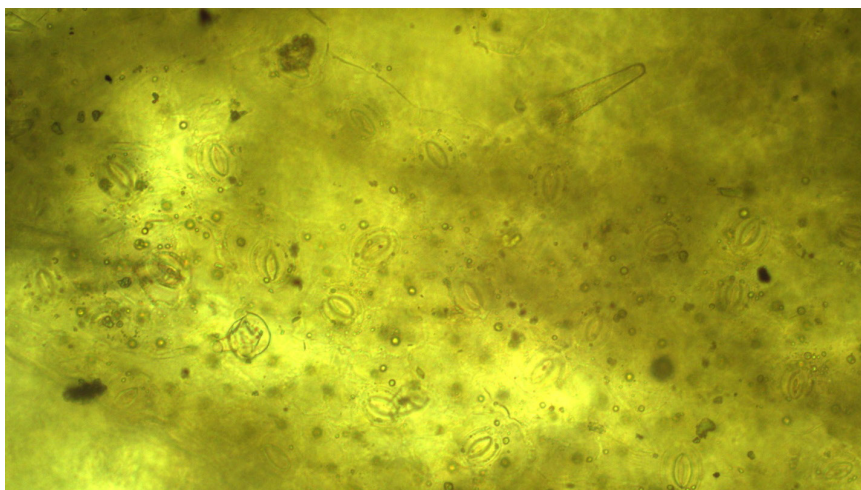


Рис. 2. Устьица листа *P. rupestris* (объектив 40х, окуляр 10х)



Рис. 3. Толстостенные конусовидные волоски *P. rupestris* (объектив 40х, окуляр 10х)

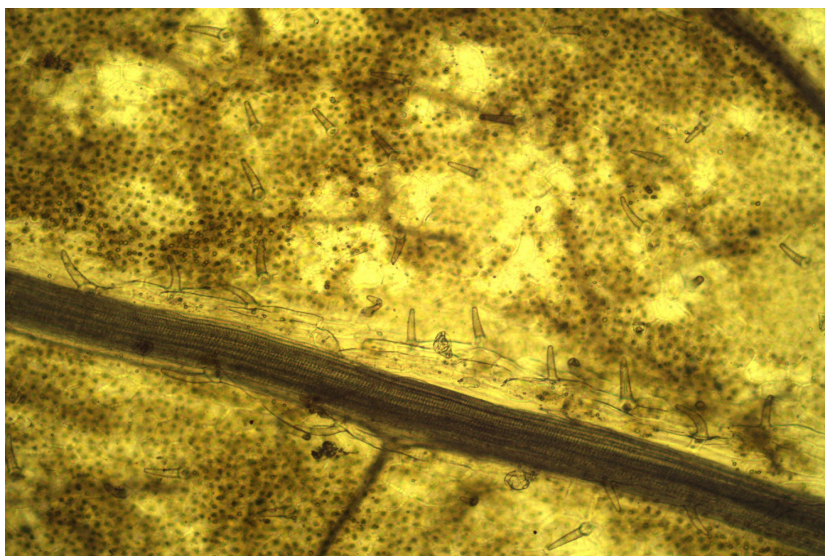


Рис. 4. Толстостенные конусовидные волоски и идиобласты на адаксиальной стороне листа *P. rupestris* (объектив 10х, окуляр 10х)

Проведенные исследования позволили заключить, что лекарственное растительное сырье *P. rupestris* характеризуется следующими анатомическими диагностическими признаками:

- гипостоматический тип листа;
- однорядный комбинированный эпидермис, состоящий из двух типов клеток – изодиаметрической многоугольной слабоизвилистой и прямоугольной широкополигональной формы;
- соотношение продольного и поперечного размеров клеток эпидермиса для изодиаметрических многоугольных составляет 1,3, для прямоугольных широкополигональных – 2,7;
- анамоцитный тип устьичного комплекса расположен на абаксиальной стороне листа, устьица овальной формы, в одной плоскости с эпидермисом;
- двуклеточные толстостенные конусовидные волоски с бородавчатой морщинистостью кутикулы;
- идиобласты, содержащие эфирное масло и хаотично расположенные друзы оксалата кальция округлой формы.

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭТАНОЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ *ARTEMISIA ABROTANUM*, *ARTEMISIA DRACUNCULUS*, *ARTEMISIA AUSTRIACA*

Иващенко И.В.¹, Рахметов Д.Б.², Балко А.Б.³

¹Житомирский национальный агроэкологический университет (ЖНАЭУ), Житомир, Украина
e-mail: kalateja@ukr.net

²Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко Национальной академии наук Украины
(НБС им. Н.Н. Гришко), Киев, Украина
e-mail: jamal_r@bigmir.net

³Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного Национальной академии наук
Украины (ИМВ), Киев, Украина
e-mail: aleks-balko1@yandex.ua

ETHANOLIC EXTRACT ANTIMICROBIAL ACTIVITY IN *ARTEMISIA ABROTANUM*, *ARTEMISIA DRACUNCULUS*, *ARTEMISIA AUSTRIACA*

Ivashchenko I. V., Rakhmetov D. B., Balko A. B.

Установлена антимикробная активность этанольных экстрактов *Artemisia abrotanum* L., *Artemisia dracunculus* L., *Artemisia austriaca* Jacq. относительно грамположительных бактерий (*Staphylococcus*

aureus), грамотрицательных бактерий (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) и гриба *Candida albicans*. Наиболее восприимчивыми к действию экстрактов всех исследуемых растений оказались штаммы *S. aureus*. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения дальнейших фармакологических исследований *A. abrotanum*, *A. dracunculus*, *A. austriaca* с целью создания на их основе новых противомикробных препаратов.

Ключевые слова: антимикробная активность, экстракт, микроорганизмы, *Artemisia abrotanum* L., *Artemisia dracunculus* L., *Artemisia austriaca* Jacq.

Полынь лечебная (*Artemisia abrotanum* L.), полынь эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.), полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Jacq.) – перспективные для медицины и фармации фитонцидно-лекарственные растения. Они содержат разнообразные биологически активные соединения, которые определяют их лечебные свойства: эфирные масла, фенолкарбоновые соединения и их производные, флавоноиды, кумарины [5].

Полынь лечебная обладает спазмолитическим, диуретическим, потогонным, антифунгицидным, бактерицидным, болеутоляющим, кровоостанавливающим, глистогонным, противовоспалительным действием. В народной медицине ее используют как средство, стимулирующее деятельность органов пищеварения, при судорогах, тахикардии, опухолях желудка, печени, при маститах, обморожениях, фурункулах; в гомеопатии – для лечения анемии, эпилепсии, туберкулезного менингита, туберкулеза лимфатических узлов, экссудативного плеврита [3].

Полынь эстрагон (тархун) – ценная пищевая, лекарственная, эфиромасличная культура, обладающая жаропонижающим, противовоспалительным, ранозаживляющим, спазмолитическим, диуретическим, желчегонным, антиканцерогенным, антибактериальным, противосудорожным, успокаивающим действием; используется при диабете, заболеваниях суставов, как витаминное средство [7].

Полынь австрийская содержит биологически активные вещества: сесквитерпеновые лактоны, характеризующиеся противовоспалительной активностью и имеющие кардиотоническое действие; эфирные масла, проявляющие антимикробную и противотуберкулезную активность, флавоноиды [1]. В народной медицине полынь австрийскую используют как жаропонижающее, потогонное, желчегонное, кровоостанавливающее, противосудорожное, глистогонное, противорвотное, диуретическое средство.

Таким образом, виды рода *Artemisia* являются перспективным источником лекарственного растительного сырья, но в условиях Полесья Украины их фитонцидные и биохимические свойства не исследованы.

Цель работы состояла в изучении антимикробной активности этанольных экстрактов *A. abrotanum*, *A. dracunculus*, *A. austriaca*, произрастающих в условиях Полесья Украины.

Материалы и методы. Исследуемые растения *A. abrotanum*, *A. dracunculus*, *A. austriaca* произрастали на экспериментальных участках ботанического сада Житомирского национального агроэкологического университета. Посадочный материал растений получен из Национального ботанического сада (НБС) им. Н.Н. Гришко НАН Украины. Надземная часть растений собрана в фазу цветения. Экстракт получали путем настаивания воздушно-сухого сырья в этиловом спирте (40 %) (1 : 5) на протяжении 7 сут. Исследование антимикробной активности экстрактов растений проводили на полученных из Украинской коллекции микроорганизмов (УКМ, Институт микробиологии и вирусологии НАН Украины) тест-культурах микроорганизмов: *Escherichia coli* (кишечная палочка) УКМ В-906 (ATCC 25922); *Staphylococcus aureus* (золотистый стафилококк) УКМ В-904 (ATCC 25923); *Pseudomonas aeruginosa* (синегнойная палочка) УКМ В-900 (ATCC 9027); *Candida albicans* (кандида белая) УКМ У-1918 (ATCC 885–653). Данные микроорганизмы являются тестовыми штаммами для установления антимикробного действия лекарственных средств [4]. Оценку антимикробной активности растительных экстрактов относительно тест-культур микроорганизмов проводили согласно методике определения чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам [6]. Антимикробную активность изучали методом последовательных серийных разведений, который предусматривает определение минимальной ингибирующей (MIC) и минимальной бактерицидной/фунгицидной концентраций (MBC/MFC).

Суточные культуры микроорганизмов получили на плотной питательной среде LB (Luria-Bertani medium, Merck, Germany) [2].

Результаты и их обсуждение. Исследование антимикробной активности этилового спирта (40 %) показало, что его внесение к суспензиям используемых тест-культур микроорганизмов проявляется бактериостатической активностью только при разведении в соотношении 1 : 2. При дальнейшем разведении этанол не влияет на рост микроорганизмов в жидкой культуре. В случаях с *P. aeruginosa* и *C. albicans* бактерицидная/фунгицидная концентрация спирта соответствовала бактериостатической. Бактериостатический эффект этанола в отношении *E. coli* и *S. aureus* не наблюдался.

Установлено, что этанольный экстракт *A. abrotanum* обладает антимикробными свойствами: экстрагированные вещества повышали МИС в 4 раза и в 2 раза – МВС 40 %-го этанола относительно *S. aureus* (табл. 1, 2), а также двукратно усиливали фунгистатическое и фунгицидное действие этанола на *C. albicans*.

Таблица 1

Определение минимальной ингибирующей концентрации (МИС) этанольного экстракта *Artemisia abrotanum* L. для тест-культур микроорганизмов

Тест-культура микроорганизмов	Рост тест-культуры в опытных вариантах при соответствующем разведении образца							Рост тест-культуры в контрольных вариантах			
	1 : 2	1 : 4	1 : 8	1 : 16	1 : 32	1 : 64	1 : 128	+К	–К	Кс	Кз
<i>Escherichia coli</i> УКМ В-906	–	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–
<i>Staphylococcus aureus</i> УКМ В-904	–	–	–	+	+	+	+	+	–	–	–
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> УКМ В-900	–	–	+	+	+	+	+	+	–	–	–
<i>Candida albicans</i> УКМ Y-1918	–	–	+	+	+	+	+	+	–	–	–

Примечание. «+» – наличие роста культуры; «–» – отсутствие роста культуры; «+К» – положительный контроль роста тест-культуры; «–К» – отрицательный контроль роста тест-культуры; «Кс» – контроль чистоты среды; «Кз» – контроль чистоты образца (при разведении 1 : 2).

Таблица 2

Определение минимальной бактерицидной/фунгицидной концентрации (МВС/МФС) этанольного экстракта *Artemisia abrotanum* L. для тест-культур микроорганизмов

Тест-культура микроорганизмов	Рост тест-культуры в опытных вариантах на плотной среде при действии образца в соответствующем разведении						
	1 : 2	1 : 4	1 : 8	1 : 16	1 : 32	1 : 64	1 : 128
<i>Escherichia coli</i> УКМ В-906	–	+	+	+	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i> УКМ В-904	–	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> УКМ В-900	–	+	+	+	+	+	+
<i>Candida albicans</i> УКМ Y-1918	–	–	+	+	+	+	+

Примечание. «+» – наличие роста культуры; «–» – отсутствие роста культуры.

Следует отметить, что под влиянием компонентов экстракта значения МИС 40 %-го этанола для *P. aeruginosa* и его МВС для *E. coli* также увеличились в 2 раза.

Отличия в антимикробной активности экстрактов *A. abrotanum* и *A. austriaca* не выявлены.

Антимикробная активность экстракта полыни эстрагон была более выраженной. Экстрагированные вещества *A. dracuncululus* в 8 раз повышали показатели минимальной ингибирующей концентрации (МИС) и минимальной бактерицидной/фунгицидной концентрации (МВС/МФС) этилового спирта относительно *S. aureus* (табл. 3, 4).

Наблюдалось также двукратное увеличение бактериостатической и бактерицидной активности этанола относительно *E. coli*, однако в случае *P. aeruginosa* отмечалось увеличение в 2 раза только бактериостатического эффекта. Восприимчивыми к веществам экстракта оказались грибы *C. albicans*: под их влиянием восьмикратно усиливалось фунгистатическое и фунгицидное действие 40 %-го этанола.

Таблица 3

**Определение минимальной ингибирующей концентрации (MIC) этанольного экстракта
Artemisia dracunculus L. для тест-культур микроорганизмов**

Тест-культура микроорганизмов	Рост тест-культуры в опытных вариантах при соответствующем разведении образца							Рост тест-культуры в контрольных вариантах			
	1 : 2	1 : 4	1 : 8	1 : 16	1 : 32	1 : 64	1 : 128	+К	–К	Кс	Кз
<i>Escherichia coli</i> УКМ В-906	–	–	+	+	+	+	+	+	–	–	–
<i>Staphylococcus aureus</i> УКМ В-904	–	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> УКМ В-900	–	–	+	+	+	+	+	+	–	–	–
<i>Candida albicans</i> УКМ Y-1918	–	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–

Таблица 4

**Определение минимальной бактерицидной/фунгицидной концентрации (МБС/МФС)
этанольного экстракта *Artemisia dracunculus* L. для тест-культур микроорганизмов**

Тест-культура микроорганизмов	Рост тест-культуры в опытных вариантах на плотной среде при действии образца в соответствующем разведении						
	1 : 2	1 : 4	1 : 8	1 : 16	1 : 32	1 : 64	1 : 128
<i>Escherichia coli</i> УКМ В-906	–	+	+	+	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i> УКМ 904	–	–	–	+	+	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> УКВ-900	–	+	+	+	+	+	+
<i>Candida albicans</i> УКМ Y-1918	–	–	–	–	+	+	+

Выводы. Таким образом, установлена антимикробная активность этанольных экстрактов *A. abrotanum*, *A. dracunculus*, *A. austriaca* в отношении грамположительных бактерий (*Staphylococcus aureus*), грамотрицательных бактерий (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) и гриба *Candida albicans*. Наиболее восприимчивыми к действию экстрактов всех исследуемых растений оказались штаммы *S. aureus*. Отличий в антимикробной активности экстрактов *A. abrotanum* и *A. austriaca* не наблюдалось. Наиболее выраженной была антимикробная активность экстракта полыни эстрагон. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения дальнейших фармакологических исследований *A. abrotanum*, *A. dracunculus*, *A. austriaca* с целью создания на их основе новых противомикробных препаратов.

Литература

1. Коновалов Д.А. Компонентный состав эфирного масла полыни австрийской, произрастающей в Ставропольском крае // Кубанск. науч. мед. вестн. 2006. Вып. 10. № 91. С. 38–39.
2. Миллер Д. Эксперименты в молекулярной генетике / Пер. с англ. М.: Мир, 1976. 440 с.
3. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейство Asteraceae (Compositae). СПб.: Наука, 1993. 352 с.
4. Украинская коллекция микроорганизмов: каталог культур / Под ред. В.С. Подгорского, О.И. Коцофляк, Е.А. Киприановой, О.Р. Гвоздяк. Київ: Наукова думка, 2007. 270 с.
5. Мінарченко В.М. Лікарські судинні рослини України. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 324 с.
6. Про затвердження методичних вказівок «Визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів»: Наказ МОЗ України № 167 [Чинний від 2007–04–05]. Київ: МОЗ України, 2007. 63 с.
7. Рахметов Д.Б., Стаднічук Н.О., Корабльова О.А., Смілянець Н.М., Скрипка О.М. Нові кормові, пряно-ароматичні та овочеві інтродуценти в Лісостепу і Поліссі України. Київ: Фітосоціоцентр, 2004. 162 с.

МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СЫРЬЯ ЛИСТЬЕВ *JUGLANS MANDSHURICA*

Салионова А.В.¹, Раилко С.П.², Маняхин А.Ю.³, Зорикова О.Г.³

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (ВГУЭС), Владивосток, Россия

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ), Владивосток, о. Русский, Россия
e-mail: si19@mail.ru

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горнотаежная станция им. В.Л. Комарова (ГТС им. В.Л. Комарова), Уссурийск, Россия
e-mail: dvogtslmp@mail.ru

THE MICROSCOPIC CHARACTERISTICS OF RAW MATERIALS THE LEAVES OF *JUGLANS MANDSHURICA*

Salionova A. V., Railko S. P., Manyakhin A. Yu., Zorikova O. G.

Изучены диагностические признаки *Juglans mandshurica* Maxim., произрастающего в Приморском крае. Исследованные характеристики можно использовать для диагностики и стандартизации сырья.

Ключевые слова: *Juglans mandshurica* Maxim, морфологические, анатомические признаки, диагностика сырья.

Растительное сырье широко используется в современной промышленности для получения целого ряда биологически активных препаратов, эффективных при многих заболеваниях и оказывающих минимальные побочные действия.

Стандартизация и контроль качества растительного сырья и препаратов из него проводятся в соответствии с требованиями общих и частных статей ГФ XI [1]. Одна из наиболее важных процедур – метод микроскопического анализа, поскольку с его помощью определяют подлинность лекарственного растительного сырья – выявляют наличие примесей.

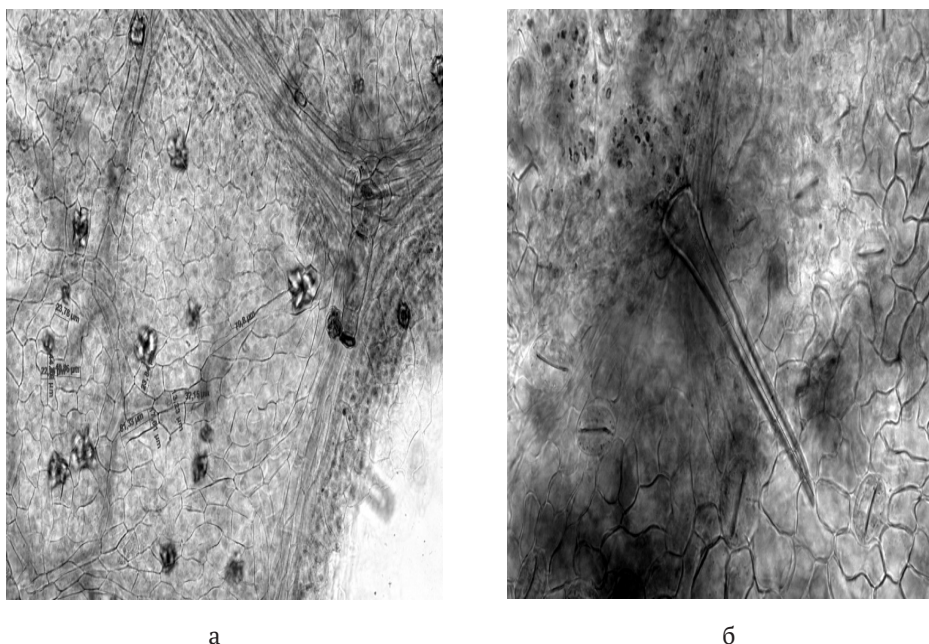
Известно, что некоторые близкородственные растения имеют сходные анатомо-диагностические признаки, но различаются частотой встречаемости и размерами. Анализ применения микроскопии в ботанике, где анатомическое описание растений конкретизировано размерами и частотой встречаемости устьиц, волосков, клеток и других структур, значениями толщины и длины листовой пластинки, длины жилки, показал, что этот метод в ресурсоведении может иметь дальнейшее развитие и решать многие проблемы, с которыми не всегда справляются физико-химические или другие аналитические методы [2, 3].

Первоначально необходимо выделить диагностически значимые признаки растительного сырья – признаки, которые характерны только для данного вида растения: характер клеток эпидермиса, волоски, железки, кристаллы, включения.

Для изучения анатомических диагностических признаков листьев ореха маньчжурского использовали высушенное сырье. Было проведено микроскопическое исследование листовой пластинки, установлено характерное строение и изучены специфические особенности сырья. Микроскопический анализ цельного и измельченного сырья проводили согласно статье «Техника микроскопического анализа» [1, 2].

Микроскопическое исследование сырья проводили на образцах измельченных листьев и установили наличие специфических диагностических признаков. При рассмотрении препаратов листочков непарноперистосложного листа ореха маньчжурского с поверхности (рис. 1) установлено, что клетки эпидермиса адаксиальной стороны – полигональные ширококомбинированные (длина $42,6 \pm 0,03$ мкм, ширина – $23,3 \pm 0,08$ мкм), с извилистой и слабоизвилистой формой стенок. Клетки, расположенные над сосудами, имеют полигональную узкокомбинированную форму (длина

$70,6 \pm 0,04$ мкм, ширина – $15,4 \pm 0,03$ мкм). Немногочисленные устьица аномоцитного типа, слабо-погруженные, с выраженной устьичной щелью и околоустьичными клетками, окружены четырьмя и более клетками эпидермиса (рис. 1).



а б
Рис. 1. Адаксиальная сторона листа *J. mandshurica* (а – $\times 200$, б – $\times 400$)

К характерным признакам можно отнести наличие кристаллических друз, не имеющих упорядоченного расположения (рис. 1, 2), а также трех типов волосков: простые одноклеточные остроко-нусовидные толстостенные; удлиненные головчатые с многоклеточной ножкой и одноклеточной головкой и головчатые с двуклеточной ножкой и одноклеточной головкой (рис. 3).

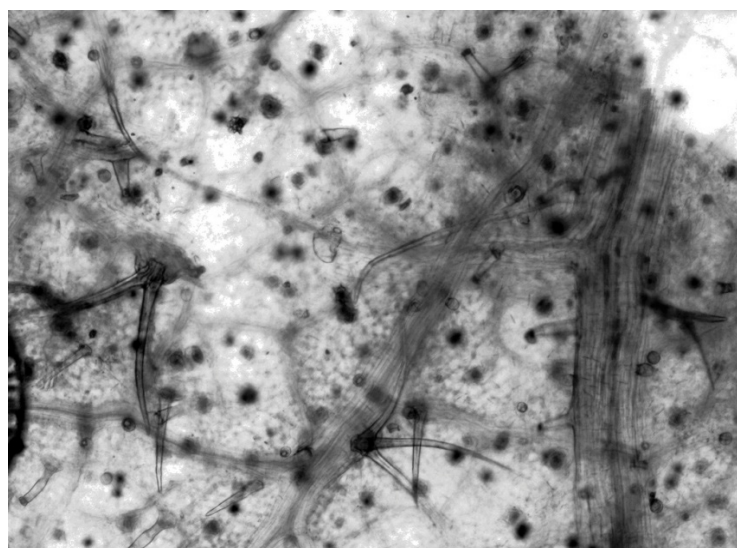


Рис. 2. Абаксиальная сторона листа *J. mandshurica* ($\times 200$)

У основания одноклеточного волоска располагается розетка из клеток эпидермиса, при этом из одной розетки могут исходить от 1 до 3 волосков (рис. 3). Головчатые волоски с многоклеточной ножкой имеют расширенное основание и сосцевидную головку; головчатые волоски с двуклеточной ножкой имеют округлую головку.

Эпидермис абаксиальной стороны листовой пластинки (рис. 2) менее извилистостенный, чем адаксиальной. Количество устьиц на абаксиальной стороне существенно ниже, чем на адаксиальной, но здесь больше волосков названных выше трех типов (рис. 1, 2).

Проведенные исследования позволяют предложить для микродиагностики сырья листьев *J. mandshurica* следующие характеристики:

- извилистостенность клеток эпидермиса как абаксиальной, так и адаксиальной стороны листовой пластинки;
- наличие крупных слабопогруженных устьиц аномоцитного типа с выраженной устьичной щелью, сконцентрированных преимущественно на адаксиальной стороне листа;
- наличие волосков трех типов: простых одноклеточных остроконусовидных толстостенных; удлинённых головчатых с многоклеточной ножкой и одноклеточной головкой и головчатых с двухклеточной ножкой и одноклеточной головкой.

Данные признаки могут быть использованы для стандартизации сырья «Ореха маньчжурского листья свежие» и «Ореха маньчжурского листья высушенные».

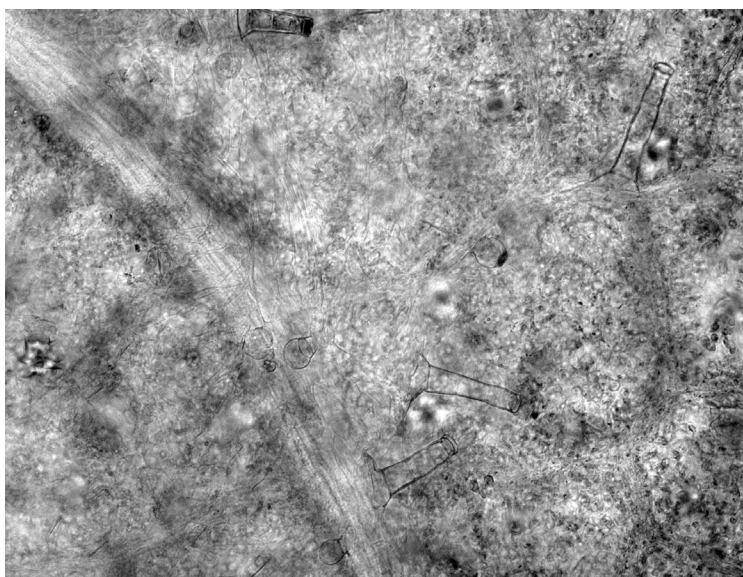
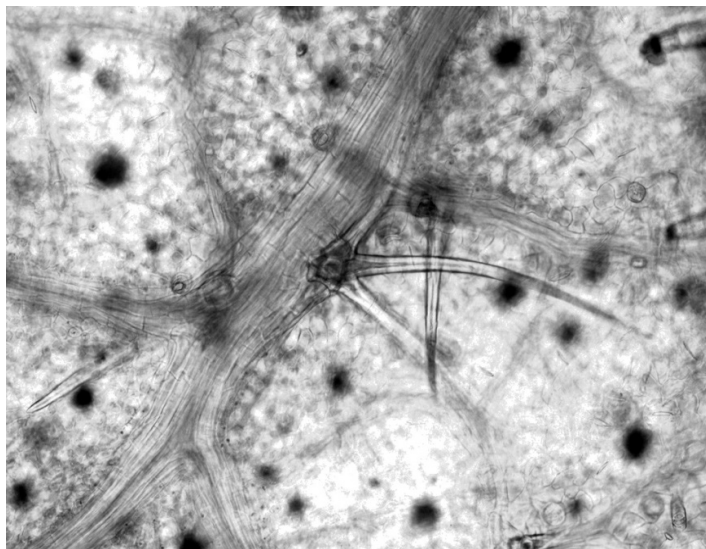


Рис. 3. Три типа волосков *J. mandshurica*

Литература

1. Государственная фармакопея СССР. 11-е изд. Вып. 1. 334 с., Вып. 2. 398 с.
2. Самылина И.А., Аносова О.Г. Фармакогнозия. Атлас: Учебное пособие. В 2-х т. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. Т. 1. 192 с.
3. European Pharmacopoeia. 3rd edition. Strasbourg. Council of Europe. 1997. 1800 p.

ПЕНТАЦИКЛИЧЕСКИЕ ТРИТЕРПЕНОВЫЕ КИСЛОТЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Фролова Т.С.^{1,2,3}, Кукина Т.П.², Синицина О.И.^{1,3}

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ),
Новосибирск, Россия
e-mail: frolova@nioch.nsc.ru

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Новосибирский институт органической
химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук (НПОХ СО РАН),
Новосибирск, Россия
e-mail: kukina@nioch.nsc.ru

³Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский
центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»
(ИЦиГ СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: sinitsyna@bionet.nsc.ru

PENTACYCLIC TRITERPENE ACIDS AS POTENTIAL ANTICANCER FORMULATIONS

Frolova T.S., Kukina T.P., Sinitsyna O.I.

Пентациклические тритерпеновые кислоты – одни из наиболее перспективных для медицины вторичных метаболитов растений. Спектр физиологической активности этих соединений весьма широк, однако наибольший интерес вызывают их избирательные противоопухолевые свойства. В моделях *in vivo* и *in vitro* показан мощный цитотоксический эффект тритерпеновых кислот на онкотрансформированных клетках, при этом повреждения нормальных клеток были минимальны. В настоящее время предложено несколько различных механизмов для объяснения избирательной токсичности тритерпеновых соединений, в частности кислот урсанового, олеананового и лупанового ряда.

Ключевые слова: вторичные метаболиты, тритерпеновые кислоты, избирательная цитотоксичность.

Растения содержат множество компонентов, которые могут быть использованы для терапии онкологических заболеваний. Помимо непосредственной токсичности для онкотрансформированных клеток природные соединения могут усиливать провироопухолевый эффект других препаратов, защищать нормальные клетки от негативного воздействия и преодолевать множественную лекарственную резистентность. Одними из наиболее перспективных вторичных метаболитов растений являются пентациклические тритерпеновые кислоты. Их цитотоксичность показана на ряде клеточных линий, включая рак молочной железы, прямой кишки, легкого, кожи, нейробластомы. В последнее время активно ведутся исследования механизмов противоопухолевого эффекта этих кислот с целью расширения возможностей создания полусинтетических препаратов на основе тритерпеновых компонентов, обладающих более выраженными терапевтическими свойствами. Конкретных моделей для объяснения избирательной цитотоксичности предложено не так много, в каждой из них ведущая роль отводится разным факторам. Тем не менее все эти модели не являются взаимоисключающими и весьма успешно дополняют друг друга.

Запуск апоптоза. Индукция запрограммированной клеточной смерти является одним из самых важных путей борьбы с раковыми клетками. Однако многие онкотрансформированные клетки несут мутации в генах, контролирующих клеточный цикл, что приводит к апоптотической устойчивости и существенно затрудняет борьбу с ними. Тритерпеновые кислоты способны запускать апоптоз несколькими способами одновременно, что позволяет преодолевать этот барьер. Так, бетулиновая кислота вызывает клеточную гибель, изменяя митохондриальный мембранный потенциал и иницируя

продукцию активных форм кислорода [4]. Подобный механизм запуска апоптоза характерен и для олеаноловой кислоты [7]. Урсоловая и олеаноловая кислоты способны ингибировать базальный фактор транскрипции NF- κ B и активировать каспазы, что также приводит в итоге к апоптозу [6].

Антиангиогенная активность. Обильная васкуляризация является одним из необходимых условий роста опухоли, поэтому на ингибировании ангиогенеза базируется один из подходов в терапии онкологических заболеваний. Имеются данные о наличии антиангиогенных свойств у урсоловой и олеаноловой кислот, причем урсоловая дает гораздо более мощный эффект, усиливая экспрессию ростовых факторов, препятствующих образованию новых сосудов [10]. Бетулиновая кислота ингибирует аминопептидазу N, которая играет важную роль в передаче межклеточных взаимодействий и регуляции формирования эндотелиальных трубок [3].

Противовоспалительные свойства. Существует взаимосвязь между воспалительными процессами и развитием опухоли [5]. Показано, что пентациклические тритерпеновые кислоты могут усиливать иммунитет, активируя клетки иммунной системы (макрофаги, NK-киллеры, дендритные клетки и другие лейкоциты), тем самым тормозя рост новообразования [2].

Антиоксидантный эффект. Продукция активных форм кислорода также является одной из стратегий борьбы с онкотрансформированными клетками. Установлено, что тритерпеновые кислоты обладают антиоксидантными свойствами [8], причем их молекулы действуют не как классические антиоксиданты, а активируют ферментативные системы в клетке.

Нами был показан существенный антиоксидантный эффект помоловой кислоты, выделенной из иван-чая узколистного [1]. Мы проверили полученный препарат на панели онкотрансформированных клеточных линий и показали избирательную цитотоксичность помоловой кислоты. Микроскопический анализ исследованных культур показал, что помоловая кислота, подобно урсоловой [9], способна вызывать аутофагию – достаточно редкий путь запрограммированной клеточной смерти.

Литература

1. Фролова Т.С., Сальникова О.И., Дударева Т.А., Кукина Т.П., Синицина О.И. Выделение помоловой кислоты из *Chamaenerion angustifolium* и оценка ее потенциальной генотоксичности в бактериальных тест-системах // Биоорг. химия. 2014. Т. 40. № 1. С. 92–98.
2. Bani S., Kaul A., Khan B., Ahmad S.F., Suri K.A., Gupta B.D., Satti N.K., Qazi G.N. Suppression of T-lymphocyte activity by lupeol isolated from *Crataeva religiosa* // Phytother. Res. 2006. Vol. 20. P. 279–287.
3. Bauvois B., Dauzonne D. Aminopeptidase-N/CD13 (EC 3.4.11.2) inhibitors: chemistry, biological evaluations, and therapeutic prospects // Med. Res. Rev. 2006. Vol. 26. P. 88–130.
4. Fulda S., Scaffidi C., Susin S.A., Krammer P.H., Kroemer G., Peter M., Debatin K.M. Activation of mitochondria and release of mitochondrial apoptogenic factors by betulinic acid // J. Biol. Chem. 1998. Vol. 273. P. 33942–33948.
5. Mantovani A., Allavena P., Sica A., Balkwill F. Cancer-related inflammation // Nature. 2008. Vol. 454. P. 436–444.
6. Manu K.A., Kuttan G. Ursolic acid induces apoptosis by activating p53 and caspase-3 gene expressions and suppressing NF- κ B mediated activation of bcl-2 in B16F10 melanoma cells // Int. Immunopharmacol. 2008. № 8. P. 974–981.
7. Martin R., Carvalho J., Ibeas E., Hernandez M., Ruiz-Gutierrez V., Nieto M.L. Acidic triterpenes compromise growth and survival of astrocytoma cell lines by regulating reactive oxygen species accumulation // Cancer Res. 2007. Vol. 67. P. 3741–3751.
8. Prasad S., Kalra N., Singh M., Shukla Y. Protective effects of lupeol and mango extract against androgen induced oxidative stress in Swiss albino mice // Asian. J. Androl. 2008. Vol. 10. P. 313–318.
9. Shen S., Zhang Y., Zhang R., Tu X., Gong X. Ursolic acid induces autophagy in U87MG cells via ROS-dependent endoplasmic reticulum stress // Chem. -Biol. Interact. Epub 2014. Vol. 218. P. 28–41.
10. Sohn K.H., Lee H.Y., Chung H.Y., Young H.S., Yi S.Y., Kim K.W. Anti-angiogenic activity of triterpene acids // Cancer Lett. 1995. Vol. 94. P. 213–218.

Лекарственные растения в ландшафтном дизайне



**УСПЕХИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ,
ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ,
В ЗЕЛЕНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ г. ЕКАТЕРИНБУРГ**

Киселева О. А.

*Федеральное государственное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения
Российской академии наук (БС УрО РАН), Екатеринбург, Россия
e-mail: kiselevaolga@inbox.ru*

**PROGRESS IN APPLYING THE HERBS INTRODUCED
TO THE CENTRAL URALS IN YEKATERINBURG LANDSCAPE CONSTRUCTION**

Kiseleva O. A.

Перечислены виды лекарственных растений, обладающих ценными качествами декоративных многолетних культур в условиях Среднего Урала, которые пригодны для озеленения городских территорий.

Ключевые слова: декоративные лекарственные растения, озеленение, Средний Урал.

Идея использования лекарственных растений в декоративных целях берет свое начало в глубокой древности [3–5]. Существуют многочисленные примеры ее конкретного воплощения, выполненные специалистами по садово-парковой архитектуре в рамках разных ландшафтных стилей. Некоторые наиболее удачные сочетания растений, заимствованные у классиков, перекочевывают из книжных описаний в экспозиции не первый век. Немало удачных находок предлагают и современные авторы ландшафтных композиций [1, 2, 4].

По мнению автора, универсальных рецептов нет, поскольку эстетический эффект зависит от конкретного контекста экспозиции, причем экологические условия должны соответствовать потребностям используемых видов. Нюансы применения лекарственных растений в современном ландшафтном дизайне интересны с точки зрения озеленения личных подсобных хозяйств, а также муниципальных зеленых насаждений, поэтому специалистами по озеленению и любителями тема декоративного использования лекарственных растений поднимается довольно часто [2–5].

Настоящая работа представляет собой описание опыта использования лекарственных растений, интродуцированных на Среднем Урале, а также представителей местной флоры, взятых из коллекции лекарственных и пряно-ароматических растений Ботанического сада УрО РАН, в озеленении муниципальных учреждений г. Екатеринбург на протяжении 2012–2015 гг. В частности, ландшафтные работы проведены в Литературном квартале Екатеринбурга: на территории фондов МБУК «Объединенный музей писателей Урала», Мемориального дома-музея П. П. Бажова, музея «Литературная жизнь Урала XX века», Музея кукол и детской книги «Страна чудес», Литературно-мемориального дома-музея Д. Н. Мамина-Сибиряка, музея «Литературная жизнь Урала XIX века», Литературно-мемориального дома-музея Ф. М. Решетникова, а также храма Успения Пресвятой Богородицы РПЦ.

Коллекция лекарственных и пряно-ароматических растений Ботанического сада УрО РАН насчитывает более 400 видов растений, не считая сортов. Большинство растений интродуцировано и не встречается в естественной флоре Среднего Урала. Среди этого обилия для озеленения городской территории были отобраны многолетние растения, благополучно произрастающие в фондовой коллекции на территории ботанического сада, нуждающиеся в минимальном уходе, не являющиеся крайне ядовитыми, отличающиеся активным ростом. Именно такие растения и были перенесены в техногенный ландшафт в сочетании с чисто декоративными видами. На протяжении трех сезонов проводились наблюдения за их состоянием и внешним видом. Ниже приводится список видов, успешно перенесших пересадку и благополучно произрастающих на озелененных территориях (таблица).

Все перечисленные виды относятся к группе многолетних травянистых растений. В рамках созданных постоянных экспозиций они вошли в состав миксбордеров разного назначения (сезонные цветники на солнце, тенелюбивые композиции, кухонный сад, альпийская горка из пряных расте-

Лекарственные растения, используемые для озеленения городских территорий на Среднем Урале

Вид	Объект озеленения	Контекст использования
<i>Achillea millefolium</i> L.	2, 8	Тематический сад, цветник на солнце
<i>Allium aflatunense</i> Fedtsch.	1, 3, 5, 6	Цветники в тени и полутени
<i>Allium nutans</i> L.	4, 8	Альпийская горка
<i>Allium rosenbachianum</i> Regel	4, 6	Цветники в тени и полутени
<i>Allium schoenoprasum</i> L.	1, 2, 3, 4, 5, 8	Цветники в полутени и на солнце, альпийская горка, кухонный сад
<i>Althaea officinalis</i> L.	4	Миксбордер на месте сырого луга
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.	8	Альпийская горка в полутени
<i>Artemisia abrotanum</i> L.	4	Альпийская горка из пряных растений
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	4	Альпийская горка из пряных растений
<i>Artemisia dracunculus</i> L.	4, 2	Альпийская горка из пряных растений
<i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.	4	Альпийская горка из пряных растений
<i>Artemisia pontica</i> L.	4	Альпийская горка из пряных растений
<i>Asparagus officinalis</i> L.	8	Цветники в полутени
<i>Bergenia crassifolia</i> Fritsch	1, 2, 3, 5, 8	Цветники в полутени
<i>Convallaria majalis</i> L.	2, 5, 6, 7, 8	Цветники в тени
<i>Echinacea purpurea</i> Moench	2, 3	Миксбордер на месте сырого луга
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	8	Цветники в полутени
<i>Euphorbia polychroma</i> Kemer	4	Альпийская горка из пряных растений
<i>Filipendula ulmaria</i> Maxim.	3, 8	Миксбордер на месте сырого луга
<i>Fragaria vesca</i> L.	8	Цветники в полутени
<i>Glechoma hederacea</i> L.	1, 2, 5, 8	Цветники в полутени
<i>Lophanthus anisatus</i> Benth.	4	Альпийская горка из пряных растений
<i>Lythrum salicaria</i> L.	1, 2	Цветники в полутени
<i>Phlomis tuberosa</i> L.	4	Сезонные цветники на солнце
<i>Polygonatum officinale</i> All.	8	Цветники в полутени
<i>Primula veris</i> L.	2	Тематический сад
<i>Pulmonaria saccharata</i> Mill.	2, 6	Цветники в полутени
<i>Sedum acre</i> L.	4	Альпийская горка из пряных растений
<i>Sedum telephium</i> L.	2, 4, 8	Альпийская горка из пряных растений
<i>Solidago canadensis</i> L.	7, 8	Сезонные цветники на солнце и в полутени
<i>Thymus serpyllum</i> L.	4	Альпийская горка из пряных растений
<i>Valeriana wolgensis</i> Kazak.	5, 8	Сезонные цветники на солнце и в полутени

Примечание. 1 – фонды МБУК «Объединенный музей писателей Урала», 2 – Мемориальный дом-музей П.П. Бажова, 3 – музей «Литературная жизнь Урала XX века», 4 – Музей кукол и детской книги «Страна чудес», 5 – Литературно-мемориальный дом-музей Д.Н. Мамина-Сибиряка, 6 – музей «Литературная жизнь Урала XIX века», 7 – Литературно-мемориальный дом-музей Ф.М. Решетникова, 8 – храм Успения Пресвятой Богородицы.

ний, тематический сад). Уже на протяжении первого вегетационного сезона перечисленные лекарственные растения показали нормальный прирост в условиях городского микроклимата, проявили свои декоративные качества, на протяжении времени наблюдения демонстрировали устойчивость к болезням, вредителям и аномальным погодным явлениям, свойственным климату Среднего Урала. В целом указанные виды могут быть с уверенностью рекомендованы для внедрения в городские агроценозы с целью повышения их декоративного статуса и эстетической ценности.

Работа выполнена при финансовой поддержке комплексной программы Уральского отделения РАН, проект № 15-12-4-35 «Анатомо-морфологическая и биохимическая изменчивость лекарственных растений Урала на организменном и популяционно-видовом уровнях как основа их эффективного использования».

Литература

1. Койсман Т.Ю. Цветники: дизайн, проектирование, ассортимент. М.: Эксмо, 2011. 528 с.
2. Константинова Е.А. Цветники и садовые композиции. Идеи, принципы, примеры. М.: Фитон+, 2010. 240 с.

3. Кузнецова М.А., Резникова А.С. Сказания о лекарственных растениях. М.: Высш. шк., 1992. 272 с.
4. Маланкина Е.Л. Лекарственные растения в ландшафте. М.: Фитон+, 2006. 240 с.
5. Путырский И.Р., Прохоров С.В. Универсальная энциклопедия лекарственных растений. М.: Книжный дом, 2000. 606 с.

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ В ЦВЕТНИКЕ НА НАБЕРЕЖНОЙ НОВОСИБИРСКА

Рябова И.С., Баяндина И.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный аграрный университет» (НГАУ), Новосибирск, Россия
e-mail: bayandina@ngs.ru

MEDICINAL PLANTS IN THE FLOWER BEDS OF NOVOSIBIRSK EMBANKMENT

Ryabova I. S., Bayandina I. I.

Лекарственные растения можно использовать в ландшафтном дизайне из-за их высоких декоративных свойств. Описывается реализованный проект озеленения набережной Оби г. Новосибирска с применением лекарственных растений: рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), земляники лесной (*Fragaria vesca* L.), подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.), ромашки аптечной (*Matricaria recutita* L.), ноготков лекарственных (*Calendula officinalis* L.) и фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.).

Ключевые слова: лекарственные растения, лекарственные цветники, рябина обыкновенная, *Sorbus aucuparia*, земляника лесная, *Fragaria vesca*, подсолнечник однолетний, *Helianthus annuus*, ромашка аптечная, *Matricaria recutita*, ноготки лекарственные, *Calendula officinalis*, фасоль обыкновенная, *Phaseolus vulgaris*.

В современном крупном промышленном центре, как правило, создается малоблагоприятная для человека экологическая среда. Состояние среды зависит как от мер по ее охране, предпринимаемых инженерно-техническими службами, так и от мер по ее улучшению, что можно осуществить при помощи зеленого строительства. Исходя из современных требований, предъявляемых к зеленым насаждениям городов, возникает задача – сформировать научные основы озеленения и введения в культуру новых декоративных растений.

Необходимо отметить, что за последние годы в Новосибирске появились великолепные и разнообразные цветники: ковровые клумбы, объемные, ландшафтные и партерные цветники, увеличился объем контейнерного озеленения. Используется богатейший ассортимент однолетних растений, который все время обновляется. Но, к сожалению, цветники из однолетников великолепны с июля до сентября, а с апреля по июнь город выглядит уныло. Данная проблема довольно легко решается умелым сочетанием многолетних и однолетних растений [5, 6].

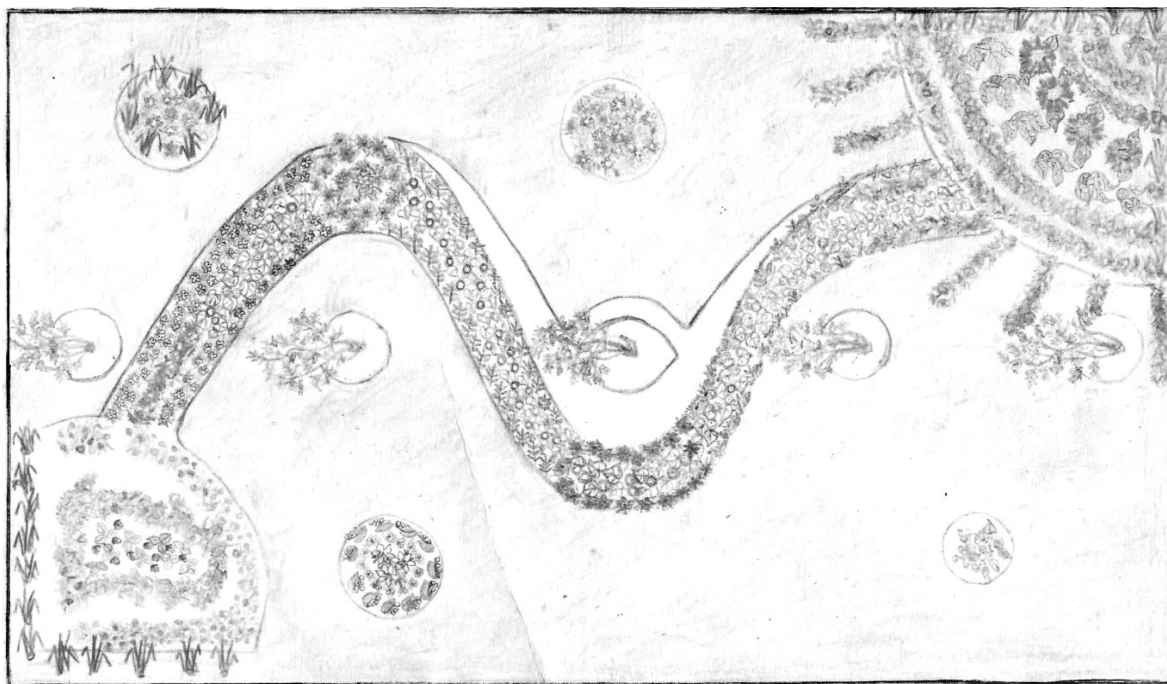
Большинство лекарственных растений весьма декоративны и служат великолепным украшением сада. Их можно использовать в одиночных и групповых посадках, миксбордерах и бордюрах. Целенаправленный подбор поможет сотворить прекрасный, непрерывно цветущий сад целебных растений [1–4, 7–12].

Не так давно в Японии был реализован интересный и полезный проект под названием «Травяной человек» [13]. Суть его заключалась в разбивке на площадке перед кафе «Целебные травы» гигантской клумбы в форме фигуры человека, в состав которой входили исключительно лекарственные растения, причем расположение растений зависело от того, для какого органа полезен тот или иной вид. Например, травы, помогающие при головной боли, росли на голове, а растения, помогающие при проблемах с пищеварением, – в области желудка и кишечника.

В 2011 г. начальник отдела по обустройству Советского района предложил помочь ему представлять район в городском конкурсе на лучший цветник по теме «Космос», который проводился на набережной Оби.

Было решено посадить не обычную клумбу, а цветник с использованием лекарственных растений. Задачей проекта стало знакомство жителей города с тем, какие лекарственные растения могут выглядеть эффектно на цветниках и клумбах. Для начала был создан план, на котором изображено примерное расположение растений и декоративных элементов (рисунок).

Первоначально на клумбе уже находились многолетние растения: молодило шароносное (*Jovibarba globifera* J. Parnell), ирис бородатый (*Iris hybrida* hort.), газон и пять деревьев рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.). Все они в дальнейшем были включены в композицию.



Эскиз планировки цветника на набережной Оби г. Новосибирска

В одном из углов цветника располагалась клумба «Земля» с очертаниями нашей страны, на которой были посажены земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), молодило шароносное, бархатцы прямостоячие (*Tagetes erecta* L.), а растущий большой группой лен многолетний (*Linum perenne* L.) символизировал океан.

В противоположном углу цветника разбили клумбу «Солнце» с большим количеством желтых, оранжевых и красных оттенков. Основную ее площадь занимали бархатцы прямостоячие, рядом росли подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.) и мангольд (*Beta vulgaris* L. ssp. *cicla* (L.) Schubeler & M. Martens) с оригинальными желто-красными прожилками на крупных листьях.

От «Солнца» к «Земле» шел «Млечный Путь», по краям которого росли сальвия сверкающая (*Salvia splendens* Sellow ex Nees), ромашка аптечная (*Matricaria recutita* L.), в некоторых местах – ноготки лекарственных (*Calendula officinalis* L.), а по всей длине были высажены некрупные цветки ипомеи трехцветной (*Ipomea tricolor* Cav.), похожие на скопление звезд, что и отражало название композиции.

Несколько клумб были составлены из ириса бородатого, ноготков лекарственных, астры однолетней (*Callistephus chinensis* (L.) Nees), фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.).

Большинство перечисленных растений используется как лекарственное сырье в официальной или народной медицине. В официальной медицине используются плоды рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), плоды и листья земляники лесной (*Fragaria vesca* L.), цветки и семена подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.), цветки ромашки аптечной (*Matricaria recutita* L.), цветки ноготков лекарственных (*Calendula officinalis* L.), створки плодов фасоли обыкновенной (*Phaseolus*

vulgaris L.). Молодило шароносное, бархатцы прямостоячие, лен многолетний, мангольд, ирис бородатый используются в народной медицине.

Благоприятные погодные условия позволили высадить все растения с 20 мая по 1 июня, это способствовало их раннему цветению. Уход за растениями заключался в регулярном поливе, внесении удобрений и уничтожении сорных растений.

Эта клумба выглядела декоративной в течение всего летнего сезона. По итогам конкурса комиссия присудила Советскому району второе место. Лекарственные растения можно выращивать совместно с другими декоративными растениями и использовать для озеленения Новосибирска.

Литература

1. Анищенко Л.В. Декоративные лекарственные растения в дизайне сада. М.; Ростов н/Д.: МарТ, 2005. 128 с.
2. Бабаева Е.Ю. Лучшие целебные растения в вашем саду. М.: Фитон+, 2007. 160 с.
3. Выращивание лекарственных растений в саду. Новосибирск: Новосиб. кн. изд-во, 1992. 160 с.
4. Замятина Н.Г. Полезные травы на вашем участке. М.: Фитон+, 2000. 240 с.
5. Карписонова Р.А. Многолетники для участков с разными условиями. М.: Фитон+, 2009. 144 с.
6. Карписонова Р.А. Цвет и сроки декоративности многолетников. М.: Фитон+, 2010. 112 с.
7. Лекарственные растения вашего сада. М.: АСТ, Кладезь, 2006. 160 с.
8. Маланкина Е.Л. Лекарственные растения в ландшафте. М.: Фитон+, 2006. 240 с.
9. Маланкина Е.Л. Лекарственные растения на приусадебном участке: Учеб. пособие. М.: Фитон+, 2007. 272 с.
10. Смирнова В.С. Учебно-опытный пришкольный участок – лаборатория для биолога. М.: Lennex Corp, 2013. 252 с.
11. Смирнова В.С. Учебно-опытный участок – научная база учителя биологии // Биология в школе. 2011. № 5. С. 56–62.
12. Смирнова В.С., Максимова В.Н. Научно-экспериментальная работа на пришкольном участке. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007. 292 с.
13. Medical Herberman café project by EARTHSCAPE/ DEZEEN magazine [Электрон. ресурс] URL: <http://www.dezeen.com/2010/02/01/medical-herberman-cafe-project-by-earthscape/> (дата обращения: 16.07.2015).

РОЛЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЛАНДШАФТА КРУПНОГО ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Филипчук О.Д.¹, Тонконог М.Д.²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский Государственный аграрный университет» (КубГАУ), Краснодар, Россия
e-mail: o.d.fil@yandex.ru

² ООО «Русский букет», Сочи, Россия
e-mail: russki-buket@mail.ru

THE ROLE OF MEDICINAL HERBS IN THE FORMATION OF BIG HEALTH COMPLEX LANDSCAPE

Filipchuk O.D., Tonkonog M.D.

Изложены особенности построения ландшафта крупного санаторно-курортного комплекса и роль лекарственных растений в его формировании.

Ключевые слова: оздоровительный комплекс, ландшафт, озеленение, лекарственные растения.

Неотъемлемой частью интерьера современного оздоровительного комплекса (ОК) являются разнообразные зеленые насаждения парков, скверов, газонов, клумб и цветников. Растения выполняют не только эстетическую функцию, украшая территорию здравницы, но и важные санитарные функции, поглощая пыль, освежая воздух и снижая уровень шума.

Комплекс работ по благоустройству и озеленению объектов проводили на территории Федерального государственного унитарного предприятия «Оздоровительный комплекс "Дагомыс"» в 2002–2012 гг. Реконструкция охватывала природный ландшафт площадью 22 га (из них газоны – 16 га), пляжную зону (1,8 км), архитектурный ансамбль из 20 объектов.

Подбор растений для озеленения является основным моментом в фито дизайне. При озеленении территории ОК «Дагомыс» и проведении уходных работ предпочтение отдавали лекарственным цветочно-декоративным культурам, поскольку они отличаются повышенной декоративностью, обильностью и продолжительностью цветения, оптимальной устойчивостью к болезням и вредителям, не требуют особых приемов агротехники.

Подбор растений был основан на их требованиях к условиям произрастания (тип почвы, количество влаги, уровень освещенности и температура) и влиянии на человека (аллергенность пыльцы, фитонцидность). На территории здравницы растения размещали с обязательным учетом розы ветров, загазованности местности, биологических и морфологических особенностей растений, взаимоотношений между ними (симбиоз, комменсализм, аллелопатия и др.), расположения подземных и надземных коммуникаций комплекса, близости моря, водоемов, бассейнов и населенных пунктов.

При формировании цветочной клумбы основная задача – обеспечить ее постоянное цветение. Также имеют значение фактура, высота, габитус растений, их цвет. Для клумб подбирали летники, двулетники и многолетники с разными сроками цветения, но с одинаковыми требованиями к условиям произрастания. Например, на солнечной стороне в мае–июне зацветали ирисы (*Iris* L.) и гвоздика турецкая (*Dianthus barbatus* L.), в июне–июле – кореопсисы (*Coreopsis* L.) и розы (*Rosa* L.), а в августе–сентябре – гибискус (*Hibiscus* L.). При озеленении тенивого участка здравницы использовали седум едкий (*Sedum acre* L.) как почвопокровную культуру, можжевельники (*Juniperus* L.) и герань (*Geranium* L.) как основу композиции, фикус карликовый (ползучий) (*Ficus pumila* L.) как «живую изгородь», лаванду (*Lavandula* L.) и львиный зев (*Antirrhinum* L.) для заполнения вазонов. Все эти лекарственные растения не только оказались оптимально совместимы, но и положительно влияли друг на друга, что обеспечило их активный рост и развитие. Уходные работы за таким участком не требовали особых усилий.

Цветочно-декоративные и лекарственные растения нуждаются в специальных мерах защиты от вредных организмов. Система защиты растений в условиях ОК «Дагомыс» была построена на интеграции четырех основных методов: карантинного, профилактического, агротехнического и биологического.

Карантинный метод защиты цветочно-декоративных насаждений основан на обязательном соблюдении распоряжений и указаний карантинной службы, а также на организации своего внутреннего карантина, включающего выявление, ограничение и ликвидацию очагов размножения вредных видов, уже проникших на территорию курорта.

Профилактический метод включает в себя использование здорового и адаптивного посадочного материала; посадку растений в оптимальные сроки и в подготовленную почву; использование сортов, устойчивых к воздействию неблагоприятных факторов среды, к вредным организмам; своевременное проведение всех уходных работ (прополки, поливы, притенение, обрезки, косьба и др.).

Агротехнический метод включает: научно-обоснованную систему питания растений; сохранение влаги; уничтожение сорной и нежелательной растительности; сбор и уничтожение имаго вредителей, паутинных гнезд, кладок яиц; вырезку пораженных побегов и растений (источников инфекционных заболеваний); постройку механических преград (заградительных канавок); развешивание ловчих поясов для вредителей; корчевку пней; удаление плодовых тел грибов-трутовиков; лечение ран и пломбирование дупел.

Для сохранения влаги при выращивании цветочно-декоративных культур на юге применяют несколько приемов. Это использование почвопокровных культур, мульчирование почвы, выкладывание клумбы камнями, замена широколистных растений узколиственными и суккулентами. Мульчирование почвы выполняется различными материалами – каменной крошкой, скорлупой орехов, корой и даже скошенной травой. Наилучший эффект достигается при совместном использовании камней и мульчирования почвы корой.

Кроме того, почвопокровные культуры эффективны в борьбе с сорной растительностью. Например, вербейник монетолистный (*Lysimachia nummularia* L.) одинаково хорошо растет и на солнечных клумбах, и на теневых участках, и сорнякам сложно конкурировать с ним.

Рыхление и мульчирование почвы, поливы, отвод излишней влаги, подрезка и стрижка древесных насаждений, скашивание газонов помогали выращивать здоровые, сильные растения, восстанавливать их нормальные функции и устранять дефекты условий роста.

Следует отметить, что на территории ОК «Дагомыс» имеется несколько типов почв: бурые и серые лесные с разной степенью оподзоленности, желтоземы, красноземы, скальный грунт (со слоем почвы не более 10 см). Для всех характерна низкая обеспеченность питательными элементами (особенно азотом) и кислая реакция среды (уровень pH 4,5–5,3). Научно обоснованная система питания цветочно-декоративных культур включает два этапа: подбор (или формирование) почвогрунта для растения или группы растений (по влагоемкости, реакции среды, обеспеченности питательными элементами) и разработку схемы питания растений, состоящего из основного удобрения и подкормок с макро- и микроэлементами. Применение удобрений ускоряло рост и развитие растений, что приводило к несовпадению чувствительных фаз растений и наибольшей активности вредителей.

Биологический метод защиты растений приобретает некоторую специфику в условиях курортного комплекса. Классический биометод, основанный на использовании естественных врагов вредных видов, имеет объективные ограничения по применению в разгар курортного сезона. В данной ситуации весьма проблематично проводить обработку растений микробиологическими препаратами, а также заниматься колонизацией и выпуском энтомофагов. Но вполне возможно использовать хищных насекомых и птиц, которые поедают тлей, трипсов, щитовок и гусениц чешуекрылых вредителей. Устройство искусственных гнезд, домиков для птиц, сохранение муравейников (особенно с лесными муравьями) также способствует снижению численности вредных видов. Птицы активно уничтожают различных гусениц, а муравьи еще и мучнистого червеца.

Лекарственные растения-нектароносы на клумбах, цветниках и газонах привлекают энтомофагов (наездники, мухи тахины). Это, как правило, растения с множеством мелких цветков – источников нектара. В ОК «Дагомыс» выращивали многолетние луки (*Allium* L.), лаванду (*Lavandula* L.), клевер (*Trifolium* L.), котовник (*Nepeta cataria* L.), душицу (*Origanum vulgare* L.) и др. Газон, сформированный из злаковых трав (семейства Poaceae) и ползучего (белого) клевера (*Trifolium repens* L.), обладает репеллентным эффектом для клещей.

Другим эффективным способом биологической защиты цветочно-декоративных культур от вредителей является локальное применение инсектицидных настоев из пряно-ароматичных и лекарственных растений, таких как борщевик (*Heracleum* L.), горчица (*Sinapis* L.), перец (*Piper* L.), полынь (*Artemisia* L.), сосна (*Pinus* L.), тысячелистник (*Achillea* L.), лук, чеснок (*Allium* L.) и др. Возможно проводить обработку цветочно-декоративных культур, не привлекая внимания отдыхающих, поскольку специфический запах растительного настоя держится непродолжительное время.

Итак, применение лекарственных растений для озеленения крупного оздоровительного комплекса позволяет формировать адаптивный ландшафт с близкими к природным свойствами. При функционировании такого ландшафта существенно сдерживается распространение вредных организмов, а также обеспечивается повышенная декоративность, обильность и продолжительность цветения декоративных культур, что создает дополнительный комфорт для отдыхающих.

Фитотерапия



ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКТА КОРНЕВИЩА *BISTORTA OFFICINALIS* ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГИНГИВИТА

Воронкова М. С.¹, Кирюшкина С. М.²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: bmc_87@mail.ru

²Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Новосибирской области
«Стоматологическая поликлиника № 7» (СП № 7), Новосибирск, Россия
e-mail: ksm-9449@mail.ru

USING *BISTORTA OFFICINALIS* RHIZOME EXTRACT TO TREAT GINGIVITIS

Voronkova M. S., Kiryushkina S. M.

Исследована эффективность применения экстрактов корневищ растений *Bistorta officinalis* Delabre в лечении гингивита. Изменение GI индекса при использовании экстракта составило 71 %. Экстракт из корневищ *B. officinalis* эффективен при лечении гингивита.

Ключевые слова: *Bistorta officinalis*, гингивит, десневой индекс (GI).

Воспалительные заболевания пародонта (гингивит и пародонтит) по-прежнему остаются наиболее распространенными формами патологии и пародонтального комплекса.

Гингивит – воспаление десны, обусловленное неблагоприятным воздействием местных и общих факторов, протекающее без нарушения целостности зубодесневого прикрепления.

При всех воспалительных заболеваниях пародонта лечение должно проводиться на фоне сбалансированной диеты с достаточным количеством белков и витаминов, адекватной индивидуальной гигиены полости рта, применения больным в виде полосканий или ирригаций полости рта растворов слабых антисептиков, настоев (отваров) лекарственных трав [1].

Природные биологически активные вещества (БАВ) влияют на трофику, микроциркуляцию, резистентность и заживляемость тканей пародонта, а также на нормализацию процессов агрегации и дезагрегации тромбоцитов крови, что приводит к уменьшению кровоточивости тканей пародонта.

Повышение интереса к лекарственным растениям явилось следствием участвовавших аллергических реакций и осложнений после применения антибиотиков. В отличие от них лекарственные растения редко вызывают нежелательные побочные реакции со стороны организма, они не токсичны, хорошо переносятся пациентами независимо от возраста.

Доказано благоприятное действие многих зубных паст, содержащих БАВ лекарственных растений, на зубы и ткани пародонта [6].

Bistorta officinalis Delabre (*B. major* S.F. Gray, *Polygonum bistorta* L.) – змеевик лекарственный (змеевик большой, раковые шейки, горец змеиный). Это многолетнее травянистое растение с колосовидным соцветием до 100 см высотой. Околоцветник бледно- или ярко-розовый. Нижние листья продолговато-яйцевидные или широколанцетные, при основании низбегающие на черешок, к верхушке заостренные. Корневище толстое, деревянистое, изогнутое. Встречается на лесных, заливных и водораздельных лугах, лесных опушках и кустарниковых зарослях, поднимается в субальпийский пояс. Имеет обширный ареал, охватывающий почти всю территорию Евразии [3].

Корневища *B. officinalis* применяют как вяжущее средство при расстройствах кишечника, воспалении слизистых оболочек, дизентерии. Является заменителем корня тропической ратании [2]. Корневища змеевика лекарственного в виде порошка, жидкого экстракта и отвара широко используются в народной медицине и в стоматологической практике при заболеваниях полости рта [4].

Цель работы – исследовать эффективность применения экстракта корневища *Bistorta officinalis* для лечения гингивита.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач было обследовано три группы добровольцев по 25 человек с патологией гингивита. Для диагностики пациентов использовали опрос, осмотр и индексную оценку больных с гингивитом.

Десневой индекс до и после лечения и изменение состояния пациентов (%)

1-я группа (экстракт <i>Bistorta officinalis</i>)		Изменение состояния, %	2-я группа «Метрогил Дента»		Изменение состояния, %	3-я группа (плацебо)		Изменение состояния, %
до	после		до	после		до	после	
1,1	0,3	73	0,9	0	100	2,3	2,1	9
1	0,4	60	2	1,2	40	1	1	0
1,3	0,2	85	1,4	0,7	50	1,2	1,3	-8
0,9	0,1	89	1,4	0,5	64	1,4	1,4	0
2	1,1	45	1	0	100	2,5	2,4	4
1,4	-0,4	129	1,7	1	41	2,1	1,9	10
1,4	0,5	64	1,7	0,9	47	1,2	0,8	33
1	0	100	2	1,1	45	0,9	1	-11
1,7	0,9	47	1,7	0,8	53	1,4	1,4	0
2	0,8	60	1,9	1,2	37	1,4	1,5	-7
1,7	0,7	59	1,5	0,2	87	1	1	0
1,9	1	47	1,1	0,1	91	1,7	1,6	6
1,5	0,5	67	1	0,5	50	0,9	0,9	0
1	1	0	1,3	0,2	85	2	1,9	5
0,5	0,1	80	0,9	1	-11	1,4	1,4	0
1	0	100	2	1	50	1,4	1,5	-7
0,3	0	100	1	0	100	1,5	1,6	-7
1,4	0,5	64	0,3	0,1	67	2,4	2,2	8
1,2	0,4	67	1,4	0,7	50	0,6	0,7	-17
1,1	0	100	1,2	0,4	67	1,5	1,4	7
1,8	0,9	50	1,1	0,2	82	2,4	2	17
1	0,1	90	2	1,1	45	1,1	1,1	0
0,9	0	100	2,3	1,4	39	1,2	1,3	-8
0,7	0,3	57	0,9	0	100	2	2	0
1,5	1	33	1,5	0,6	60	0,3	0,4	-33
Итого		71	Итого		62	Итого		0

Опрос – выявление истории стоматологического заболевания (наличие конкретных жалоб, уровень мотивации к гигиене, регулярность повторных визитов к стоматологу, присутствие факторов риска – курение и др.).

Основные жалобы пациентов при болезнях пародонта сводятся к кровоточивости десен, подвижности зубов и их смещению, проявлению запаха изо рта, чувству зуда в деснах, ощущении постоянной тупой боли или боли после еды, чувствительности при надкусывании.

Осмотр заключался в клиническом обследовании состояния ротовой полости, в том числе визуальной оценке состояния слизистой оболочки полости рта, также проводился анализ индексов, характеризующих уровень стоматологического здоровья в целом.

Индексная оценка больных с гингивитом – десневой индекс (GI) [7] применяется в клинических и эпидемиологических исследованиях с целью определения локализации и тяжести течения гингивита. У каждого зуба дифференцированно обследуются четыре участка: вестибулярно-дистальный десневой сосочек, вестибулярная краевая десна, вестибулярно-медиальный десневой сосочек, язычная (небная десна). Исследования проводятся визуально. Для определения кровоточивости проводят пальпацию десны тупым инструментом. Состояние десны оценивается по критериям:

0 – нормальная десна;

1 – легкое воспаление, небольшое изменение цвета, легкая отечность, нет кровоточивости при пальпации;

2 – умеренное воспаление, покраснение, отек, кровоточивость при пальпации;

3 – резко выраженное воспаление с заметным покраснением и отеком, изъязвлениями, тенденцией к спонтанным кровотечениям.

Обследуется десна всех зубов или выборочно по сегментам, секстантам. Значение GI для участков определяется путем суммирования кодов (от 0 до 3) обследованного зуба. Сумма кодов, делен-

ная на 4, составляет GI зуба. Сумма значений GI всех обследованных зубов, деленная на их количество, представляет собой GI пациента.

Интерпретация показателей десневого индекса:

- 0.1–1.0 – легкий гингивит;
- 1.1–2.0 – гингивит средней тяжести;
- 2.1–3.0 – тяжелый гингивит.

Десневой индекс используется также для оценки эффективности лечебно-профилактических процедур [3].

Результаты и их обсуждение. Пациенты из 1-й группы в течение недели полоскали полость рта 2 раза в день 70%-м спиртовым экстрактом корневища *B. officinalis* в дозировке 25 капель на стакан воды. Добровольцы из 2-ой группы лечились «Метрогилом Дента». Пациенты из 3-ей группы полоскали полость рта дистиллированной водой (плацебо).

Обследуемые из 1-й и 2-й группы отмечали улучшение состояния, уменьшение или прекращение кровоточивости десен, уменьшение отека.

Визуально наблюдалось улучшение состояния слизистой полости рта, уменьшение зубодесневого кармана (ЗДК) и уменьшение кровоточивости десен, слизистая становилась бледно-розового цвета. При лечении слизистой полости рта экстрактом *B. officinalis* установлено положительное изменение GI в среднем на 71 %, а при лечении «Метрогилом Дента» – на 62 % (см. таблицу).

Пять пациентов из 3-й группы отмечали незначительное улучшение состояния слизистой полости рта. Кровоточивость незначительно уменьшилась, но не прекратилась. Остальные пациенты почувствовали ухудшение состояния или отсутствие изменений. Осмотр показал, что у пациентов наблюдается кровоточивость десен, слизистая ярко-розового цвета или гиперемизированная, глубина ЗДК без изменений. Изменение GI в 3-й группе в среднем 0 %.

Выводы.

1. При использовании экстракта из корневищ *Bistorta officinalis* была отмечена положительная динамика, наблюдались уменьшение ЗДК, отсутствие кровоточивости десен и бледно-розовый цвет слизистой десны.

2. Изменение GI при использовании экстракта из корневищ *B. officinalis* составило 71 %.

3. Экстракт из корневищ *B. officinalis* эффективен при лечении гингивита и по терапевтического эффекту превосходит широко распространенное средство «Метрогил Дента» Unique Pharmaceutical Laboratories (a division of J.B. Chemicals & Pharmaceuticals Ltd.) (Индия).

Литература

1. Дзех С.А., Дроздова Р.К., Дунызина Т.М. и др. Заболевания эндодонта, парадонта и слизистой оболочки полости рта. Ч. 2. М.: МЕДпресс-информ, 2008. С. 171–266.
2. Государственная фармакопея Союза Советских Социалистических Республик. М.: Медицина, 1968. 1079 с.
3. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Семейство Polygonaceae – Гречишные // Флора Центральной Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1979. Т. 1. С. 276–292.
4. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. С. 86–87.
5. Петров Ю.В., Ткач Т.М., Меленберг Т.В., Садыков М.И. Клиника, диагностика, лечение пародонтита. Самара: СамГМУ, 2005. 216 с.
6. Чуйкин С.В., Рутушева Р.Р. Фитотерапия с применением сорбента при лечении гингивита у беременных женщин. Уфа: Здравоохранение Башкортостана, 2007. 106 с.
7. Loe H., Silness J. Periodontal disease in pregnancy. I. Prevalence and severity // Acta Odontol. Scand. 1963. Vol. 21. P. 533–551.

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПЕЧЕНИ И ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ

Убирия М. Н., Иосебидзе Т. И., Куридзе М. Г.

*Горийский государственный учебный университет, Гори, Грузия
e-mail: ubiriamarika@gmail.com, tiniko.iosebidze@mail.ru,
marinaquridze@gmail.com*

MEDICINAL PLANTS WHICH USED TO TREAT DIFFERENT LIVER AND GALLBLADDER ILLNESSES

Ubiria M. N., Iosebidze T. I., Kuridze M. G.

Описаны лекарственные растения, произрастающие в Грузии, которые применяют при заболеваниях печени и желчного пузыря, а также способы их употребления. В народной медицине при лечении этих заболеваний используют лекарственные растения, богатые эфирными маслами, дубильными веществами и танинами: бессмертник, корни одуванчика, цикорий, кукурузные рыльца, лапчатку гусиную и др.

Ключевые слова: лекарственные растения, бессмертник, лапчатка, цикорий, одуванчик, стальник, кукурузные рыльца.

В настоящее время наблюдается широкое распространение фитотерапии, и это означает, что лекарственные растения не утратили своего значения, несмотря на все возрастающие успехи синтетических химико-фармацевтических препаратов. Из поколения в поколение передаются в народе методы лечения самых разнообразных болезней с помощью растений, и они привлекают внимание исследователей, пытающихся найти в сокровищницах природы средства, облегчающие и предупреждающие многие заболевания. Интересно отметить, что многовековой опыт позволил отобрать именно те растения, которые обладают лечебными свойствами, независимо от географических условий их произрастания. В книгах по лекарственным растениям, написанных в Китае, Индии, во многих странах Европы и Азии, упоминаются одни и те же растения и практически одинаково описываются их лечебные свойства.

История использования лекарственных растений уходит в глубь веков. Первыми врачами были женщины. Древние легенды приписывают им магическую, божественную силу. В Египте известна «могучая» Полидамна, в Греции – «златокудрая» Агамеда, в Чехии – «мудрая» Каза, в Киевской Руси – лекарка Марина. С XIII–XII вв. до н.э. существует в мировой медицине понятие о Cura Mediana, связанное с именем Медеи, дочери царя Колхиды Аэта. Медея, ее мать и сестра были весьма искусны в деле врачевания, разводили сады лечебных растений, 36 названий которых известны и в наши дни.

В народной медицине при лечении заболеваний печени применяют лекарственные травы и корни растений, богатые эфирными маслами, дубильными веществами и танинами. Чаще всего в этих целях используют бессмертник, корни одуванчика, цикорий, кукурузные рыльца, лапчатку гусиную и др.

Бессмертник (*Helichrysum* Mill.). Семейство сложноцветных. Грузинское название – нэго. Многолетнее травянистое растение высотой до 30 см, листья с опушением, цветки трубчатые, лимонно-желтого цвета. Прикорневые листья продолговато-обратнояйцевидные с сильным ароматом. В Грузии представлен двумя видами, имеющими лекарственное значение: бессмертник сильно пахнущий и многолистный. Цветет с мая до сентября.

В цветках бессмертника обнаружены дубильные вещества, углеводы, жиры, гликозиды, слизи, соли натрия, калия, кальция, железо и марганец, витамины С и К. Для лечебных целей растения собирают в начале распускания соцветий, срезая цветки вместе со стеблем, и сушат в тени на воздухе.

Бессмертник употребляют при желтухе, хронических заболеваниях печени, желчного пузыря и желчных путей [1]. Настой готовят обычным способом (одна десертная ложка сухих цветков на стакан воды). Принимают по столовой ложке 6 раз в день в течение 10 дней за 20 минут до еды.

Лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.). Семейство розоцветных. Грузинское название – марц-ква-балахи. В Грузии растет в увлажненных местах, на лугах, торфяниках и во всем лесном поясе. Многолетнее растение, корневище многоглавое, комковатое, снаружи красно-бурое, внутри желтовато-белое. Стебли прямостоящие, ветвистые, высотой до 20 см. Цветки одиночные, на длинных цветоножках, лепестки желтые. Корневища содержат до 20 % дубильных веществ: хинную и галловую кислоты, воск, смолы, медь, крахмал и др. Корневища собирают с начала мая до конца августа и сушат в специальных печах или в хорошо проветриваемых помещениях.

Лапчатку применяют для полосканий, примочек, при заболеваниях печени и желчных путей, а также как кровоостанавливающее и противовоспалительное средство в виде отваров и спиртовых настоек.

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.). Семейство сложноцветных. Цикорий растет вдоль дорог, канав, в садах и огородах. Многолетнее растение с прямым разветвленным стеблем, высотой от 40 до 120 см, с острозубчатыми ланцетными листьями и сидящими в их пазухах красивыми голубыми соцветиями-корзинками.

Корни цикория содержат до 60 % инсулина, сахар, белковые вещества, пектин, жир, холин, смолы и другие вещества. В млечном соке листьев и стеблей содержится горькое вещество лактунин, в цветках – гликозид цикорнин. Траву с цветками заготавливают в июле–сентябре или ранней весной. Собранные корни очищают и сушат в сушилках. Сухие корни не гнутся, а ломаются с треском.

Траву и корни цикория используют в медицине многие народы. Наиболее часто препараты из цикория употребляют как горечь для возбуждения аппетита и улучшения деятельности желудка и кишечника, особенно при гастритах и колитах. Настой цикория готовят из одной чайной ложки измельченных корней на стакан кипятка, процеживают и пьют остывшим по 2–3 столовых ложки перед едой. Отвар делается так же, но его кипятят 30 минут. Поскольку водные настои и отвары обладают желче- и мочегонным действием, их назначают при циррозе печени, желтухе, а также при болезнях почек. Хороший мочегонный эффект отмечен при лечении больных с отеками сердечного происхождения крепким отваром корней или травы вместе с корнями. Крепкие настои и отвары применяют наружно, в виде обмываний и примочек, для лечения застарелых гнойных ран, язв, экзем.

Кроме того, корень цикория – хороший заменитель натурального кофе или может служить добавкой к нему [2]. Для получения нежной и вкусной зелени специально выращивают салатные сорта цикория, которые используют в диетическом питании при диабете.

Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.). Семейство сложноцветных. Грузинское название – бабуацвера. Многолетнее растение, распространенное в Грузии повсеместно до среднего горного пояса. Цветет с ранней весны до поздней осени. Листья мясистые, голые, цельные или зубчатые, цветки желтые, одиночные, корзинки размещены на конце стебля высотой от 10 до 30 см. В листьях и корнях растения обнаружены инулин, белок, дубильные вещества, аскорбиновая кислота, воск, каучук, железо, фосфор, смолы и пр. [5]. Корни заготавливают при увядании листьев и ранней весной до цветения, а листья собирают в период цветения и сушат в тени на воздухе.

Одуванчик широко применяется в народной медицине. Салат из молодых листьев используют как мочегонное, отхаркивающее, кровоочистительное, желчегонное и послабляющее средство. При заболеваниях печени, мочевого пузыря и желтухе пьют сок одуванчика по 2 столовые ложки ежедневно в течение 3 недель. Свежие листья и сок одуванчика употребляют при атеросклерозе, анемии, заболеваниях кожи.

Стальник пашенный (*Ononis arvensis* L.). Семейство бобовых. Латинское название этого растения произошло от греческого слова «осел», так как еще Диоскорид отметил, что ослы охотно поедают его, а другие животные избегают. Грузинское название – пшнисэкали.

Стальник – многолетнее травянистое растение высотой 30–60 см с коротким бурым или черным корневищем и длинным цилиндрическим, деревянистым, внизу ветвистым бурым корнем. Стебель прямой, ветвистый, опушенный, большей частью лилового цвета. Цветки розовые или беловатые мотыльковые, расположены на коротких цветоножках. Плод – 2–4-семенной боб длиной 7 мм, шириной 6–5 мм, овальный или широкояйцевидный. Цветет в июне–августе. Содержит глюкозидовин, спирт онокол (оноцерин), смолу, сахар, небольшое количество дубильных веществ и пр.

Корень стальника широко используют в народной медицине стран Западной Европы как мочегонное и потогонное средство, а также от головной боли, ломоты и ревматизма [3]. Отвар из корня стальника пашенного и спиртовые настойки – средство для лечения геморроя.

Кукуруза обыкновенная (маис) (*Zea mays* L.). Семейство злаковых. Грузинское название – симинди. Однолетнее растение, стебли толстые, сплошные, с широколинейными листьями, цветки однополые, собраны в разные соцветия. Пучки столбиков с рыльцами кукурузы представляют собой лекарственное сырье. Кукурузные рыльца содержат растворимый в жирах витамин К₃, витамин С, жирные масла, глюкозиды, камедеподобные и другие вещества. Рыльца собирают после оплодотворения цветков в период молочной спелости кукурузы и быстро сушат на открытом воздухе или в проветриваемых помещениях.

Прием экстракта из кукурузных рылец активизирует секрецию желчи, уменьшает содержание билирубина и т.д. Применяется при лечении воспаления желчного пузыря (холецистит) и желчных путей (холангит), а также как кровоостанавливающее средство [4]. Назначается в виде настоя или в форме жидкого экстракта, а также в порошках и таблетках.

Литература

1. Агеев В.Е. Лекарственные растения Аджарии. Тбилиси: Сабчота сакартвело, 1989. 63 с.
2. Минеджян Г.З. Сборник по народной медицине и нетрадиционным способам лечения. М.: Технозкос, 1991. 491 с.
3. Панаскертели-Цицишвили З. Самкурнало цигни карабадини. Тбилиси, 1978. 592 с.
4. Турова А.Д., Сапожникова Э.Н. Лекарственные растения СССР и их применение. М.: Медицина, 1982. 288 с.
5. Тринус Ф.П. Фармакотерапевтический справочник. Киев: Здоровья, 1988. 640 с.

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В СИБИРИ

Чиндяева Л.Н., Цыбуля Н.В., Киселева Т.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук (ЦСБС СО РАН), Новосибирск, Россия
e-mail: lnikch@yandex.ru

ANTIMICROBIC ACTIVITY OF WOODY PLANTS IN SIBERIA

Chindyayeva L. N., Tsybulya N. V., Kiseleva T. I.

Исследована сезонная антимикробная активность древесных растений 6 семейств и 16 родов, включая 68 сибирских и инорайонных видов, с использованием 3 тест-объектов: *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* – и метода «опарения» штриховых посевов микробных культур летучими соединениями листьев. Определены наиболее фитонцидные виды древесных растений, которые рекомендованы для более широкого использования в озеленении городов Сибири.

Ключевые слова: древесные растения, сезонная антимикробная активность, летучие соединения, тест-микроорганизмы, сравнительная оценка видов.

При выборе ассортимента древесных растений для озеленения урбанизированных территорий помимо основных положительных свойств (быстрый рост, зимостойкость, декоративность) необходимо учитывать их фитонцидность. Это позволит наиболее эффективно использовать средоулучшающие качества городских насаждений для оптимизации окружающей среды при создании лечебных садов, терренкуров и других оздоровительных ландшафтных объектов. Анализ антимикробной активности древесных растений представляет значительный интерес с позиции развития интродукционных исследований в Сибири [5].

Фитонцидные свойства древесных растений в сибирском регионе изучаются с 1960–1970-х гг. На примере растительности г. Тюмень выявлена высокая бактерицидная активность клеточного сока деревьев и кустарников, установлена зависимость активности фитонцидов листьев от светового режима, температуры, минерального питания [7]. Проведена оценка антимикробной активности измельченных листьев (кашицы) представителей семейства розоцветные (Rosaceae Juss.), видов рода тополь (*Populus* L.), деревянистых лиан в условиях Новосибирска, исследована бактерицидная активность кедровых лесов в Горном Алтае [2, 3, 6, 7]. Нами работы в этом направлении проводятся с 2009 г. Цель исследований – оценка антимикробной активности летучих соединений листьев древесных растений в течение вегетационного периода с использованием различных тест-микробов, выявление видов с наибольшей активностью. Исследовались представители рода тополь (*Populus* L.), ива (*Salix* L.), клен (*Acer* L.), спирея (*Spiraea* L.), боярышник (*Crataegus* L.), миндаль (*Amygdalus* L.), пятилистник (*Pentaphylloides* Hill), виды семейства бобовые (*Fabaceae* Lindl.), кипарисовые (*Cupressaceae* Rich. ex Bartl.), сосновые (*Pinaceae* Lindl.), произрастающие на объектах озеленения Новосибирска и в arboretume Центрального сибирского ботанического сада [1, 4, 8, 10–16].

Материалы и методы. Использован метод «опарения» летучими соединениями растений посевов микробных культур (*Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*) [13]. На поверхность питательной среды МПА (мясо-пептонный агар) в верхнюю чашку Петри микробиологической петлей диаметром 2 мм высевали суточную культуру тест-микробов (посев штрихом), в нижнюю чашку равномерно по поверхности распределяли свежесобранные листья или облиственные побеги, исключая их контакт с питательной средой. Материал собирали в первой половине дня в разные фазы сезонного развития: в период полного обособления листьев, во время их зрелого состояния и в период осеннего расцветивания. Опарение посевов микроорганизмов летучими выделениями листьев осуществлялось с 12 до 16 ч при комнатной температуре, после чего чашки помещали в термостат с температурой 37 °C на 10–12 ч [9].

Антимикробное действие листьев оценивалось в сравнении с контрольными посевами по шкале фитонцидной активности:

0 – отсутствие действия, сплошной рост микробной культуры;

1 балл – слабое действие (угнетение роста культуры в средней части посевов не более 20–30 % длины штриха);

2 балла – умеренное действие (угнетение роста культуры до 40–50 % длины штриха);

3 балла – сильное действие (незначительный рост культуры на концах штриха);

4 балла – очень сильное действие, практически полное отсутствие роста микробной культуры.

Сравнительная оценка антимикробной активности видов проведена по среднему баллу за сезон в отношении к каждому тест-микроорганизму, по ее результатам виды ранжированы следующим образом: от 0 до 0,4 балла – отсутствие антимикробной активности, 0,5–1,0 – низкая активность, 1,1–1,5 – умеренная, 1,6–2,4 – высокая, 2,5 балла и выше – очень высокая активность.

Результаты и их обсуждение. В ходе проведенных исследований выявлены видовые особенности и сезонная динамика антимикробной активности листьев тополей и ив. У видов рода *Populus* наибольшая фитонцидность листьев отмечена в июле – августе, ее снижение наблюдалось в период осеннего пожелтения во второй половине сентября, за исключением растений, длительно сохраняющих зеленые листья. В процессе вегетации наиболее высокую антимикробную активность зафиксировали у тополя черного (*P. nigra* L.), тополя белого (*P. alba* L.), тополя душистого (*P. suaveolens* Fisch.), а также у гибридов местной селекции: тополя Сибирский серебристый № 12, полигибрид SL-1, гибрид № 21. Среди ив (*Salix*) к видам с наиболее высокой фитонцидностью отнесены ива ломкая (*S. fragilis* L.), ива пурпурная (*S. purpurea* L.), ива Шверина (*S. schwerinii* E. Wolf). Выявлено, что антимикробная активность листьев тополя заметно превышает аналогичные показатели листьев ивы, за исключением *S. fragilis* 'Bullata'. Выделенные фитонцидные виды и формы декоративны, характеризуются быстрым ростом и зимостойкостью в условиях Сибири [1].

При оценке антимикробной активности кленов (*Acer*) в коллекции ЦСБС выявлены некоторые закономерности в проявлении антимикробного действия летучих соединений листьев в течение

вегетационного периода [15]. У трех видов антимикробная активность достигает максимальных значений по отношению ко всем тест-микроорганизмам в июле, у клена желтого (*A. ukurunduense* Trautv. et C.A. Mey.) – во второй половине августа. Наблюдалась специфичность действия летучих соединений кленов на тест-объекты: за период исследований большинство видов проявило активность к *E. coli*, наибольшая активность отмечена у клена приречного (*A. ginnala* Maxim.) и клена ясенелистного (*A. negundo* L.). Относительно невысокая фитонцидность выявлена у *A. ukurunduense* и *A. tataricum* L. Лидировал по эффективности антимикробного воздействия дальневосточный вид *A. ginnala*.

Из 14 изученных представителей рода *Spiraea* в коллекции ЦСБС большая часть обладает антимикробной активностью летучих соединений листьев в течение сезона по отношению к *E. coli*, *C. albicans*, слабой или умеренной – к *St. epidermidis*. Наиболее высокую активность наблюдали весной и летом у спиреи пепельной (*S. × cinerea* 'Grefsheim'), летом у *S. × cinerea* 'Grefsheim' спиреи городчатой (*S. crenata* L.), спиреи трехлопастной (*S. trilobata* L.) и спиреи японской (*S. japonica* 'Goldflaim'), осенью у *S. trilobata* и спиреи Дугласа (*S. douglasii* Hook.). Максимальный средний показатель антимикробной активности за вегетационный период зафиксирован у представителей сибирской флоры – спиреи березолистной (*S. betulifolia* Pall.), спиреи средней (*S. media* Franz Schmidt), *S. trilobata* и гибридной формы *S. × cinerea* 'Grefsheim'. С учетом устойчивости в местных условиях, декоративных качеств и полученных данных по антимикробной активности для озеленения в состав дополнительного ассортимента рекомендованы спирея уссурийская (*S. ussuriensis* Pojark), спирея белоцветковая (*S. albiflora* Mig.), спирея nipпонская (*S. nipponica* Maxim), спирея пепельная (*S. × cinerea* 'Grefsheim') [4].

Анализ сезонной антимикробной активности летучих соединений листьев миндаля низкого (*Amygdalus nana* L.) выявил наибольшую антимикробную активность вида к тест-микробам в июле, в период созревания плодов. Воздействие летучих соединений миндаля на *E. coli* в течение сезона возрастало от умеренного в середине сезона до максимального в начале сентября. Отмечено умеренное воздействие на *St. epidermidis* и *C. albicans* в середине лета и слабое – в начале и конце сезона [13].

У видов рода *Crataegus* наибольшая фитонцидность листьев отмечена в начале июня, во время полного обособления листьев, цветения, завязывания плодов, а также в июле, в период завершения роста. Максимальную активность проявили дальневосточные боярышники: боярышник перисто-надрезанный (*C. pinnatifida* Bunge), боярышник зеленомясый (*C. chlorosarca* Maxim.) и боярышник даурский (*C. dahurica* Koehne ex Schneid.). Снижение антимикробной активности наблюдалось в конце июля и в августе, во время одревеснения побегов. В условиях Новосибирска фитонцидные виды *C. dahurica*, *C. pinnatifida*, *C. chlorosarca* декоративны, зимостойки и более устойчивы к мучнисто-росяным грибам, чем местный вид боярышник кроваво-красный (*C. sanguinea* Pall.), что позволяет рекомендовать их для широкого использования в городском озеленении [10].

Представители семейства бобовые (Fabaceae): аморфа кустарниковая (*Amorpha fruticosa* L.), маакция амурская (*Maackia amurensis* Maxim. et Rupr.), робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.) – редкие в Сибири высокодекоративные растения с выраженными фитомелиоративными свойствами. В течение вегетационного периода наибольшую антимикробную активность проявляет дальневосточный экзот *M. amurensis*. В первой декаде июля, во время бутонизации, у вида была отмечена высокая активность к *St. epidermidis* и умеренная к *C. albicans*, в августе, в период созревания плодов, пик активности наблюдался по отношению к *C. albicans*. *A. fruticosa* характеризовался высокой активностью к *St. epidermidis* и умеренной к *C. albicans* в июле, в период роста побегов, бутонизации и цветения. У *R. pseudoacacia* наблюдалась умеренная активность к кишечной палочке (*E. coli*) в конце июля, во время созревания плодов [11, 12].

Виды из рода пятилистник (*Pentaphylloides*) разного географического происхождения различались антимикробным воздействием. Курильский чай кустарниковый (*P. fruticosa* (L.) O. Schwarz) и гибрид *P. × mandshurica* проявили умеренную активность, курильский чай даурский (*P. davurica* (Nestl.) Ikonn.) из Забайкалья – низкую, а у *P. davurica* из Приморья выраженная антимикробная активность отсутствовала. Наибольшая активность летучих соединений у растений *P. fruticosa* зафиксирована в июле, в период массового цветения, у *P. × mandshurica* она сохранилась и в августе.

Максимальная антимикробная активность отмечена у побегов с цветками гибрида *P. × mandshurica* и вида *P. fruticosa* в отношении к *E. coli* и *St. epidermidis* [8].

Представители семейств кипарисовые (Cupressaceae Rich. ex Bartl.) и сосновые (Pinaceae Lindl.) проявили наиболее сильное антимикробное воздействие на *E. coli* и *C. albicans*. Эффективными в отношении к *E. coli* оказались сибирские можжевельники – можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), и можжевельник даурский (*J. davurica* Pall.), а также ель сибирская Желтоватая (*Picea obovata* 'Lutescens') и североамериканский вид ель колючая Сизая (*P. pungens* 'Glaucous'). Пик активности к этому микроорганизму зафиксирован в июле – августе, максимальный средний балл за сезон получили *J. communis* и *P. pungens* 'Glaucous'. На *St. epidermidis* действовали летучие соединения хвои сизой формы ели колючей (*P. pungens* 'Glaucous'), на *C. albicans* – *J. communis*, *J. davurica*, *P. obovata* 'Lutescens' и туи западной (*Thuja occidentalis* L.).

Сравнительная оценка представителей разных родов показала, что высокую антимикробную активность в течение сезона проявили виды рода *Populus* (77% исследованных видов), причем у 100% видов зафиксирована фунгицидная активность, у 69% видов – активность по отношению к кишечной палочке и у 54% – к стафилококку. Второе и третье место по степени антимикробной активности из изученных нами родов принадлежат видам рода *Pentaphylloides* и *Juniperus* L. (67% видов), а также *Acer* и *Picea* A. Dietr. (47% видов). Наиболее высока активность этих видов по отношению к кишечной палочке и грибам рода *Candida*.

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о заметном варьировании степени фитонцидного воздействия декоративных древесных растений, применяемых в озеленении городов, на окружающую среду в зависимости от фазы сезонного развития, видовой специфичности антимикробного действия по отношению к разным тест-микроорганизмам, географического происхождения образцов. Результаты проведенной оценки могут быть использованы для решения практических задач по целенаправленному подбору видового состава деревьев и кустарников для создания ландшафтных объектов и композиций с выраженным saniрующим эффектом.

Литература

1. Бакулин В.Т., Чиндяева Л.Н., Цыбуля Н.В. Антимикробная активность листьев тополей и ив (Salicaceae) в Сибири // Проблемы региональной экологии. № 6. 2010. С. 60–64.
2. Делова Г.В. Фитонцидная характеристика некоторых видов тополя // Микроорганизмы и зеленое растение. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1967. С. 98–113.
3. Делова Г.В. Фитонцидные свойства некоторых древесных и кустарниковых пород // Фитонциды, их биологическая роль и значение для медицины и народного хозяйства. Киев: Наукова думка, 1967. С. 115–119.
4. Киселева Т.И., Чиндяева Л.Н., Цыбуля Н.В. Биологические особенности и антимикробные свойства видов рода *Spiraea* L. в Новосибирске // Вестн. ИРГСХА. 2011. Вып. 44, ч. 1. С. 65–72.
5. Коропачинский И.Ю. О задачах российской дендрологии в XXI веке // Сиб. эколог. журн. 2005. Т. XII. № 4. С. 541–560.
6. Пряжников А.Н. Сезонное изменение фитонцидности у древесно-кустарниковых растений кедровников Прителецкого района Горного Алтая // Фитонциды, их биологическая роль и значение для медицины и народного хозяйства. Киев: Наукова думка, 1967. С. 54–56.
7. Узденников Б.Н. Фитонцидные свойства некоторых растений Тюменской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1972. 23 с.
8. Храмова Е.П., Цыбуля Н.В., Чиндяева Л.Н. Антимикробная активность летучих соединений и содержание фенольных компонентов у некоторых видов рода *Pentaphylloides* (Rosaceae) // Растит. ресурсы. 2013. Т. 49. Вып. 4. С. 598–612.
9. Цыбуля Н.В. Методика определения фитонцидной активности интактных растений // Растит. ресурсы. 2001. № 2. С. 106–115.
10. Чиндяева Л.Н., Киселева Т.И., Цыбуля Н.В. Антимикробная активность летучих соединений листьев боярышников (Rosaceae) на юге Западной Сибири // Проблемы регион. экологии. 2014. № 3. С. 126–130.

11. Чиндяева Л.Н., Киселева Т.И., Цыбуля Н.В. Некоторые биологические особенности *Maackia amurensis* при интродукции в лесостепном Приобье // Проблемы регион. экологии. 2012. № 3. С. 107–112.

12. Чиндяева Л.Н., Киселева Т.И., Цыбуля Н.В. Опыт интродукции древесных растений семейства *Fabaceae* Lindl. в условиях сибирского города // Материалы I Междунар. науч. конф. «Нетрадиционные, новые и забытые виды растений: научные и практические аспекты культивирования» (10–12 сентября 2013 г.). Киев: Книгоноша, 2013. С. 157–161.

13. Чиндяева Л.Н., Киселева Т.И., Цыбуля Н.В. Оценка антимикробной активности листьев *Amygdalus nana* L. в условиях интродукции на юге Западной Сибири // Сб. науч. тр. Всерос. конф. с междунар. участием «От растения к препарату: традиции и современность». М.: ГНУ ВИЛАР, 2014. С. 304–306.

14. Чиндяева Л.Н., Цыбуля Н.В., Якимова Ю.Л. Антимикробные свойства некоторых видов хвойных растений в Сибири // Проблемы регион. экологии. 2009. № 5. С. 188–192.

15. Чиндяева Л.Н., Цыбуля Н.В., Якимова Ю.Л. Сезонная динамика антимикробной активности видов семейства кленовые (*Aceraceae* Juss.) // Вестн. НГУ. Сер. Биология, клиническая медицина. 2011. Т. 9. Вып. 3. С. 55–59.

16. Чиндяева Л.Н., Цыбуля Н.В., Якимова Ю.Л. Средаоулучшающие свойства листопадных древесных растений в условиях урбанизированных территорий Сибири // Экология урбанизированных территорий. 2010. № 1. С. 24–28.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА ГИНГКО ДВУЛОПАСТНОГО (*GINKGO BILOBA*)

Чукуриди С.С., Филипчук О.Д.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет»
(КубГАУ), Краснодар, Россия
e-mail: tchukuridi@mail.ru, o.d.fil@yandex.ru

THE BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND MEDICAL PROPERTIES OF GINKGO BILOBA (*GINKGO BILOBA*)

Chukuridi S.S., Filipchuk O.D.

Изложены биологические особенности гингко двулопастного (*Ginkgo biloba* L.) в условиях юга России. Описаны биологически активные вещества и фармакологические свойства лекарственного сырья, показания и противопоказания к применению препаратов из растения.

Ключевые слова: гингко двулопастный, *Ginkgo biloba* L., листья, плоды, биологическая активность, заболевания, применение, противопоказания.

Гингко двулопастный (*Ginkgo biloba* L.) – листопадное дерево высотой до 40 м (в Европе – до 20 м), живет до 2000 лет. Вид относится к примитивным голосеменным двудомным растениям, пик развития которых приходился на юрский и ранний меловой периоды. В начале позднего мелового периода большинство из них вытеснили покрытосеменные растения. Мужские деревья стройные, имеют пирамидальную крону и продуцируют пыльцу, женские – более приземистые, с шарообразной кроной, продуцируют семенные зачатки. Первое цветение гингко отмечалось в возрасте 25–30 лет. Мужские цветки гроздевидной формы, желто-зеленые, с многочисленными тычинками, женские – на длинных ножках, разветвленных на конце на две веточки, каждая из которых заканчивается семенным зачатком. Плоды сливообразные, желтоватые, длиной 1,5–2,5 см, состоящие из большого двугранного ядра (ореха), покрытого мякотью. Гингко размножается не только семенами, но и вегетативно.

В природе гинкго встречается в Восточном Китае в провинции Чжен-Цзян, в горах Дянь-Му-Шань, вдоль границы между провинциями Чжен-Цзян и Аньхао, где образует леса вместе с хвойными и широколиственными породами [4].

В России, как и во многих странах мира, гинкго культивируют как лекарственное и декоративное растение. С лечебными целями используют листья (*Folium Ginkgo bilobae*) и плоды (*Fructus Ginkgo bilobae*). Листья гинкго являются официальным сырьем в некоторых странах Европы, плоды – в Китае, Корее и Японии [2]. Для производства лекарственных средств листья гинкго заготавливают на плантациях в Южной Корее, Японии и Франции.

Растения этого вида хорошо переносят холод, устойчивы к насекомым-паразитам, фитопатогенным грибам и вирусам, выживают в загрязненной атмосфере больших городов, однако даже на юге России плодоносят не каждый год. На Кубани при суровых зимах (температура -18°C и ниже, ветер, отсутствие снежного покрова) растения подмерзают, особенно кончики веток. В таких условиях деревья не плодоносят, но заготавливать лекарственное сырье из них можно.

Листья собирают в течение всего вегетационного периода и осенью, плоды собирают после первых морозов. Ядро отделяют от мясистой оболочки, промывают и сушат при комнатной температуре. Плод имеет неприятный запах, обусловленный содержанием масляной кислоты. Вымачивание в растворе соли устраняет запах и делает его съедобным.

Из листьев, семян и древесины гинкго выделены вещества разных химических групп с широким спектром фармакологической и терапевтической активности. Так, одно из этих соединений является активным ингибитором тромбоцитарного фактора, который играет важную роль в механизмах агрегации тромбоцитов, воспаления, аллергии и шока [6]. Лекарственное сырье гинкго имеет сложный химический состав, включает более 40 ингредиентов, основными из которых являются флавоноидные гликозиды (24%), терпеновые соединения (6%), а также гинкголиды А, В, С, J и билобалиды; именно с этими соединениями связывают специфическую фармакологическую активность сырья. Кроме того, оно содержит проантоцианидины и органические кислоты, которые способствуют растворимости и биодоступности, а также флавоноиды (кверцетин, кемпферол, гингетин, билобетин, изогингетин и изорамнетин), которые являются мощными антиоксидантами.

Наибольшее количество флавоноловых гликозидов гинкго накапливает в мае, высокое содержание бифлавоноидов отмечается в листьях, собранных в октябре – ноябре, когда они начинают желтеть.

В основе фармакологического действия экстракта листьев гинкго лежит его способность угнетать процессы свободно-радикального окисления. Он оказывает на человеческий организм комплексное воздействие [5]:

- нормализует метаболические процессы, в том числе метаболизм нейрона (прием и передача нервного импульса);
- снижает уровень холестерина в крови;
- улучшает кровообращение при функциональном расстройстве кровеносных сосудов мозга, увеличивает мозговой кровоток в артериальном, капиллярном и венозном русле;
- снижает тенденцию компонентов крови склеиваться друг с другом и, следовательно, уменьшает тенденцию к опасному образованию сгустков или тромбов в венах и артериях;
- повышает эластичность и прочность стенок кровеносных сосудов, стенок капилляров, предотвращая их хрупкость;
- оказывает антигипоксическое действие на ткани, увеличивает потребление кислорода и глюкозы мозгом;
- оказывает выраженное противоотечное действие на ткани головного мозга, а также периферические ткани;
- обладает сосудорасширяющим действием;
- нормализует давление;
- препятствует перекисному окислению липидов, связывает свободные радикалы.

Кроме того, настоянные на растительном масле в течение 100 дней экстракты из мякоти и кожуры плодов гинкго проявляют антибактериальную активность. Термически необработанная мя-

коть плодов задерживает рост золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*), стрептококков, в том числе пневмококка (*Streptococcus pneumoniae*), кишечной палочки (*Escherichia coli*), сальмонелл брюшного тифа (*Salmonella typhi*) и шигелл дизентерии (*Shigella dysenteriae*), туберкулезной палочки (*Mycobacterium tuberculosis*). Мякоть обладает более сильными антибиотическими свойствами, чем кожура плодов, сильнее всего ее противотуберкулезная активность [2].

Препараты из гинкго билоба рекомендуются для [3]:

- улучшения памяти и концентрации внимания;
- замедления старения мозга и профилактики старческого слабоумия;
- стимуляции мышления и умственной деятельности;
- устранения головных болей и головокружения, а также провалов в памяти;
- увеличения работоспособности и быстроты человеческой реакции;
- повышения выносливости, устойчивости к нервным напряжениям (стрессам) и перегрузкам;
- прилива сил, повышения настроения;
- в комплексной терапии синдрома хронической усталости;
- улучшения слуха и зрения (особенно в комплексе со специальными упражнениями на развитие сенсорной чувствительности);
- защиты от повреждений сетчатки глаза;
- улучшения кровообращения;
- поддержания прочности и эластичности кровеносных сосудов;
- ускорения реабилитации после недугов;
- блокировки приступов астмы;
- уменьшения риска инфарктов и инсультов;
- снижения потребления инсулина (при диабетической ангиопатии);
- улучшения работы пищеварительного тракта;
- защиты хромосом от повреждений после облучения;
- лечения метастазирующих опухолей;
- снятия обострений при хроническом геморрое;
- положительного влияния на половые функции;
- в качестве косметического средства (в составе антивозрастной косметики).

Показания к применению препаратов из гинкго билоба [7]:

- сердечно-сосудистые заболевания;
- церебрально-сосудистая недостаточность;
- рассеянный склероз;
- начальная стадия болезни Альцгеймера;
- гипертония и атеросклероз;
- инфаркт и инсульт;
- возрастные нарушения умственных способностей;
- плохое кровоснабжение конечностей (зябкость пальцев рук и ног);
- варикозное расширение вен;
- тромбоз;
- хронический бронхит и бронхиальная астма;
- бессонница;
- сосудистые заболевания уха, снижение слуха;
- головокружение;
- мигрень;
- геморрой;
- импотенция;
- сахарный диабет;
- аллергия.

У препаратов из листьев гинкго имеются следующие противопоказания к применению [1]:

- индивидуальная непереносимость (в том числе гиперчувствительность в анамнезе);
- острая фаза нарушений мозгового кровообращения;
- острый инфаркт миокарда;
- артериальная гипотензия (снижение артериального давления);
- пониженная свертываемость крови (гипокоагуляция), кровотечения, геморрагические диатезы;
- подготовка к хирургическим операциям;
- язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки в стадии обострения, эрозивный гастрит;
- беременность и период грудного вскармливания;
- возраст до 12 лет.

В ботаническом саду КубГАУ им. И. С. Косенко первые растения гинкго были выращены из семян и высажены в 60-х гг. XX в. В настоящее время заложены новые аллеи декоративных форм растений: гинкго плакучий (*Ginkgo biloba* f. *pendula* Carr.) и золотистый (*Ginkgo biloba* f. *aurea* (Nels.) Beissn.) со светло-золотистыми листьями. Это очень ценное растение, и гинкго из ботанического сада КубГАУ им. И. С. Косенко можно использовать в лекарственных целях.

Литература

1. Гинкго билоба *Ginkgo biloba* [Электронный ресурс] // Активное действующее вещество. URL: http://amt.allergist.ru/ginkgobiloba_1.html (дата обращения 15.05.2015).
2. Гинкго билоба (*Ginkgo biloba* L.) (Аналитический обзор) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.npkfarm.ru/dlya-spetsialistov/ginkgo-biloba-ginkgo-biloba-l-analiticheskiy-obzor.html> (дата обращения 15.05.2015).
3. Малахов Г.П. Гинкго билоба – древо жизни [Электронный ресурс]. URL: <http://studentdoctor-professor.com.ua/ru/node/1047> (дата обращения 15.05.2015).
4. Жизнь растений. В 6-ти т. М.: Просвещение, 1978. Т. 4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения / Под ред. И.В. Грушвицкого и С.Г. Жилина. С. 309–315.
5. Корсун В.Ф., Корсун Е.В. Фитотерапия: традиции российского травничества. М.: Эксмо, 2010. С. 245–249; 790–792.
6. Лебеда А.Ф., Джуренко Н.И., Исайкина А.П., Собко В.Г. Лекарственные растения. Самая полная энциклопедия. М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2006. С. 182–183.
7. Гинкго двулопастный, *Ginkgo biloba* [Электронный ресурс] // Лекарственные растения, применяемые в научной медицине. URL: http://samsebelekar.ru/index/ginkgo_biloba/0-636 (дата обращения 15.05.2015).

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

А		И	
Абдуллаева Д.А.	163	Иващенко И.В.	187
Амброс Е.В.	53	Иосебидзе Т.И.	102, 151, 212
Андреева А.А.	179	К	
Андышева Е.В.	56	Калиниченко Л.В.	145
Б		Касумов Х.М.	79
Багаутдинова Р.И.	63	Кириченко К.А.	70, 73
Балко А.Б.	187	Кирюшкина С.М.	209
Баяндина И.И.	19, 67, 137, 201	Киселева О.А.	199
Белоброва Д.В.	156	Киселева Т.И.	214
Белобров В.П.	156	Ковтонюк Н.К.	21
Белоусова Н.И.	59	Козловская Л.Н.	159
Бусыгина Т.В.	37	Копач О.В.	85
В		Кораблева О.А.	172
Васфилова Е.С.	63	Корулькин Д.Ю.	88, 100, 107, 129
Вергун Е.Н.	153	Костикова В.А.	91
Войников В.К.	14, 70, 73	Костиков Д.К.	91
Воробьева Т.А.	110, 181	Костина О.В.	25
Воронкова М.С.	209	Котюк Л.А.	153
Вышегуров С.Х.	40	Коцупий О.В.	53, 93
Г		Крестов П.В.	56
Гаранович И.М.	140	Кузовкова А.А.	85
Гемеджиева Н.Г.	9	Кузьмин Э.В.	9
Граскова И.А.	14, 70, 73	Кукина Т.П.	96, 194
Грязнов А.П.	159	Кукушкина Т.А.	53, 110, 126, 131
Д		Курбатова Н.В.	88, 100
Дударева Л.В.	70, 73	Куридзе М.Г.	102, 151, 212
Дурнова Н.А.	120	Курочкина Н.Ю.	27
Дымина Е.В.	67	Л	
Е		Логинова А.В.	156
Егорова И.Н.	147	М	
Еремеева Е.Н.	145	Маланкина Е.Л.	145, 159
Ж		Маняхин А.Ю.	77, 184, 191
Живетьев М.А.	14, 70, 73	Маркова Ю.А.	14
З		Миронова Л.Н.	116, 169
Загурская Ю.В.	19, 67, 137, 147	Млечко Е.А.	161
Зайцева Ю.Г.	149	Молчан О.В.	104
Зараева Н.В.	120	Музычкина Р.А.	88, 100, 107, 129
Зорикова О.Г.	77, 184, 191	Муравник Л.Е.	25
		Мяделец М.А.	110

Н

Некратова А.Н.	30
Некратова Н.А.	59
Никитина Е.В.	163
Новикова Т.И.	53, 149

П

Папкина А.В.	14
Петрук А.А.	53, 91, 131
Полуконова Н.В.	179
Поспелова А.Д.	113
Поспелов С.В.	113
Пржевальский Н.М.	159
Путилина Т.Е.	14, 70, 73
Пушкина Н.В.	85
Пшеничкина Ю.А.	32
Пятина И.С.	33

Р

Раилко С.П.	77, 184, 191
Рахметов Д.Б.	153, 187
Реут А.А.	116
Романтеева Ю.В.	120
Рудиковская Е.Г.	70
Рупасова Ж.А.	140
Рыкова В.В.	37
Рымарь В.П.	63
Рябова И.С.	201

С

Салионова А.В.	191
Самойленко Н.А.	166
Самойленко Т.Г.	166
Саттаров Д.С.	40
Сафаров К.С.	163
Серебренников В.В.	156
Синицина О.И.	194
Сиромля Т.И.	122
Суздорф А.В.	137

Т

Ткачев А.В.	59
Тонконог М.Д.	203
Турская А.Л.	14

У

Убирия М.Н.	102, 151, 212
Узянбаева Л.Х.	169

Ф

Фатыхова С.А.	104
Филипчук О.Д.	203, 218
Фомина Т.И.	126
Фролова Т.С.	194

Х

Храмова Е.П.	56
-------------------	----

Ц

Цыбуля Н.В.	214
------------------	-----

Ч

Черткова М.А.	44
Чиндяева Л.Н.	214
Чукуриди С.С.	218

Ш

Шабуня П.С.	104
Шаркова Е.А.	179
Шевченко А.С.	129
Шишмарева Т.М.	46
Шишмарев В.М.	46
Шпитальная Т.В.	140
Шумихин С.А.	44
Шурупова М.Н.	59, 131

Щ

Щетинин П.П.	131
-------------------	-----

Ю

Юрин В.М.	104
----------------	-----

Я

Янченко И.А.	172
-------------------	-----

G

Graskova I.A.	13
--------------------	----

K

Kirichenko K.A.	13, 83
----------------------	--------

Z

Zhivetev M.A.	13
--------------------	----

**ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

Материалы II Международной научной конференции
(20–22 октября 2015 г., г. Новосибирск)

Редактор *В. И. Варламова*
Компьютерная верстка *Т. А. Измайлова*

Подписано в печать 14 октября 2015 г. Формат 60 x 84 ¹/₈.
Объем 16,5 уч.-изд. л., 28,0 усл. печ. л.
Тираж 100 экз. Заказ № 1432.

Отпечатано в Издательском центре «Золотой колос»
Новосибирского государственного аграрного университета
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru