

БОТАНИКА И ОХРАНА ПРИРОДЫ

ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ
PISUM ELATIUS VIEB. В КРЫМУ

Р.Р. ВОЛОШИН

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

В современных фитосозологических исследованиях раритетность определенных видов растений традиционно объясняют высоким антропогенным прессингом. При этом не принимаются во внимание такие показатели, как характер локалитетов, условия произрастания, конкурентоспособность вида, его уязвимость по отношению к различным факторам [1].

Горох высокий (*Pisum elatius* Vieb.) относится к редким видам крымской флоры. По биоморфологическим признакам представляет собой озимый однолетник, часто с лежащими побегами до 80-100 см длиной. Эфемер, ксеромезофит, гелиофит с средиземноморско-переднеазиатским типом ареала [2], причем на территории Крыма проходит его северная граница.

Таксон включен в Красную книгу Украины [7], где ему присвоена III категория редкости. В капитальной сводке «Биологическая флора Крыма» [1] проф. В. Н. Голубев, используя шкалу редкости МСОП, оценивает вид как очень редкий, с немногочисленными популяциями, разбросанными по большой территории. Однако в этих источниках определен лишь соизологический статус *P. elatius* в Крыму. Этого недостаточно для выяснения причин редкости таксона, в связи с чем предпринята попытка оценить эколого-фитоценотические особенности ценопопуляций *Pisum elatius* в экосистемах Крыма.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований служили шесть ценопопуляций гороха высокого в различных экологических условиях и разной степени антропогенной нарушенности местообитаниях Крыма. Обследование ценопопуляций проводилось традиционным для флористических исследований маршрутным методом. Фитоценотическое изучение выполнено в соответствии с «Методическими рекомендациями по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма» [3]. Установление экологического оптимума по показателям увлажнения и почвенного богатства проводилось с помощью градиентного анализа [4].

Результаты и обсуждение

По нашим сведениям, на август 2008 г. в Крыму известно о следующих ценопопуляциях *P. elatius* с таким флористическим составом:

1. Горный массив Карадаг, хребет Карагач, южный склон. *Pisum elatius*, *Elitrigia nodosa*, *Anisantha tectorum*, *Trifolium arvense*, *Silene conica*, *Botriochloa arvense*, *Convolvulus cantabrica*, *Poa bulbosa*, *Allium rotundum*, *Senecio vernalis*, *Ephedra distachia*, *Stipa pontica*, *Trifolium campestre*, *Hypericum perforatum*, *Lathyrus cicera*, *Isatis tinctoria*, *Kochia prostrata*, *Bromus squarrosus*, *Anisantha sterilis*, *Alcea taurica*, *Linaria pontica*, *Linaria simplex*, *Jasminum fruticans*, *Dactylis glomerata*, *Clestogenes serotina*, *Eringium campestre*, *Velezia rigida*.
2. г.Аю-Даг, южный склон, каменисто-щебнистая осыпь. *Pisum elatius*, *Quercus pubescens*, *Brassica taurica*, *Ruscus ponticus*, *Trifolium campestre*, *Colunea cilicica*, *Melandrium album*, *Anthriscus caucalis*, *Ehinops banaticus*, *Cistus tauricus*, *Euphorbia virgata*, *Avena persica*, *Trifolium parviflorum*, *Trifolium subterraneum*, *Sonchus palustris*, *Melilotus officinalis*, *Poa bulbosa*, *Hordeum bulbosum*, *Zerna sterilis*, *Dianthus lanceolatus*.
3. г.Аю-Даг, западный склон, габбро-диабазовая крупнообломочная осыпь. *Pisum elatius*, *Securigera varia*, *Rhus coriaria*, *Galium album*, *Scutellaria albida*, *Calamintha nepeta*, *Piptatherum holciforme*, *Allysum calycocarpum*, *Lathyrus septifolius*, *Oberna scerei*, *Vicia dasycarpa*, *Orlaja daucoides*, *Geranium purpureum*, *Anisantha tectorum*, *Anisantha madritensis*, *Avena persica*.
4. г.Аю-Даг, западный склон. *Pisum elatius*, *Psilurus incurvus*, *Cistus tauricus*, *Fibigia clypeata*, *Anisantha tectorum*, *Filago arvensis*, *Picris pauciflora*, *Trifolium hirtum*, *Rhagaliolus stellatus*, *Alyssum umbellatum*, *Orlaja daucoides*, *Dianthus marschalli*, *Scariosa viminea*, *Vicia sepium*,

Galium album, *Senesio vulgaris*, *Securigera securidaca*, *Cerastium tauricum*, *Sedum pallidum*, *Galium aparine*, *Cotinus coggygia*, *Eryngium campestre*, *Arenaria serpyrifolia*.

5. г. Южная Демерджи, окрестности скал Биас-Таш, северо-западнее Генеральского, Кamenистый склон. *Pisum elatius*, *Asphodeline lutea*, *Paeonia taurica*, *Galium mollugo*, *Galium aparine*, *Veronica taurica*, *Myrrhoides nodosus*, *Delphinium fissum*, *Hesperis steveniana*, *Fumaria schleicheri*, *Geranium rotundifolium*, *Euphorbia rigida*.

6. Пещерный город Эски-Кермен, остепненный склон. *Pisum elatius*, *Acachmena cuspidata*, *Fragaria viridis*, *Arabis turrita*, *Convolvulus cantabrica*, *Dactylis glomerata*, *Quercus petraea*, *Ornithogalum tauricum*, *Coronilla emeroides*, *Salvia tomentosa*, *Sideritis montana*, *Ornithogalum flavescens*, *Jasminum fruticans*, *Orschis mascula*, *Bromopsis riparia*, *Trifolium angustifolium*, *Bupleurum rotundifolium*, *Ligustrum vulgare*, *Centaurea salonitana*, *Bromus mollis*.

Резюмируя вышесказанное, можно заключить, что этот средиземноморский вид предпочитает сухие или умеренно влажные экотопы, представленные денудационными поверхностями. Может встречаться также в составе петрофитной степи. В антропогенных экотопах *P. elatius* не отмечен. Однако в большинстве случаев он приурочен к ландшафтам в границах исторически сложившихся местных центров земледелия.



Рис. 1. Картограмма распространения *Pisum elatius* в Крыму

Был проведен градиентный анализ сообществ с участием *P. elatius*, базирующийся на экологических шкалах Раменского [4]. Результаты данного исследования представлены на рис. 2 и 3. Так, *P. elatius* представлен в составе сообществ петрофитной степи, не испытывающей активных внешних влияний. Здесь плотность упаковки видов среди рассматриваемых фитоценозов достигает максимальных значений и имеет положительный эксцесс. Данный вид представлен также в составе фитоценозов, формирующихся на более неоднородных денудационных поверхностях, где часто происходит трансформация экотопа, появляются свободные экологические ниши. Соответственно данные фитоценозы имеют отрицательный эксцесс. Реакция видов на градиенте фактора в этом случае описывается двухвершинной или плосковершинной кривой.

Выводы

На территории Крымского полуострова *P. elatius* представлен немногочисленными популяциями, локализованными, в основном, в пределах горного Крыма. Большинство популяций гороха высокого находится в пределах объектов ПЗФ, где антропогенное влияние сведено до минимума. Результаты, представленные в виде кривых распределения, позволяют сделать вывод, что данный вид преобладает в фитоценозах, которые имеют отрицательный эксцесс. Это может свидетельствовать о его узкой фитоценотической локализации, слабой конкурентной мощности. Оценка стратегии жизненности *Pisum elatius* определяет его как фитоценотический пациент. Таким образом, оценка сопряженности вида с определенными факторами среды позволяет более эффективно планировать мероприятия по сохранению этого редкого для Крыма вида.

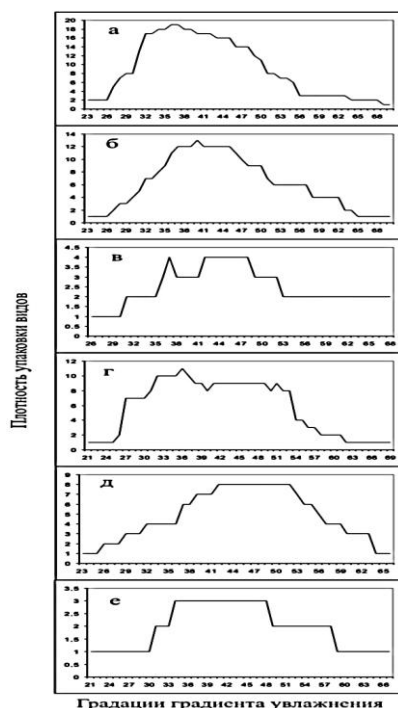


Рис.2. Плотность вероятности распределения видов по градациям на градиенте увлажнения

- а – хр.Карагач
- б – Эски-Кермен
- в – г. Южн. Демерджи
- г – г. Аю-Даг, западный склон
- д – г. Аю-Даг, западный склон, габбро-диабазовая крупнообломочная осыпь
- е – г. Аю-Даг, южный склон

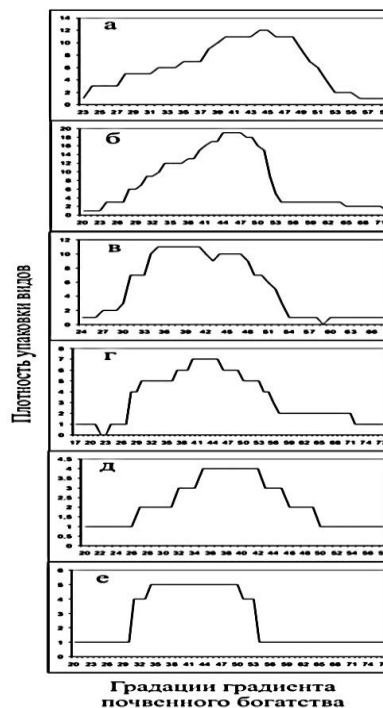


Рис.3. Плотность вероятности распределения видов по градациям на градиенте почвенного богатства

- а – Эски-Кермен
- б – г. Аю-Даг, западный склон
- в – хр. Карагач
- г – г. Аю-Даг, южный склон
- д – г.Южн. Демерджи
- е – г. Аю-Даг, западный склон, габбро-диабазовая крупнообломочная осыпь

Список литературы

1. Вопросы развития Крыма: Научно-практический дискуссионно-аналитический сборник. Вып. 13: Материалы к Красной книге Крыма. – Симферополь: Таврия-Плюс, 1999. – 164 с.
2. Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. – Ялта: НБС-ННЦ, 1996. – 126 с.
3. Голубев В.Н., Корженевский В.В. Методические рекомендации по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма. – Ялта, 1985. – 37 с.
4. Корженевский В.В. Об одном способе интерпретации экологических шкал // Экология. – 1990. – № 6. – С. 60-63.
5. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель // Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. – Л., 1971. – С. 165-225.
6. Флора европейской части СССР /Отв. ред. Ан. А. Федоров – Л.: Наука, 1987. – Т. 6. – 254 с.
7. Червона Книга України. Рослинний світ. – К.: УЕ, 1996. – 608 с.
8. Черепанов С. К. Высшие сосудистые растения СССР. – М.: Наука, 1989. – 410 с.

Рекомендовано к печати д.б.н. Масловым И.И.

ADiantum capillus-venereis L. И СОСТОЯНИЕ ЕГО ПОПУЛЯЦИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЯЛТИНСКОГО ГОРНО-ЛЕСНОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

А.Л. ЗАЙГРАЕВА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Изучение современного состояния редких и исчезающих видов флоры Украины и разработка научных основ их охраны является актуальной задачей экологических и ботанических исследований современности. Учитывая насыщенность реликтовыми, редкими и исчезающими видами территории Горного Крыма, актуальность проведения всесторонних фитогеографических, эколого-ценотических и популяционных исследований редких и исчезающих видов данного региона несомненна.

Необходимо отметить, что в Горном Крыму сложились благоприятные условия для произрастания различных видов птеридофлоры, в результате чего большая часть видов этой группы растений Украины встречается именно на данной территории.

Одним из таких видов папоротников, встречающихся на территории Украины только в Крыму, является *Adiantum capillus-veneris* L. – средиземноморский вид на северо-восточной границе ареала. Актуальность изучения его популяций повышается еще и высокой соэкологической ценностью данного вида, который отнесен к I категории редкости, что вызывает необходимость мониторинговых исследований состояния таксона [1].

Мониторинговые исследования немыслимы без точного указания координат популяций, что и было целью настоящей работы, проводимой в Горном Крыму впервые. Полученные материалы будут использованы при подготовке очередного издания Красной книги Украины.

Объекты и методы

Объектом исследования являются особи популяций представителя крымской птеридофлоры – *A. capillus-veneris*. При подготовке статьи использовались результаты ботанических исследований 2006-2008 гг., которые проводились традиционными маршрутными методами в соответствии с «Методическими рекомендациями по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма» [2], а также сопровождалась уточнением местоположений таксона и синтаксонов с применением GPS-технологии. В первую очередь обследовались экотопы, известные по гербарным сборам YALT.

Результаты и обсуждение

A. capillus-veneris – единственный представитель рода *Adiantum* в Европе. Это многолетнее растение высотой 20-30 см, с длинным ползучим корневищем и светло-зелеными тонкими, яйцевидными или яйцевидно-удлиненными, дважды-, триждыперистыми листьями. Спороношение происходит в июне-августе (споры 3-лучевые, тетраэдрические) [3]. Размножение происходит как спорами, так и вегетативно.

Благодаря декоративности листьев (из-за которой папоротник получил названия «волосы Венеры», «Венерин волос»), в средних широтах *A. capillus-veneris* часто выращивается в оранжереях, зимних садах и как комнатное растение. В природных условиях вид распространен преимущественно в странах Средиземноморья и Передней Азии, а также в Западной и Южной Европе. Что касается Крыма, то здесь рассматриваемый вид изредка встречается только на южном берегу, главным образом в центральной его части (Ялтинский амфитеатр).

История изучения вида в Крыму начинается с обнаружения его особей Компером в долине Ласпи в 1832 г. Во второй раз *A. capillus-veneris* был обнаружен в 1888 г. Каменским у основания водопада Учан-Су [4]. Позже особи вида собирались такими выдающимися учеными, как К.Гольде, Ваньков, Грабовский, Пулинг и др.

По данным гербария YALT и немногочисленным литературным сведениям, к настоящему времени основные местообитания вида были сосредоточены в следующих географических пунктах: трещины скал водопада Учан-Су, верхняя часть южного склона г.Мангуп, русло р.Яузлар и окрестности водопада Яузлар, а также на г.Кастель и мысе Мартыан. Анализ гербарного материала позволяет предположить, что популяция *A. capillus-*

veneris в арборетуме и буферной зоне заповедника «Мыс Мартыян» имеют, скорее всего, антропогенное происхождение [5].

Полевые исследования, проводимые на территории Ялтинского горно-лесного природного заповедника в период с 2006 по 2008 гг., подтвердили обильное произрастание *A. capillus-veneris* по руслу р. Яузлар и на вдп. Учан-Су. Здесь он произрастает, главным образом, по трещинам известняковых и туфовых скал, где более или менее обильно просачивается вода. Специальные поиски, предпринятые на территории г.Кастель (включая ее окрестности) и массиве Мангуп-Кале, не подтвердили наличие популяций этого таксона.

Следует отметить, что обнаруженные особи популяций *A. capillus-veneris* достаточно многочисленные (отмеченные на рис.). Они локализованы в трещинах и под скальными навесами водопада Учан-Су, а также по руслу реки ниже водопада (среднее значение географических координат 44°29,61' с.ш., 34°5,96' в.д). Особенно многочисленной оказалась популяция вида на участке протяженностью около 850 м вдоль по руслу р. Яузлар в диапазоне высот от 320 до 530 м над ур.моря (от 44°30,04' с.ш., 34° 6,35' в.д до 44°30,42' с.ш., 34° 6,04' в.д. (рис.1).



Рис.1 Местонахождение *A. capillus-veneris* на территории Ялтинского горно-лесного природного заповедника:

////// — местонахождение по руслу р. Яузлар; X — местонахождение у водопада Учан-Су.

Обнаруженные особи находятся в хорошем состоянии, практически все спорносятся. Разворачивание вай начинается с мая-месяца, отмирание листьев происходит в ноябре-месяце.

Описанные сообщества относятся к следующим высшим синтаксонам: *Adiantea* Br.-Bl. 47, *Adiantetalia*, Br.-Bl. 31, [6]. Для определения статуса и места крымских синтаксонов с участием *A. capillus-veneris* необходимо выполнение синтаксономической обработки и классификации в рамках платформы Ж. Браун-Бланке.

Выводы

Таким образом, популяции раритетного вида птеридофлоры Крыма *A. capillus-veneris* к настоящему времени сохраняются только лишь на территории Ялтинского горно-лесного природного заповедника. Большое количество особей вида локализовано по руслу р.Яузлар и в окрестностях водопада Учан-Су. Для всех найденных популяций зафиксированы точные координаты, которые позволяют контролировать не только положение границ, но и выявлять тенденции расширения или сужения ареалов. Приходится с сожалением констатировать факт отсутствия мангупской и кастельской популяций, что в свою очередь вызывает необходимость усиления более эффективной охраны вида в границах существующих популяций.

Список литературы

1. Червона книга України. Рослинний світ. – К.: Українська енциклопедія, 1996. – 608 с.
2. Голубев В.Н., Корженевский В.В. Методические рекомендации по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма. – Ялта, 1985. – 37 с.
3. Бобров А.Е. Споры папоротникообразных и пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. – Л.: Наука, 1983. – 208 с.
4. Вульф Е.В. Флора Крыма. Т. 1. Вып. 1. – 1927. – 54 с.
5. Сазонов А.В. Папоротникообразные флоры Крыма // Труды Никит. ботан. сада. – 1997. – Т. 117. – С. 44-52.
6. Дідух Я.П. Екофлора України. Том 1. – Київ: Фітосоціоцентр, 2000. – 248 с.
7. Продромус растительности Украины / Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дидух Я.П., Дубына Д.В. и др.; Отв. ред. Малиновский К.А., Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного АН УССР. – К.: Наук. думка, 1991. – 272 с.
8. Корженевский В.В., Багрикова Н.А., Рыфф Л.Э., Левон А.Ф. Продромус растительности Крыма (20 лет на платформе флористической классификации) // Бюллетень Главного ботанического сада. – М.: Наука, 2003. – Вып. 186. – С. 32-63.

Рекомендовано к печати д.б.н. Коба В.П.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЫЛЕНИЯ ОРХИДЕЙ В УРОЧИЩЕ АЯН

С.П.ИВАНОВ¹, доктор биологических наук; А.В.ФАТЕРЫГА¹; В.В.ТЯГНИРЯДНО²

¹Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь

²Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Орхидеи занимают особое место в растительном царстве. Семейство *Orchidaceae* второе по количеству видов среди всех высших растений. Несмотря на таксономическое богатство, орхидные относительно константны в своих жизненных формах, все они – наземные или эпифитные травянистые растения. Адаптивная радиация семейства орхидных шла по пути увеличения разнообразия способов привлечения опылителей [12]. Цветки многих орхидей не выделяют нектар и не имеют доступной для насекомых пыльцы. Привлекая опылителей обманным путем, такие орхидеи являются функциональными паразитами насекомых-опылителей [2]. Поэтому их численность не может быть велика, что, в сочетании со сложностью механизмов опыления, делает орхидеи крайне уязвимыми. Все виды орхидей Крыма занесены в Красную книгу Украины [9], и каждый из них заслуживает тщательного изучения. Особенно актуальны исследования, направленные на изучение экологии опыления орхидей, выявление факторов, влияющих на уровень опыления и численность опылителей. К сожалению, в Крыму таких исследований пока проведено немного [3-7,10].

Цель настоящей работы – изучение особенности экологии опыления орхидей, произрастающих в одном из урочищ Крыма, оценка уровня их опыления и значения отдельных факторов, влияющих на опыление.

Объекты и методы исследования

Урочище Аян расположено у северных отрогов нижнего плато горы Чатыр-Даг на высоте около 370 м над уровнем моря. Оно уникально тем, что на небольшой площади (8 га) здесь произрастает 20 видов орхидей (более трети всех орхидей Крыма). Для исследования нами было отобрано 11 видов: *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *Himantoglossum caprinum* (Bieb.) C. Koch, *Ophrys oestrifera* Bieb., *Orchis laxiflora* Lam., *Orchis picta* Loisel., *Orchis purpurea* Huds., *Orchis simia* Lam., *Orchis tridentata* Scop., *Steniella satyrioides* (Stev.) Schlechter. и *Platanthera chlorantha* (Cust.) Riechenb. Все эти виды орхидей, за исключением *P. chlorantha*, безнектарны и привлекают опылителей обманным путем. Цветки *P. chlorantha* выделяют нектар и опыляются бабочками.

Исследования в урочище Аян проводились с 2003 по 2007 год. Для иллюстрации выявленных закономерностей в работе приводятся данные наблюдений, полученные в 2005 году, как наиболее полные и репрезентативные. Изучение эффективности опыления орхидей проводилось на основе сравнения ряда показателей, дающих представление о характере взаимоотношений насекомых-опылителей и орхидей каждого из видов. Нами учитывались следующие показатели. Процент опыления (ПО) – отношение количества цветков с массулами на рыльце к общему количеству цветков. Доля цветков, посещенных опылителем впервые (ДВП) – отношение количества цветков с вынесенными поллиниями, но без массул на рыльце к общему количеству цветков. Интенсивность посещения цветков (ИП) – сумма ПО и ДВП. Коэффициент повторности посещения (ПП) – отношение ПО и ДВП. Подробное описание данной методики приведено в литературе [3].

На участках произрастания исследуемых видов орхидей в период их цветения проводился учет количества видов всех одновременно цветущих с ними энтомофильных растений и подсчет количества их соцветий и цветков на специально выделенных учетных площадках (1×50 м). В период цветения орхидей также проводился периодический учет плотности пчел-опылителей стандартными методами.

Результаты и обсуждение

Показатели эффективности опыления изученных видов орхидей, произрастающих в урочище Аян, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели эффективности опыления орхидей в урочище Аян

Вид орхидей	Объем выборки		Показатели эффективности			
	кол-во соцветий	кол-во цветков	ДВП, %	ПП	ИП, %	ПО, %
<i>Orchis picta</i>	34	470	17,2	3,6	79,2	62,0
<i>Orchis tridentata</i>	19	340	25,9	1,9	74,7	48,8
<i>Orchis laxiflora</i>	14	300	21,6	2,2	69,0	47,4
<i>Orchis purpurea</i>	10	584	37,9	1,2	81,4	43,5
<i>Orchis simia</i>	10	207	47,8	0,7	83,1	35,3
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	10	496	19,1	1,9	54,4	35,3
<i>Steveniella satyrioides</i>	12	123	43,7	0,8	78,9	35,0
<i>Platanthera chlorantha</i>	27	452	39,8	0,7	68,7	28,9
<i>Ophrys oestriifera</i>	38	161	16,3	1,5	41,1	24,8
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	11	473	21,5	0,8	38,2	16,7
<i>Himantoglossum caprinum</i>	12	149	4,7	0,3	6,1	1,4

Наибольший уровень опыления зарегистрирован у *O. picta* – 62%. Цветки *O. picta* привлекают опылителей не только яркостью соцветий, но и сходством с цветками *Lamium purpureum* L., служащего кормовым растением для целого ряда видов диких пчел [3]. Наличие модельного растения значительно повышает повторность посещения цветков *O. picta* (до 3,6), что и обеспечивает высокий уровень их опыления. Орхидеи *O. tridentata*, *O. laxiflora*, *O. purpurea*, *O. simia* и *D. incarnata* имеют меньший, но также достаточно высокий для безнектарных видов орхидей процент опыления цветков (35-49%). Все они не имеют модельных растений и привлекают опылителей только за счет яркости соцветий. Тем не менее, *O. tridentata*, *O. laxiflora* и *D. incarnata* имеют относительно высокие показатели повторности посещения цветков (1,9-2,2), а *O. purpurea* и *O. simia* достигают высокого уровня опыления за счет большей плотности опылителей на участках произрастания. Об этом свидетельствует более высокий процент впервые посещенных цветков у этих видов, что в свою очередь достигается за счет максимально высокой доли соцветий этих видов на участках произрастания (табл. 2). Относительно высокий уровень опыления (35%) зарегистрирован у *S. satyrioides*. Эта безнектарная орхидея опыляется матками общественных ос [10], которые привлекаются своеобразной окраской цветков, выдержанной в красно-коричневатых тонах и источающих запах свежего мяса.

Средний уровень опыления (24,8%) зарегистрирован у *O. oestrifera*. Цветки *O. oestrifera* имитируют самок пчел-эвцер и опыляются самцами пчел этого рода [1, 8]. Этот способ привлечения опылителей обеспечивает довольно высокую повторность посещения (1,5) и достижению более высокого уровня опыления мешает только низкая плотность опылителей (ДВП – 16,3%). Относительно невысокий процент опыления цветков (16,7%) зарегистрирован у *A. pyramidalis*. Эта безнектарная орхидея опыляется в основном бабочками-пестрянками и характеризуется своеобразным способом привлечения опылителей, в котором сочетаются яркость соцветий, сходство с кормовыми растениями (*Dianthus capitatus* Balb. ex DC. и *Polygala anatolica* Boiss. ex Heldr.). В этом случае причина недоопыления – низкая численностью опылителей в сочетании с низкой повторностью посещения цветков.

Таблица 2

Доля соцветий орхидей от общего числа соцветий энтомофильных растений в урочище Аян

Вид орхидей	Доля соцветий, %			
	с учетом других видов орхидей		без учета других видов орхидей	
	на уровне особей	на уровне видов	на уровне особей	на уровне видов
<i>Orchis simia</i>	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Orchis purpurea</i>	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Steveniella satyrioides</i>	28,5	33,3	30,6	50,0
<i>Orchis tridentata</i>	21,0	16,7	24,7	20,0
<i>Orchis picta</i>	15,2	16,7	19,3	20,0
<i>Ophrys oestrifera</i>	5,2	16,7	8,3	20,0
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	6,7	33,3	7,5	50,0
<i>Orchis laxiflora</i>	4,2	33,3	4,8	50,0
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	1,7	8,3	1,7	8,3
<i>Platanthera chlorantha</i>	1,4	6,7	1,5	6,3
<i>Himantoglossum caprinum</i>	0,3	6,7	0,3	6,3

Более высокий процент опыления (28,9%) отмечен у орхидеи *P. chlorantha* – единственного из изученных видов, вознаграждающего опылителей нектаром. Эта орхидея опыляется исключительно ночными бабочками, которые компенсируют относительно низкую повторность посещения цветков большей численностью и активностью [11].

Самый низкий уровень опыления отмечен у *H. caprinum*. Всего 6,1% цветков этой орхидеи были посещены опылителями и только 1,4% из них были опылены. Низкая привлекательность и повторность посещения цветков *H. caprinum*, зарегистрированная в урочище Аян и в другие сезоны наблюдений, связана с отсутствием в урочище в эти сезоны особых условий для ее опыления. Стратегию опыления *H. caprinum* можно определить как стратегию использования определенных видов пчел в период дефицита кормовых ресурсов (неопубликованные данные авторов, полученные в одном из мест произрастания этого вида вне урочища Аян). Благоприятные для реализации такой стратегии условия возникают на участках перевыпаса или в особо засушливые годы. Таких благоприятных для опыления *H. caprinum* условий в урочище Аян не наблюдалось, что и нашло отражение в низком уровне этого вида.

По фенологии цветения орхидеи урочища Аян можно разделить на две группы: виды, массовое цветение которых наблюдается в течение мая, и виды, период цветения которых приходится в основном на июнь (рис. 1).

Интересно отметить, что цветение первой группы орхидей происходит при относительно низкой плотности опылителей и цветущих одновременно с ними энтомофильных растений, а начало цветения второй группы совпадает с резким увеличением в урочище как плотности пчел, так и плотности цветущих растений (рис. 2; табл. 2). Группа орхидей ранних сроков цветения включает виды, привлекающие опылителей исключительно за счет имитации источников пищи (стратегия обмана «неопытных» опылителей), которая как раз наиболее эффективна в период появления в природе молодых особей насекомых, выходящих из зимней диапаузы.

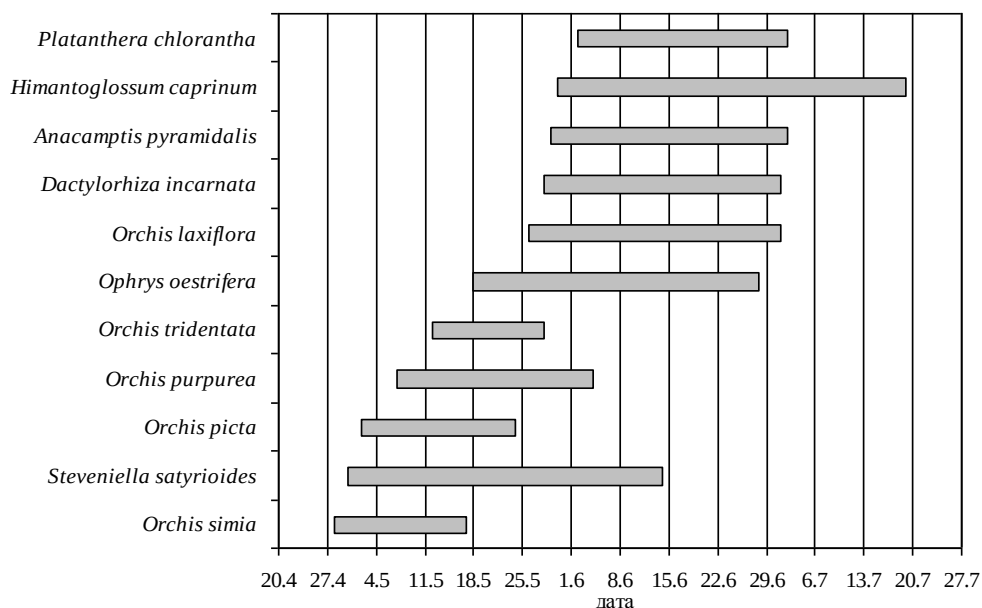


Рис. 1. Фенология цветения орхидей в урочище Аян

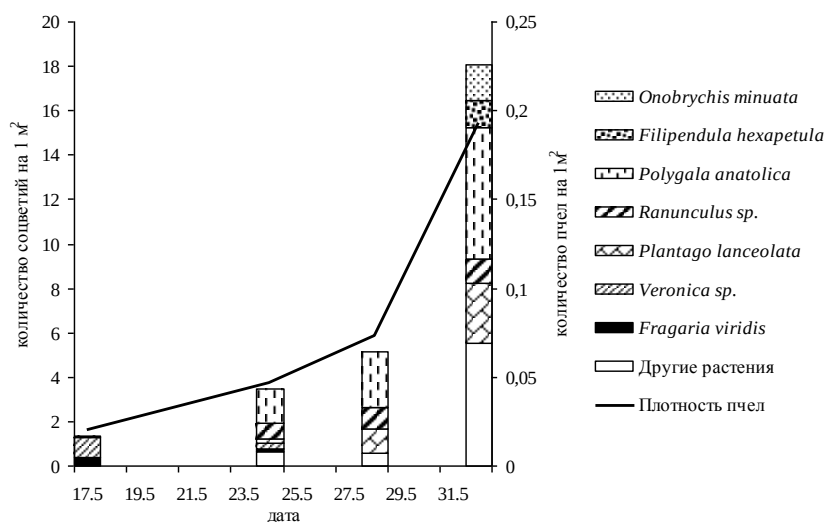


Рис. 2. Динамика плотности пчел-опылителей и их кормовых растений в урочище Аян в последней декаде мая

Во второй группе орхидей, зацветающих позже, только *O. laxiflora* и *D. incarnata* придерживаются такой же стратегии. Но эти виды произрастают на сильно увлажненных участках в русле ручья, где все растения развиваются позже, и пик цветения ассоциации и плотности опылителей приходится не на июнь, а на июль. Все остальные виды орхидей второй группы, цветущие в период лета «опытных» опылителей, уже выработавших к этому времени стойкий инстинкт узнавания кормовых объектов, обеспечивают привлечение опылителей более изощренными способами или предоставляют опылителям вознаграждение в виде нектара.

Выводы

1. Разные виды орхидей, произрастающие в Аянском урочище Крыма, цветут в разные сроки, используют разные стратегии опыления и достигают разных результатов опыления. Стратегия привлечения «неопытных» опылителей за счет яркости соцветий используется *O. tridentata* (уровень опыления 49%), *O. laxiflora* (47%), *O. purpurea* (43%), *O. simia* (35%), *D. incarnata* (35%). Совмещение стратегий привлечения «неопытных» опылителей яркостью соцветий и имитации модельного вида свойственна *O. picta* (62% опыления) и *A. pyramidalis* (17%). Имитация кормового объекта животного происхождения используется *S. satyrioides* (35%), имитация полового партнера – *O. oestrifera* (25%), использование определенных видов

пчел в период дефицита кормовых ресурсов – *H. caprinum* (1,4%), вознаграждение нектаром – *P. chlorantha* (29%).

2. Эффективность той или иной системы опыления зависит от целого ряда условий ее реализации в конкретных местах произрастания орхидей. Наибольшее значение имеют: состав и численность насекомых-опылителей, доля цветущих растений орхидей и характер их пространственного размещения относительно друг друга и кормовых растений насекомых-опылителей, сроки и продолжительность цветения данного вида орхидей.

3. Период цветения исследованных видов орхидей в урочище Аян продолжается с последней декады апреля до середины июля. Сроки цветения отдельных видов связаны с составом, плотностью и динамикой численности опылителей, а также механизмами их привлечения. Виды, привлекающие опылителей за счет яркости соцветий (*O. simia*, *O. picta*, *O. purpurea*, *O. tridentata*, *O. laxiflora*, *D. incarnata*), зацветают в период низкой численности пчел, медленно возрастающей за счет постоянного появления молодых «неопытных» опылителей, которые и вносят наибольший вклад в опыление цветков орхидей этих видов.

4. Виды, цветущие в более поздние сроки в период массового цветения энтомофильных растений и лёта более «опытных» опылителей (*O. oestrifera*, *A. pyramidalis*, *H. caprinum*, *P. chlorantha*), выдерживают конкуренцию за опылителей за счет использования других специфичных механизмов обмана опылителей или вознаграждения их нектаром. Своеобразие периода цветения *S. satyrioides* полностью определяется сроками и характером лёта ее специализированных опылителей.

Список литературы

1. Алексеев А. А., Иванов С. П., Холодов В. В. Участие пчел в опылении орхидеи *Ophrys oestrifera* в Крыму // Актуальные вопросы экологии и охраны природных экосистем (Сборник материалов межреспубликанской научно-практической конференции). – Краснодар, 1993. – Часть 1. – С. 89-91.
2. Иванов С. П. Феномен паразитизма // Природничий альманах. Біологічні науки (Збірник наукових праць). – Херсон: Персей, 2002. – Вип. 2 (3). – С. 67-72.
3. Иванов С. П., Холодов В. В. Анализ характера опыления безнектарных орхидей (Orchidaceae) в зависимости от их пространственного размещения // Вопросы развития Крыма (Научно-практический дискуссионно-аналитический сборник). – Симферополь, 2004. – Вып. 15: Проблемы инвентаризации крымской биоты. – С. 57-65.
4. Лагутова О. Н., Назаров В. В. Экология опыления *Dactylorhiza romana* Soó (Orchidaceae) // Український ботанічний журнал. – 1993. – Т. 50. – № 1. – С. 107-110.
5. Назаров В. В. Репродуктивная биология орхидных Крыма: Автореферат дис. ... канд. биол. наук / Ботанический институт имени В. Л. Комарова РАН. – Санкт-Петербург, 1995. – 26 с.
6. Назаров В. В., Ефетов К. А. Участие пестрянок (Lepidoptera, Zygaenidae) Крыма в опылении орхидеи *Anacamptis pyramidalis* (Orchidaceae) // Зоологический журнал. – 1993. – Т. 72. – № 10. – С. 54-67.
7. Назаров В. В., Иванов С. П. Участие пчел рода *Chelostoma* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae) в опылении мимикрирующих видов *Cephalanthera rubra* (Z.) Rich. и *Campanula taurica* Juz. в Крыму // Энтомологическое обозрение. – 1990. – Т. 69. – № 3. – С. 534-537.
8. Холодов В. В. Оценка эффективности самцов пчел *Eucera* (Apoidea: Anthophoridae) как опылителей орхидеи *Ophrys oestrifera* // VI з'їзд Українського ентомологічного товариства: Тези доповідей. Біла Церква, 8–11 вересня 2003 р. – Ніжин, 2003. – С. 135-136.
9. Червона книга України. Рослинний світ. – Київ: Українська енциклопедія, 1996. – 608 с.
10. Nazarov V. V. Pollination of *Stenandria satyrioides* (Orchidaceae) by wasps (Hymenoptera, Vespidae) in the Crimea // Lindleyana. – 1995. – Vol. 10. – N 2. – P. 109-114.
11. Nilsson L. A. Process of isolation and introgressive interplay between *Platanthera bifolia* (L.) Rich. and *Platanthera chlorantha* (Custer) Riechb. (Orchidaceae) // Botanical Journal of the Linnean Society. – 1983. – Vol. 87. – P. 325-350.
12. Pijl, van der L., Dodson C. H. Orchid Flowers: their Pollination and Evolution. – Coral Gables (Florida): University of Miami Press, 1966. – 214 p.

Рекомендовано к печати д.б.н., проф. Корженевским В.В.

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОЗРАСТНУЮ СТРУКТУРУ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ВЫСОКОГО В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

В.В.ТЯГНИРЯДНО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Одной из составляющих оценку состояния лесов, находящихся под воздействием рекреации, является изучение возрастной структуры и возобновительного процесса ценопопуляций основных древесных пород. На устойчивость насаждений в значительной степени влияет соотношение возрастных групп деревьев и, прежде всего, пополнение популяций молодыми особями. Поэтому важно иметь данные о количественных и качественных показателях подроста на учетных площадях при разной степени рекреационного воздействия.

Исследования по возрастной структуре и возобновлению можжевельника высокого в пределах крымской части его ареала отражены в литературе [2, 3], но вопросы воздействия рекреации на возрастную структуру не рассматривались.

Цель работы – выявить влияние рекреационной нагрузки на возрастную структуру и возобновительный процесс в сообществах можжевельника высокого в западной части Южного берега Крыма при различных формах и типах их рекреационного использования.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в 2007 г. в четырех районах западной части Южного берега Крыма. В каждом районе было заложено четыре пробных площади по 0,25 га, для которых ранее были определены стадии их рекреационной дигрессии: «Ай-Даниль» (I), «Изумруд» (II), «Марат» (III) и «Аязьма» (IV) [7] на основании вычисления коэффициента рекреации (K_p) [6].

Объектом исследования служили ценопопуляции можжевельника высокого (*Juniperus excelsa* Bieb.).

На всех площадях проводился сплошной пересчет древостоя можжевельника высокого. Возрастное состояние деревьев определялось по характеру ветвления, состоянию хвои, высоте, диаметру, состоянию кроны и плодоношению. Был выделен следующий спектр возрастных состояний: ювенильные (j), имматурные (im), виргинильные (v), генеративные (g) и сенильные (s) [3-5]. Всходы не включались в возрастную структуру, как принято рядом авторов [1].

Для количественной оценки возобновительного процесса был использован «коэффициент относительной интенсивности возобновления» ($K_{ив}$), который рассчитывается как отношение количества всходов и подроста к количеству генеративных экземпляров [3].

Для характеристики возрастности (Δ) ценопопуляций был использован математический аппарат их описания, разработанный А.А. Урановым [8].

Результаты и обсуждение

Для всех стационаров в результате подсчета особей каждой возрастной группы были построены диаграммы возрастных спектров ценопопуляций можжевельника высокого, позволяющие наглядно проанализировать изменение их возрастной структуры в зависимости от степени рекреационных нагрузок.

Установлено, что все изученные ценопопуляции являются нормальными полночленными, с резко выраженной правосторонней формой возрастного спектра, то есть с большим количеством генеративных особей по сравнению с виргинильными (рис. 1).

Данные по возрастности и интенсивности возобновления можжевельника высокого при различной рекреационной нагрузке представлены в таблице (табл. 1).

На I стадии рекреационной дигрессии при $K_p=0,05$ (стационар «Ай-Даниль») отмечено максимальное количество генеративных особей (107 экземпляров на 2500 м²). Количество подроста составило 50 экземпляров со значительным преобладанием ювенильной и имматурной групп. $K_{ив}=47$, $\Delta=0,49$. Соответственно, данная ценопопуляция состоит преимущественно из молодых генеративных и средневозрастных генеративных особей.

На II стадии дигрессии при $K_p=0,09$ (стационар «Изумруд») сильно выражена правосторонняя форма возрастного спектра. Доля виргинильных особей немного увеличена по сравнению с имматурными. Общее количество генеративных особей – 90 экземпляров на 2500

м², подроста – 34. Количество особей на ювенильной и имматурной стадиях несколько больше, чем на стационаре «Марат». $K_{ив}=37$, $\Delta=0,44$, что свидетельствует о том, что популяция можжевельника высокого на стационаре «Изумруд» представлена преимущественно молодыми генеративными особями.

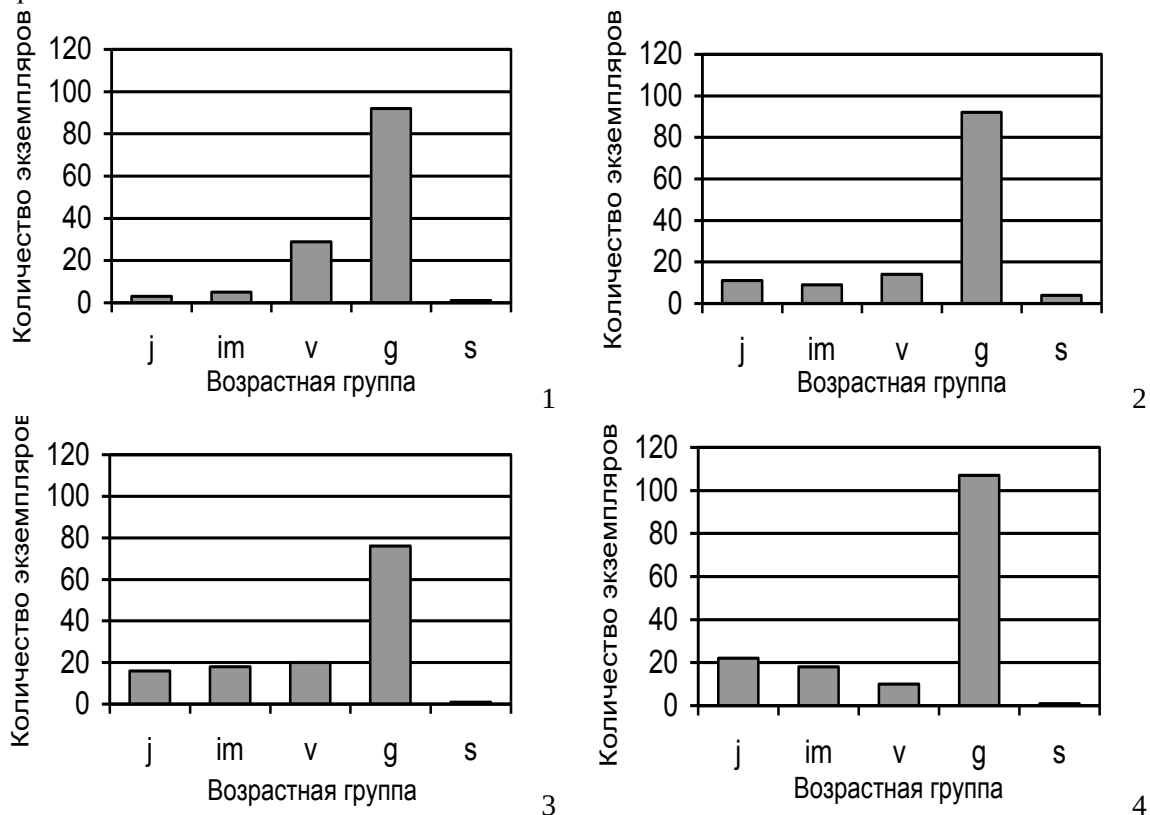


Рис. 1. Спектры возрастных групп высокоможжевеловых лесов на четырех стационарах в западной части Южного берега Крыма. 1 – «Марат»; 2 – «Изумруд»; 3 – «Аязьма»; 4 – «Ай-Даниль».

Таблица 1

Показатели возрастности и интенсивности возобновления в высокоможжевеловых лесах западной части ЮБК при различной рекреационной нагрузке

Стадия дигрессии	Стационар	Форма рекреации	K_p	Δ	$K_{ив}$
I	«Ай-Даниль»	организованная стационарная круглогодичная	0,05	0,49	47
II	«Изумруд»	неорганизованная сезонная прогулочная	0,09	0,44	37
III	«Марат»	неорганизованная круглогодичная прогулочно-пикниковая	0,10	0,52	39
IV	«Аязьма»	неорганизованная палаточно-пикниковая	0,26	0,38	71

Максимальная выраженность правосторонней формы спектра наблюдается на стационаре «Марат». Данный стационар по первичным показателям находится на III стадии дигрессии, с коэффициентом рекреации (K_p) равным 0,10. Здесь четко выражено плавное увеличение особей по возрастным группам (примерно равное число ювенильных и имматурных особей, резкое возрастание виргинильных). Общее количество генеративных особей составляет 95 экземпляров на 2500 м², подроста – 37 экземпляров. Коэффициент относительной интенсивности возобновления ($K_{ив}$) довольно низкий и составляет 39. Индекс возрастности (Δ) равен 0,52, что свидетельствует о преобладании молодых и средневозрастных генеративных особей.

На IV стадии дигрессии при $K_p=0,26$ (стационар «Аязьма») наблюдается плавное увеличение количества особей по возрастным группам. Общее количество генеративных особей в данной ценопопуляции существенно ниже по сравнению с другими стационарами и составляет 76 экземпляров на 2500 м², а на долю подроста приходится 54 экземпляра. Поэтому

на данном участке $K_{ив}$ самый высокий (71), что почти в два раза превышает $K_{ив}$ на стационарах «Марат» и «Изумруд». Индекс возрастности, равный 0,38, свидетельствует о преобладании молодых генеративных особей.

Таким образом, анализ возрастной структуры четырех исследуемых ценопопуляций можжевельника высокого показал, что на стационаре «Ай-Даниль» при $K_p=0,05$ высокое количество ювенильных и имматурных особей связано с низкой рекреационной нагрузкой, в результате которой механическое воздействие на травяной покров и подрост сведено к минимуму. При средней и высокой рекреационных нагрузках ($K_p=0,09-0,10$) количество всходов существенно снижается. При этом на стационаре «Марат» очень низкое число ювенильных и имматурных особей (8 экземпляров) связано с тем, что стационар находится в селитебной зоне, где рекреация является неорганизованной и круглогодичной. При неорганизованной, но сезонной рекреации на стационаре «Изумруд» ($K_p=0,09$) количество особей первых двух возрастных групп уже существенно выше (20 экземпляров).

При очень сильной рекреационной нагрузке ($K_p=0,26$) на фоне минимального количества генеративных особей отмечено максимальное число подростка. Причем наблюдается примерно равное соотношение долей ювенильной, имматурной и виргинильной групп с незначительным возрастанием количества особей последней. По-видимому, высокая доля первых двух групп связана со снижением общего проективного покрытия травостоя, что в свою очередь приводит к беспрепятственному прорастанию и росту особей на ювенильной и имматурной стадиях. Особи на этих стадиях находятся в «теневой» фазе развития, то есть нетребовательны к свету и могут свободно прорасти под пологом леса [2].

Переходя на виргинильную фазу развития, деревья нуждаются в большем количестве света, то есть переходят в так называемую «световую» фазу. Поэтому большинство виргинильных особей, произрастающих под кроной материнского дерева, находятся в угнетенном состоянии и в конечном итоге погибают. В связи с этим, большое число виргинильных особей на стационарах с высокой рекреационной нагрузкой ($K_p=0,10-0,26$), на наш взгляд, связано с низким числом генеративных особей, а также с низкой сомкнутостью их крон, что обеспечивает беспрепятственное развитие данных особей.

Низкая доля виргинильных особей на стационаре с низкой рекреационной нагрузкой ($K_p=0,05$) связано с большим числом генеративных особей, равномерно распределенных по территории и имеющих высокую сомкнутость крон. Таким образом, виргинильные особи можжевельника высокого находятся в тени материнских деревьев, что препятствует их нормальному развитию.

Выводы

Установлено, что независимо от степени рекреации все изученные ценопопуляции можжевельника высокого в западной части Южного берега Крыма являются нормальными полночленными средневозрастными с преобладанием молодых и средневозрастных генеративных особей, что является характеристикой устойчивого состояния сообществ.

В зависимости от степени и форм рекреационных нагрузок меняется характер возобновительного процесса в высокоможжевеловых лесах. При низких нагрузках с организованной формой рекреации ($K_p=0,05$) в структуре подростка отмечено преобладание ювенильной и имматурной групп особей. При сильных нагрузках ($K_p=0,10-0,26$) с неорганизованной формой рекреации происходит сдвиг в сторону увеличения доли виргинильной группы.

Характер возрастной структуры и возобновления высокоможжевеловых лесов является одним из критериев степени их рекреационной дигрессии.

Список литературы

1. Воронцова Л.И., Жукова Л.А. Биоморфологические особенности и возрастная структура ценопопуляций плотнодерновинных злаков // Ценопопуляции растений. – М.: Наука, 1976. – С. 107-129.
2. Григоров А.Н. Естественное возобновление и возрастная структура насаждений можжевельника высокого в заповеднике «Мыс Мартыан» // Труды ГНБС. – 1980. – Т. 81. – С. 35-44.
3. Григоров А.Н. Можжевельник высокий (*Juniperus excelsa* Bieb.) в Крыму: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 / Центр. республ. ботан. сад АН УССР. – К., 1983. – 22 с.

4. Заугольнова Л.Б. Возрастные этапы ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) // Вопросы морфогенеза цветковых растений и строения их популяций. – М.: Наука, 1968. – С. 81-102.
5. Работнов Т.А. Жизненный цикл травянистых многолетних растений в луговых ценозах // Труды БИН. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, сер III. – 1950. – Вып. 6. – 204 с.
6. Спиридонов В.Н. Устойчивость естественных насаждений в условиях высокой антропогенной нагрузки: Автореф. дис. ... канд. с-х наук. – Свердловск, 1974. – 22 с.
7. Тягнирядно В.В. Оценка рекреационной нарушенности высокооможжевеловых лесов Южного берега Крыма // Заповедники Крыма – 2007: Матер. IV междунар. науч.-практич. конф. Симферополь, 2 ноября 2007 г. – Симферополь, 2007. – Часть 1: Ботаника. Общие вопросы охраны природы. – С. 377-382.
8. Уранов А.А. Вопросы изучения структуры фитоценозов и видовых ценопопуляций // Ценопопуляции растений (развитие и взаимоотношение). – М.: Наука, 1977. – С. 8-20.
9. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Л.Б. Заугольнова, Л.А. Жукова, А.С. Комаров и др. – М.: Наука, 1988. – 184 с.

Рекомендовано к печати д.б.н. Захаренко Г.С.

ДЕНДРОЛОГИЯ **ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ НИЗКИХ И СТЕЛЮЩИХСЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА**

Я.Г. БОГАЧЕВА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Изучение реакции древесных растений на низкие зимние и высокие летние температуры позволяет выявить их экологическую пластичность и устойчивость к этим, чаще всего, основным лимитирующим факторам при интродукции. К настоящему времени накоплен большой опыт изучения устойчивости растений-интродуцентов к неблагоприятным факторам. Вопросам засухоустойчивости деревьев и кустарников из разных флористических областей в Крыму посвящены исследования: А.М. Кормилицына, Н.Г. Марченко [5], М.А. Бескаравайной [1, 2], Г.В. Куликова, Э.Н. Доманской [7], О.А. Ильницкого, Т.В. Фальковой [4] Т.В. Фальковой с соавт. [8] и многих других.

На сегодняшний день хорошо изучена засухоустойчивость клематисов, барбарисов и некоторых других древесных экзотов. Реакция большинства низких и стелющихся древесных растений на критические температуры сегодня мало изучена, а проведенные ранее исследования позволяют выявить лишь общие закономерности и тенденции.

Адаптивные возможности растений к неблагоприятным факторам среды во многом определяют экологическую стойкость, долговечность и декоративные качества парковых интродуцентов. Действие атмосферной засухи на Южном берегу Крыма усугубляется недостаточным количеством осадков в летний период и иссушением почвы в июле-сентябре до 22-50% НВ. Поэтому изучение засухоустойчивости интродуцируемых растений является весьма актуальным.

Также следует подчеркнуть, что сокращение территорий, отведенных под парки, ставит перед ландшафтным архитектором задачу создания небольших по площади садов. Для решения подобной задачи необходима особая группа декоративных древесных растений, отличающихся небольшим ростом, компактной формой кроны и обладающих высокой декоративностью.

Цель нашей работы – выявить степень засухоустойчивости низких и стелющихся декоративных древесных растений в условиях культуры на Южном берегу Крыма.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования, проведенного в 2002-2004 гг., были низкие и стелющиеся древесные растения, включающие 56 видов и садовых форм из 18 семейств, из коллекции Никитского ботанического сада. Они представлены следующими экобиоморфами: деревья – 2, кустарники – 36, кустарнички – 7, полукустарники – 6, полукустарнички – 2 и древесные лианы – 3. Из них 36 вечнозеленых, 17 листопадных и 3 полувечнозеленых таксонов. По высоте они

подразделяются на стелющиеся – от 0,2 до 0,5 м, низкие – от 0,5 до 1,0 м и средние – от 1,0 до 1,5 м.

Определение засухоустойчивости древесных растений, произрастающих на территории арборетума, проводились путем визуальных наблюдений по общепринятой в отделе дендрологии и цветоводства методике [3]. Таксономическая принадлежность видов и садовых форм определялась по Krüssman [9-11].

Результаты и обсуждение

На Южном берегу Крыма осадки распределяются крайне неравномерно, годовая их сумма составляет 550 мм, самый жаркий месяц – июль, число дней с температурой воздуха $\geq 20^{\circ}\text{C}$ за год составляет 64 дня. Лето 2002 г. характеризовалось осадками немного выше нормы и высокой температурой с последней декады июня по первую декаду августа включительно, при этом в течение 20 дней (конец июня-начало июля) наблюдался бездождный период. 2003 год был более засушливым, особенно июнь (19,2 мм осадков) и август (8,3 мм осадков при средней температуре воздуха $+23,5^{\circ}\text{C}$). Летом 2004 года наблюдалось много дождей: за июль и август выпало по 2-3 нормы месячных осадков, а средняя температура воздуха не превышала $+24,3^{\circ}\text{C}$.

По результатам визуальной оценки, проведенной в годы с достаточно контрастными погодными условиями, все виды низких и стелющихся древесных растений отнесены нами к трем группам по стойкости их к летней засухе (июль–сентябрь), типичной для субаридного варианта средиземноморского климата: 1 группа – ксеромезофиты с пониженной засухоустойчивостью; 2 группа – типичные ксеромезофиты; 3 группа – ксеромезофиты с повышенной засухоустойчивостью (табл. 1).

Таблица 1

Визуальная оценка засухоустойчивости низких и стелющихся древесных растений в арборетуме НБС

Вид	Область происхождения	ЖФ	Группа засухоустойч.	Высота раст., м
1	2	3	4	5
Восточноазиатская флористическая область				
<i>Berberis coxii</i> Schneid.	Вост. Гималаи, Бирма	к	2	0,7
<i>B. veitchii</i> Schneid.	Китай: Зап. Хубэй	к	2	1,0
<i>B. wilsonae</i> Hemsl. et Wils.	Китай: Зап. Сычуань	к	2	1,5
<i>Cotoneaster buxifolius</i> Wall. ex Lindl.	Вост. Азия	к	2	0,3
<i>C. b. var. vellaeus</i> Franch.	Юго-Зап. Китай: Сычуань, Юньнань	к	2	0,7
<i>C. cochleatus</i> Franch.	Зап. Китай: Сычуань, Юньнань	к	2	0,7
<i>C. congestus</i> Baker.	Гималаи	к	2	0,5
<i>C. dammeri</i> Schneid.	Центр. Китай, Хубэй	к	2	0,4
<i>C. horisontalis</i> Decne.	Зап. Китай, Сычуань	к	2	1,0
<i>C. microphyllus</i> Wall.	Гималаи, Юго-Зап. Китай	к	1	1,5
<i>C. nitens</i> Rehd. et Wils.,	Зап. Китай, Сычуань	к	2	1,5
<i>C. praecox</i> Vilmorin-Andrieux.	Зап. Китай	к	2	1,1
<i>Lonicera pileata</i> Oliv.	Китай: Зап. Хубэй, Зап. Сычуань	к	2	0,7
<i>Nandina domestica</i> Thunb.	Центр. Китай	к	1	1,5
<i>Raphiolepis indica</i> (L.) Lindl.	Юж. Китай	к	2	1,5
<i>Sarcococca humilis</i> Stapf.	Китай: Хубэй, Сычуань	к	1	1,0
Средиземноморская флористическая область				
<i>Danae racemosa</i> (L.) Moench.	Вост. Средиземноморье	п/к	3	1,2
<i>Erica carnea</i> L.	Вост. и Центр. Европа	к	3	0,5
<i>Genista hispanica</i> L.	Юго-Зап. Европа	к-к	3	0,3
<i>Hedera colchica</i> K. Koch.	Вост. Средиземноморье	др. л	1	0,3

<i>H. helix</i> var. <i>taurica</i> (Tobl.) Rehd.	Крым	др. л	3	0,2
<i>Hypericum androsaemum</i> L.	Зап. и Юж. Европа, Малая Азия	к	2	1,2
<i>H. calycinum</i> L.	Средиземноморье	п/к-к	2	0,4
<i>H. olympicum</i> L.	Балканы, Анатолия	п/к-к	2	0,4
<i>Iberis sempervirens</i> L.	Средиземноморье	к-к	3	0,5
<i>Jasminum fruticans</i> L.	Средиземноморье	к	3	0,6
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Средиземноморье	к	3	1,2
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Юж. Европа	п/к	3	1,0
<i>R. hypophyllum</i> L.	Средиземноморье	п/к	3	0,5
<i>Vinca major</i> L.	Средиземноморье	к-к	2	0,4
<i>V. minor</i> L.	Средиземноморье	к-к	1	0,2
Другие флористические области, садовые формы, гибриды				
<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea'	садовая форма	к	2	1,4
<i>Caryopteris x cladonensis</i> Simmonds.	гибрид	п/к	2	1,0
<i>Chaenomeles speciosa</i> 'Atrococcinea'	садовая форма	к	2	1,5
<i>Ch. s.</i> 'Rosea Plena'	садовая форма	к	2	1,3
<i>Ch. s.</i> 'Rubra grandiflora'	садовая форма	к	2	0,5
<i>Ch. s.</i> 'Viminalis'	садовая форма	к	2	1,0
<i>Cotoneaster dammeri</i> 'Coral Beauty'	садовая форма	к	2	0,9
<i>C. d.</i> 'Jurgl'	садовая форма	к	2	0,4
<i>C. d.</i> 'Skoghol'	садовая форма	к	2	0,8
<i>C. salicifolius</i> 'Repens'	садовая форма	к	1	0,5
<i>Erica x darleyensis</i> Bean.	гибрид	к	3	0,5
<i>Euonymus fortunei</i> 'Albo-variegata'	садовая форма	к-к	1	1,0
<i>E. f.</i> 'Lutea-marginata'	садовая форма	к-к	1	0,8
<i>H. x inodorum</i> Mill.	гибрид	п/к	2	0,8
<i>Ilex aquifolium</i> 'Aureomarginata Ovata'	садовая форма	д	2	1,5
<i>Laurocerasus officinalis</i> 'Otto Luyken'	садовая форма	к	2	0,6
<i>L. off.</i> 'Serbica'	садовая форма	к	2	0,5
<i>Lavandula angustifolia</i> 'Nana'	садовая форма	п/к	3	0,5
<i>Lonicera japonica</i> 'Halliana'	садовая форма	др. л	1	0,7
<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh.) Nutt.	Зап. Сев. Америка	к	2	1,0
<i>Malus x 'Red Jade'</i>	садовая форма	д	1	0,8
<i>Philadelphus coronarius</i> 'Duplex'	садовая форма	к	1	1,0
<i>Pyracantha x 'Shawnee'</i>	садовая форма	к	2	1,5
<i>Spiraea japonica</i> 'Little Princess'	садовая форма	к-к	2	0,5
<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) Blake.	Сев. Америка	к	1	1,5

Примечания: ЖФ – жизненная форма: д – дерево, к – кустарник, п/к – полукустарник, к-к – кустарничек, п/к-к – полукустарничек, др.л – древесная лиана.

В первую группу вошли древесные растения (12 видов), требовательные к почвенной влажности, но относительно стойкие к воздушной засухе, которым необходим систематический полив в течение всего летнего периода. Из них 3 вида (*Cotoneaster microphyllus*, *Nandina*

domestica, *Sarcococca humilis*) из Восточно-азиатской, 2 вида (*Hedera colchica*, *Vinca minor*) из Средиземноморской флористических областей, 6 садовых форм (*Cotoneaster salicifolius* 'Repens', *Euonymus fortunei* 'Albo-variegata', *Eu. f.* "Lutea - marginata", *Lonicera japonica* 'Halliana', *Malus* x 'Red Jade', *Philadelphus coronarius* 'Duplex') и один вид из Северной Америки – *Symphoricarpos albus*.

Во вторую группу входят большинство древесных растений (33 вида), относительно устойчивых к летней засухе, но нуждающихся в поливе в засушливый период. Эти виды устойчивы к воздушной засухе и требовательны к почвенной влажности. Из них 13 видов (*Berberis coxii*, *B. veitchii*, *B. wilsonae*, *Cotoneaster buxifolius*, *C. b. var. vellaus*, *C. cochleatus*, *C. congestus*, *C. dammeri*, *C. horisontalis*, *C. nitens*, *C. praecox*, *Lonicera pileata*, *Raphiolepis indica*) из Восточно-азиатской, 4 вида (*Hypericum androsaemum*, *H. calycinum*, *H. olympicum*, *Vinca major*) из Средиземноморской флористических областей, 13 садовых форм (*Berberis thunbergii* 'Atropurpurea', *Chaenomeles speciosa* 'Atrococcinea', *Ch. sp.* 'Rosea Plena', *Ch. sp.* 'Rubra grandiflora', *Ch. sp.* 'Viminalis', *Cotoneaster dammeri* 'Coral Beauty', *C. d.* 'Juergl', *C. d.* 'Skogholm', *Ilex aquifolium* 'Aureomarginata Ovata', *Laurocerasus officinalis* 'Otto Luyken', *L. off.* 'Serbica', *Pyracantha* x 'Schawnee', *Spirea japonica* 'Little Princess'), 2 гибрида (*Caryopteris* x *cladonensis*, *Hypericum* x *inodorum*) и один вид с запада Северной Америки – *Mahonia aquifolium*.

В третью группу вошли засухоустойчивые древесные растения (11 видов), которые переносят засуху без всяких видимых повреждений и могут развиваться без искусственного орошения в летний период. В основном это представители Средиземноморской флористической области – 9 видов (*Danae racemosa*, *Erica carnea*, *Genista hispanica*, *Hedera helix* var. *taurica*, *Iberis sempervirens*, *Jasminum fruticans*, *Rosmarinus officinalis*, *Ruscus aculeatus*, *R. hypophyllum*), один гибрид (*Erica* x *darleyensis*) и одна садовая форма (*Lavandula angustifolia* 'Nana').

Большинство кустарников (26 видов) вошло во вторую группу; 4 вида полукустарника вошло в третью группу и 2 вида - во вторую; кустарнички распределились равномерно по всем трем группам; полукустарнички вошли только во вторую группу.

Выводы

Большинство растений относительно устойчивы к летней засухе и относятся к кустарниковой жизненной форме из Восточной Азии. Наиболее засухоустойчивыми оказались растения из Средиземноморской флористической области.

Полученные результаты подтверждают, что растения, интродуцируемые из Средиземноморья и Восточной Азии, успешно адаптируются в условиях Южного берега Крыма. Это служит дополнительным свидетельством, подтверждающим генетическое родство этих флор [6].

Дальнейшее исследование биоэкологических особенностей низких и стелющихся древесных растений позволит оценить возможности расширения границ их культурного ареала на юге Украины.

Список литературы

1. Бескаравайная М.А. Засухоустойчивость некоторых древесных экзотов на Южном берегу Крыма // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1971. – Вып. 2(16). – С. 14-18.
2. Бескаравайная М.А. Экологические группы декоративных древесных растений Южного берега Крыма в зависимости от их засухоустойчивости // Труды Никит. ботан. сада. – 1989. – Т. 108. – С. 67-77.
3. Каталог дендрологических коллекций арборетума Государственного Никитского ботанического сада / Галушко Р.В., Захаренко Г.С., Кузнецова В.М. и др. – Ялта, 1993. – 102 с.
4. Ильницкий О.А., Фалькова Т.В. Модификационная изменчивость устойчивости растений к атмосферной засухе в условиях Южного берега Крыма // Труды Никит. ботан. сада. – 1971. – Т. 44. – С. 100-126.
5. Кормилицын А.М., Марченко Н.Г. Водоудерживающая способность листьев деревьев и кустарников как показатель приспособленности при интродукции на Южном берегу Крыма // Труды Никит. ботан. сада. – 1960. – Т. 32. – С. 55-60.
6. Кормилицын А.М. Генетическое родство флор как основа подбора древесных растений для их интродукции и селекции // Труды Никит. ботан. сада. – 1969. – Т. 40. – С. 145-164.

7. Куликов Г.В., Доманская Э.Н. Изучение засухоустойчивости и морозостойкости вечнозеленых барбарисов в Крыму // Труды Никит. ботан. сада. – 1972. – Т. 55. – С. 27-42.
8. Устойчивость видов клематиса различного эколого-географического происхождения к атмосферной засухе / Фалькова Т.В., Донюшкина Е.А., Фурса Д.И., Смирнова Т.А. // Экология. – 1987. – № 6. – С. 64-67.
9. Krussmann G. Manual of cultivated broad-leaved trees & shrubs. – Portland, Oregon: Timber Press, 1976. – Vol. I. – 448 с.
10. Krussmann G. Manual of cultivated broad-leaved trees & shrubs. – Portland, Oregon: Timber Press, 1976. – Vol. II. – 446 с.
11. Krussmann G. Manual of cultivated broad-leaved trees & shrubs. – Portland, Oregon: Timber Press, 1976. – Vol. III. – 510 с.

Рекомендовано к печати д.б.н. Захаренко Г.С.

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ УВЛАЖНЕНИЯ СУБСТРАТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *RHODODENDRON* L.

А.Л. ГУЛИС

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Наличие почвенной влаги является одним из важнейших факторов роста и развития растений, поэтому установление оптимальных параметров влажности почвы имеет важное значение при культивировании интродуцентов. Для большинства древесных растений считается оптимальной влажность почвенного субстрата 60-80% от полной его влагоемкости, однако литературные сведения по влиянию этого фактора касаются, главным образом, основных лесообразующих пород и некоторых видов, используемых в озеленении [5, 7].

Представители рода *Rhododendron* L. в последнее время приобретают все большую популярность в садоводстве, однако они отличаются особыми требованиями к условиям произрастания [2, 6]. Поэтому для их успешного размножения необходима научно обоснованная технология культивирования. Ее основой должны стать исследования отношения этих кустарников к различным экологическим факторам, в том числе, увлажнению субстрата. Экспериментальные данные по этой культуре касаются лишь некоторых представителей рода. Так, изучено влияние на рост и развитие саженцев физико-химических свойств почвы [1, 4], освещенности [3], исследовалась морозостойкость некоторых видов и сортов в зависимости от степени перенесенного ими в период вегетации водного стресса [8, 9].

Целью данного исследования было определение оптимальной влажности почвенного субстрата при выращивании представителей рода *Rhododendron* L.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси в течение вегетационного сезона 2007 года в условиях защищенного грунта. Объектами исследования служили 7 видов рода *Rhododendron* L., которые проявили себя как наиболее перспективные в условиях РБ [2]: *Rh. brachycarpum* D. Don, *Rh. catawbiense* Michx., *Rh. dauricum* L., *Rh. japonicum* (A.Gray) Suring., *Rh. luteum* Sweet., *Rh. schlippenbachii* Maxim., *Rh. smirnowii* Trautv. Среди исследованных видов имеются листопадные (*Rh. japonicum*, *Rh. luteum*, *Rh. schlippenbachii*), вечнозеленые (*Rh. brachycarpum*, *Rh. catawbiense*, *Rh. smirnowii*) и полувечнозеленые (*Rh. dauricum*).

Опытные растения выращены из семян собственной репродукции. Однолетние сеянцы высаживались в апреле в контейнеры объемом 1л в верховой торф (рН 3,8). Опыт проходил в четырех вариантах увлажнения субстрата, на каждый вариант было высажено по 11 сеянцев каждого вида. С момента высадки в контейнеры на протяжении всего периода вегетации растения ежедневно поливались до достижения массы контейнера с растением соответствующей 60, 70, 80 и 90% от полной влагоемкости. Дважды за сезон проводились подкормки комплексным удобрением «Растворин» в жидком виде. По окончании вегетации (сентябрь) были измерены следующие показатели, характеризующие рост и развитие саженцев:

суммарный годичный прирост (см), количество побегов (шт.), длина и ширина листа (мм), на основании чего рассчитаны следующие показатели: средняя площадь листа (произведение длины и ширины листа, умноженное на коэффициент 0,7, установленный опытным путем, см²) и средняя длина побега (см). После зимнего периода покоя, во время которого растения находились в оранжерее со среднесуточной температурой воздуха около 6°C, отмечалось количество цветков на *Rh. dauricum*. Полученные данные обработаны статистически при помощи стандартного пакета Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Показатели вегетативного и генеративного развития 7 видов рода *Rhododendron* L., приведенные в табл.1, свидетельствуют о наличии видоспецифичных реакций изучаемых видов на степень увлажнения субстрата. Так, оптимальной для *Rh. dauricum* является влажность субстрата на уровне 70% от полной влагоемкости, для остальных 6 видов оптимальной оказалась влажность почвы на уровне 80%.

Таблица 1

Влияние водного режима на основные показатели роста и развития различных представителей рода *Rhododendron* L.

Вид	Вариант опыта	Средняя площадь листа		Средняя длина побега		Количество цветков	
		см ²	% от оптимума	см	% от оптимума	штук	% от оптимума
<i>Rh. dauricum</i>	60%	4,3	75,6	9,6	87,4	1,2	240
	70%	5,6	100	11,0	100	0,5	100
	80%	5,2	93,0	9,6	87,2	0,6	112
	90%	3,9	68,8	7,9	72,2	1,1	220
<i>Rh. japonicum</i>	60%	10,1	69,0	2,8	57,3	-	-
	70%	13,3	91,0	3,0	60,9	-	-
	80%	14,7	100	4,9	100	-	-
	90%	13,8	94,4	3,5	69,8	-	-
<i>Rh. luteum</i>	60%	9,7	71,9	3,3	33,4	-	-
	70%	11,2	82,4	4,2	42,9	-	-
	80%	13,5	100	9,7	100	-	-
	90%	10,8	79,7	2,5	25,4	-	-
<i>Rh. schlippenbachii</i>	60%	10,0	66,5	2,5	78,1	-	-
	70%	12,0	79,6	2,7	81,8	-	-
	80%	15,0	100	3,2	100	-	-
	90%	11,7	77,6	2,7	78,2	-	-
<i>Rh. brachycarpum</i>	60%	27,1	78,2	3,9	62,9	-	-
	70%	31,5	90,8	5,7	90,9	-	-
	80%	34,7	100	6,2	100	-	-
	90%	28,3	81,4	5,0	80,3	-	-
<i>Rh. catawbiense</i>	60%	30,5	89,9	7,4	68,1	-	-
	70%	32,2	94,8	8,7	79,9	-	-
	80%	34,0	100	10,9	100	-	-
	90%	31,5	92,7	9,1	83,8	-	-
<i>Rh. smirnowii</i>	60%	18,6	74,8	2,8	33,7	-	-
	70%	21,9	87,7	3,2	38,1	-	-
	80%	24,9	100	8,4	100	-	-
	90%	22,3	89,5	5,3	63,1	-	-

Наиболее выраженное влияние на площадь листа оказывает снижение увлажненности у листопадных видов: у *Rh. schlippenbachii* при 60% влажности субстрата эта величина на 34,5% меньше размера при оптимуме, у *Rh. japonicum* – на 31,0%, у *Rh. luteum* – на 28,0%. У вечнозеленых *Rh. brachycarpum*, *Rh. catawbiense* и *Rh. smirnowii* выращивание при 60%-ной влажности субстрата привело к уменьшению площади листа на 21,8; 10,0 и 25,2% соответственно. Реакция полувечнозеленого *Rh. dauricum* занимает промежуточное положение – при 60% влажности площадь листа уменьшилась на 24,4%.

На длину побега отклонение значения влажности почвы от оптимального в сторону снижения оказало наиболее выраженное влияние у листопадного *Rh. luteum* и вечнозеленого *Rh. smirnowii* – при 60% влажности прирост снизился на 66,6 и 66,3% соответственно. У *Rh. japonicum* при 60% влажности средняя длина побега уменьшилась на 42,7% по сравнению с оптимумом, а у *Rh. schlippenbachii* – на 21,9%. У *Rh. brachycarpum* и *Rh. catawbiense* снижение влажности почвы до 60% вызвало уменьшение прироста на 37,1 и 31,9 % соответственно. У *Rh. dauricum* выращивание при 60% влажности вызвало снижение прироста всего на 12,6%.

На величину площади листа переувлажнение субстрата наиболее сильно влияет у *Rh. dauricum* (снижение по сравнению с оптимумом на 31,2%). Незначительное влияние переувлажнения на этот показатель отмечено у *Rh. japonicum*, *Rh. catawbiense*, *Rh. smirnowii* и *Rh. brachycarpum* – уменьшение площади листа составило соответственно 5,6; 7,3; 10,5 и 18,6%. У *Rh. luteum* и *Rh. schlippenbachii* площадь листа уменьшилась на 20,3 и 22,4% по сравнению со значениями при оптимуме.

Повышение влажности субстрата до 90% вызвало уменьшение средней длины побега у *Rh. luteum* на 74,6% , у *Rh. japonicum* – на 30,2%, а у *Rh. schlippenbachii* – на 21,8%. У *Rh. dauricum* снижение достигло 27,8%. *Rh. brachycarpum* и *Rh. catawbiense* слабее реагируют на переувлажнение: при 90% влажности субстрата средний прирост уменьшился на 19,7 и 16,2%. У *Rh. smirnowii* отмечено максимальное снижение прироста при 90% влажности среди вечнозеленых видов – на 36,9%.

Также отмечена интересная зависимость между количеством цветочных почек и влажностью почвы у *Rh. dauricum*, которая оказалась прямо противоположной зависимости показателей прироста и площади листа. Вероятно, это свидетельство того, что с ухудшением экологических условий (до определенного уровня) растения стремятся скорее вступить в генеративную фазу развития.

Увеличение площади листа и среднего прироста с увеличением влажности почвы до достижения оптимального показателя, а затем постепенное их снижение свидетельствуют об ухудшении аэрации корневой системы при избыточном увлажнении субстрата, которое негативно влияет на данные показатели. Подобная закономерность отмечена и для некоторых древесных пород [5, 7], однако оптимальные значения влажности для достижения саженцами максимальных размеров вегетативной массы у большинства рододендронов выше, чем для этих видов при выращивании их на верховом торфе, что подтверждает более высокий гидрофитный статус рода *Rhododendron* L.

Выводы

При выращивании посадочного материала *Rh. dauricum* оптимальным является значение влажности почвы около 70% от полной влагоемкости. Для остальных шести исследованных видов (*Rh. luteum*, *Rh. japonicum*, *Rh. schlippenbachii*, *Rh. brachycarpum*, *Rh. catawbiense*, *Rh. smirnowii*) оптимальной является влажность почвы на уровне около 80%. При этих значениях влажности отмечается достижение максимальных значений средней длины побега и площади листа.

У листопадных *Rh. luteum* и *Rh. japonicum* и у всех трех вечнозеленых видов изменение степени увлажненности субстрата оказывает более сильное влияние на прирост, чем на площадь листа, а у *Rh. schlippenbachii* и *Rh. dauricum* наблюдается обратная зависимость. При этом среди трех листопадных видов наиболее чувствителен к изменению влажности почвы *Rh. luteum*, а среди вечнозеленых – *Rh. smirnowii*. Наиболее толерантными к значениям влажности почвенного субстрата оказались *Rh. schlippenbachii* и *Rh. catawbiense*.

У *Rh. dauricum* отмечено индуцирование наступления генеративной фазы при выращивании в условиях почвенной влажности, отличающихся от оптимума.

Список литературы

1. Александрова М.С., Возна Л.И. К вопросу о почвенной экологии рододендронов в природе и культуре // Исследование древесных растений при интродукции: Сборник научных работ. – М., 1982. – С.131-140.
2. Ботяновский И. Е. Итоги интродукции рододендрона в Центральном ботаническом саду АН БССР // Вести АН БССР. – 1988. – №5. – С.15-20.

3. Вегера Л. В. Біоекологічні особливості та культура рододендронів в умовах правобережного лісостепу України: Автореф. дис. ... кандидата біол. наук / Центр. ботан. сад ім. М.М.Гришка. – К., 2000. – 17 с.
4. Доронина Г.У. Агротехника выращивания рододендронов в ботаническом саду МарГТУ // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического разнообразия растительного мира: Тез. докл. Междунар. науч. конф. г. Минск, 30-31 мая 2002 г. – Мн.: БГПУ, 2002. – С.92.
5. Иванов А.Ф., Пономарева А.В., Дерюгина Т.Ф. Отношение древесных растений к влажности и кислотности почвы. – Мн.: Наука и техника, 1966. – 232 с.
6. Кондратович Р.Я. Рододендроны в Латвийской ССР: биологические особенности культуры. – Рига: Зинатне, 1981. – 332 с.
7. Нестерович Н.Д., Дерюгина Т.Ф. Древесные растения и влажность почвы. – Мн.: Наука и техника, 1969. – 152 с.
8. Anisko T., Lindstrom O.M. Survival of water-stressed *Rhododendron* subjected to freezing at fast or slow cooling rates // Hort. Science. – 1996. – Vol.31. – P. 357-360.
9. Anu Vainola. Genetic and physiological aspects of cold hardiness in *Rhododendron*: Academic dissertation in plant breeding / University of Helsinki. – Helsinki, 2000. – 47 pp.

Рекомендовано к печати к.б.н. Улейской Л.И.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДЛИНЫ ЛИСТЬЕВ У КЕДРА ЛИВАНСКОГО (*CEDRUS LIBANI* A. RICH.) НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

О.Г. КРАВЧЕНКО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Кедр ливанский (*Cedrus libani* A. Rich.) впервые интродуцирован в Крым семенами из одной шишки в 1826 году [1]. По данным С.И. Кузнецова [3], на конец 80-х годов прошлого века в Крыму кедр ливанский был представлен деревьями 3-4 поколений местной репродукции.

Распространение посадочного материала этого кедра в Крыму из питомника Никитского ботанического сада началось в 1861 году [1]. Это указывает на то, что старые деревья кедра ливанского, растущие в Крыму за пределами арборетума Никитского ботанического сада, на текущий период имеют возраст не более 150 лет.

По данным наших исследований [2], сроки опыления у кедров ливанского, атласского и короткохвойного на ЮБК совпадают. Это может приводить к возникновению гибридов между этими морфологически и систематически близкими видами, относящимися к секции *Mideterenei*. Одним из значимых в таксономии кедров признаков является длина листа. И.А. Забелин [1] указывает, что у кедра ливанского большинство листьев имеют длину более 15 мм, но менее 30 мм. С. И Кузнецов [3], характеризуя интродукционные демы кедров в Крыму, указывает, что абсолютные значения длины листа на трех смежных приростах на удлиненном побеге у кедра ливанского лежат в пределах от 9 до 37 мм (со средними значениями от 17 до 20 мм), а на укороченных побегах от 6 до 28 мм (со средними значениями от 17 до 18 мм). Сведения об индивидуальной и эндогенной изменчивости этого показателя отсутствуют, что затрудняет его использование для определения видовой принадлежности конкретных деревьев данного вида.

С целью уточнения таксономической значимости длины листа у кедров секции *Mideterenei* была поставлена задача изучить эндогенную хронографическую изменчивость этого признака на удлиненных и укороченных побегах кедра ливанского на Южном берегу Крыма.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили 6 деревьев кедра ливанского в возрасте около 140 лет в групповой посадке на пологом участке в нижней части северного склона горы Аю-Даг на высоте около 150 м над ур. моря.

С освещенной части кроны в феврале 2007 г. с каждого дерева было взято для исследования по четыре-пять удлиненных побегов, образованных приростами 2000-2006 гг.

На удлиненных и укороченных побегах, с помощью металлической линейки подштативной измеряли (с точностью до 0,1 мм) не менее 130 листьев отдельно по каждому приросту 2003-2006 гг. При измерении листьев на удлиненных побегах учитывали порядковый номер листа от основания годичного прироста.

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что на удлиненных и укороченных побегах у четырех из шести изученных деревьев кедр ливанского продолжительность жизни листьев составляла четыре года, а у двух деревьев отдельные живые листья были обнаружены и на приростах пятилетнего возраста. При этом отметим, что на момент исследования на укороченных побегах листья пятилетнего возраста сохранились в том же числе, что и в год образования прироста.

Результаты измерения длины листьев на приростах разных лет одного побега показали, что среднее значение длины листа является лабильным признаком и варьирует по годам (табл. 1). Различия между значениями средней длины листа годичных приростов удлиненных побегов у отдельных деревьев составили от 1,5 мм (различия между приростами 2003 и 2004 гг. у дерева № 6) до 4,9 мм (приросты 2004 и 2006 гг. у дерева № 4). На укороченных побегах такие различия составили от 1,8 мм (дерево № 4, приросты 2005 и 2006 гг.) до 5,5 мм (дерево № 1, приросты 2003 и 2004 гг.).

Как видно из табл.1, на удлиненных побегах в 2004 и 2005 гг. наблюдалась тенденция синхронного увеличения средней длины листа. В 2006 г. эта тенденция сохранилась только у пяти деревьев из шести. У дерева же № 2 средняя длина листа на приросте 2006 г. уменьшилась почти на 2 мм при варьировании абсолютных значений длины листа до 23 мм ($L_{\min}=4$ мм, $L_{\max}=27$ мм). В предыдущие годы разница между этими значениями длины листа у этого дерева не превышала 15 мм.

Оценка изменчивости длины листа по шкале С.А. Мамаева [4] показывает, что на удлиненных побегах приростов 2004-2006 гг. этот признак характеризуется низким ($8 \leq C \leq 12\%$) или средним ($13 \leq C \leq 20\%$) уровнями изменчивости. Лишь у дерева № 1 на приросте 2005 г. и дерева № 2 на приросте 2006 года длина листа характеризуется повышенным уровнем изменчивости ($21 \leq C \leq 30\%$). На укороченных побегах листья по длине менее вариабельны при низком уровне изменчивости ($C \leq 13\%$).

Относительная синхронность изменения среднего значения длины листа по годам в большую или меньшую сторону, обнаруженная на удлиненных побегах у большинства деревьев, на укороченных побегах не отмечена (табл.1). В пределах рассматриваемой группы деревьев выделилось четыре варианта изменения средней длины листа по годам. В течение трех лет однотипно изменялся этот показатель только у деревьев №№ 1, 3 и №№ 5, 6. Деревьям № 2 и № 3 был свойственен несколько иной индивидуальный ход изменения рассматриваемого показателя по годам.

Сравнение средних значений длины листа на удлиненных и укороченных побегах показало, что у деревьев №№ 1-3 в отдельные годы различия по этому показателю были незначительными. У дерева № 4 они не доказаны ($t_{St} < 1,99$), а у деревьев № 5 и № 6 листья на удлиненных побегах были достоверно длиннее ($t_{St} > 3,90$).

Дисперсионный анализ результатов измерения длины листьев на удлиненных побегах показал (табл. 2), что длина листа достоверно зависит ($F_{\text{фактическое}} > F_{\text{критическое}}$) не только от индивидуальных особенностей материнского дерева, но и от условий формирования листьев на приросте и взаимодействия этих факторов. При этом по силе влияния материнский фактор [5] ($h^2 = 0,2275$), значительно превышает фактор условий, в которых сформировались листья ($h^2 = 0,0598$), и взаимодействия факторов ($h^2 = 0,0489$).

Результаты дисперсионного анализа данных о длине листьев на укороченных побегах (табл. 2) показали, что основным источником вариации этого показателя являются индивидуальные особенности деревьев. Однако если сила влияния фактора прироста и сила влияния взаимодействия факторов прироста и материнского дерева близки аналогичным показателям листьев удлиненных побегов, то для листьев укороченных побегов сила влияния индивидуальных особенностей отдельного дерева более чем в два раза превышает аналогичный показатель, характеризующий вариацию листьев на удлиненных побегах (соответственно

$h^2=0,5745$ против $h^2=0,2275$). Установленное взаимовлияние индивидуальных особенностей дерева и года формирования прироста на длину листьев на побегах обоих типов, вероятно, указывает на разную норму реакции деревьев кедр ливанского на погодно-климатические (экологические) условия конкретного года.

Таблица 1

Изменчивость длины листьев на приростах 2003-2006 гг. удлинённых и укороченных побегов у кедр ливанского в Крыму

№ дерева	Прирост по годам							
	2006 г.		2005 г.		2004 г.		2003 г.	
	$\frac{L_{cp} \pm m}{\text{min-max, мм}}$	C, %	$\frac{L_{cp} \pm m}{\text{мм}}$ min-max, мм	C, %	$\frac{L_{cp} \pm m}{\text{мм}}$ min-max, мм	C, %	$\frac{L_{cp} \pm m}{\text{мм}}$ min-max, мм	C, %
удлинённые побеги								
1	$\frac{20,0 \pm 0,44}{9,5-26,0}$	19	$\frac{15,7 \pm 0,42}{5,5-21,0}$	22	$\frac{15,6 \pm 0,44}{6,5-20,6}$	20	$\frac{18,3 \pm 0,54}{6,0-26,0}$	21
2	$\frac{18,7 \pm 0,66}{4,0-27,0}$	29	$\frac{20,6 \pm 0,49}{12,0-27,0}$	17	$\frac{19,0 \pm 0,47}{10,0-25,0}$	17	$\frac{22,2 \pm 0,75}{18,0-25,0}$	11
3	$\frac{21,0 \pm 0,29}{16,0-25,0}$	9	$\frac{19,2 \pm 0,38}{13,0-23,0}$	13	$\frac{18,5 \pm 0,87}{11,2-26,0}$	17	$\frac{19,3 \pm 0,72}{15,0-3,0}$	14
4	$\frac{23,9 \pm 0,40}{19,0-27,0}$	8	$\frac{21,5 \pm 0,54}{14,0-25,0}$	13	$\frac{19,0 \pm 0,47}{10,0-25,0}$	17	$\frac{22,9 \pm 0,28}{19,0-25,5}$	8
5	$\frac{22,7 \pm 0,27}{18,0-27,0}$	9	$\frac{21,7 \pm 0,42}{16,0-27,0}$	12	$\frac{20,1 \pm 0,46}{15,0-24,0}$	13	$\frac{22,6 \pm 0,52}{20,0-26,0}$	9
6	$\frac{19,2 \pm 0,34}{11,0-23,2}$	13	$\frac{19,3 \pm 0,39}{13,0-24,0}$	14	$\frac{18,3 \pm 0,39}{12,2-23,0}$	14	$\frac{19,8 \pm 0,92}{16,5-22,0}$	11
укороченные побеги								
1	$\frac{18,50 \pm 0,17}{11,0-22,2}$	11	$\frac{15,6 \pm 0,10}{12,0-17,0}$	6	$\frac{13,3 \pm 0,16}{10,0-16,0}$	9	$\frac{18,8 \pm 0,16}{11,2-16,9}$	10
2	$\frac{18,3 \pm 0,21}{13,0-23,0}$	12	$\frac{17,0 \pm 0,19}{13,0-23,0}$	12	$\frac{16,6 \pm 0,17}{13,0-20,0}$	9	$\frac{16,4 \pm 0,18}{13,0-19,0}$	10
3	$\frac{22,6 \pm 0,16}{17,0-27,0}$	9	$\frac{20,0 \pm 0,16}{13,0-24,0}$	13	$\frac{18,3 \pm 0,27}{14,0-23,2}$	11	$\frac{20,4 \pm 0,62}{16,0-24,0}$	11
4	$\frac{23,7 \pm 0,24}{16,0-28,0}$	8	$\frac{21,9 \pm 0,24}{15,0-25,0}$	13	$\frac{22,4 \pm 0,30}{16,0-26,0}$	9	$\frac{22,9 \pm 0,47}{16,0-28,0}$	11
5	$\frac{18,9 \pm 0,19}{17,0-21,0}$	6	$\frac{19,3 \pm 0,19}{15,5-28,5}$	7	$\frac{18,2 \pm 0,15}{15,0-20,0}$	13	$\frac{20,1 \pm 0,27}{17,0-23,0}$	7
6	$\frac{15,5 \pm 0,28}{12,3-19,0}$	11	$\frac{16,2 \pm 0,31}{12,0-20,0}$	13	$\frac{15,9 \pm 0,21}{11,0-18,0}$	9	$\frac{18,1 \pm 0,25}{16,5-20,0}$	6

Таблица 2

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа длины листьев на приростах 2004-2006 гг. удлинённых побегов кедр ливанского на ЮБК

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое	h^2
приросты разных лет	1790,183	2	895,0913	103,0373	$1,43e^{-43}$	2,999656	0,0598
деревья	6805,363	5	1361,073	156,6781	$2e^{-143}$	2,218009	0,2275
взаимодействие	1462,038	10	146,2038	16,83006	$9,08e^{-30}$	1,834835	0,0489
внутри	19858,63	2286	8,687064				
итого	29916,21	2303					

Сравнение полученных нами данных, характеризующих изменчивость длины листьев у кедр ливанского на ЮБК, с данными, полученными ранее С.И. Кузнецовым [3], показывает их сходство. Вместе с тем, в исследованной нами группе деревьев этого вида выявлена большая амплитуда индивидуальной изменчивости длины листьев на приростах укороченных побегов.

В работе С.И. Кузнецова приводится минимальное среднее значение длины листа на укороченном побеге, равное 17 мм, а у изученного нами дерева № 6 этот показатель варьировал от 15,3 до 16,2 мм.

Сравнение данных по изменчивости листьев на удлинённых и укороченных побегах показывает, что листья, формирующиеся на укороченных побегах, менее вариабельны по длине как в пределах прироста одного года, так и на приростах разных лет. Это позволяет говорить о том, что при изучении внутривидовой изменчивости кедр короткохвойного по длине листьев для сравнения целесообразно использовать листья с 3(4) приростов последних лет укороченных побегов.

Для выяснения причин выявленных различий по длине листьев между удлинёнными и укороченными побегами, а также различиями по этому признаку приростов разных лет у одного и того же дерева, требуется проведение дополнительного изучения особенностей формирования побегов и влияния погодных условий года на этот процесс.

Выводы

Продолжительность жизни листьев у кедр ливанского на Южном берегу Крыма является индивидуальной особенностью дерева и составляет от трех до пяти лет.

У кедр ливанского выявлены достоверные различия по длине листа и уровню изменчивости этого признака между удлинёнными и укороченными побегами.

Установлено достоверное влияние на вариабельность длины листа кедр ливанского индивидуальных особенностей дерева и условий формирования приростов разных лет, а также взаимное влияние этих факторов, проявляющееся через разную норму реакции деревьев на экологическую обстановку в период формирования листьев на приростах как укороченных, так и удлинённых побегов.

Список литературы

1. Забелин И.А. Деревья и кустарники арборетума Никитского ботанического сада им. Молотова. Голосеменные // Труды Никитск. ботан. сада. – 1939. – Т. 22. – Вып. 1. – С. 33-173.
2. Кравченко О.Г., Захаренко Г.С. Изменчивость сроков поллинии и размеров микростволов у видов рода кедр (*Cedrus Trew*) в Крыму // Бюлл. Никитск. ботан. сада. – 2006. – Вып. 93. – С. 25-28.
3. Кузнецов С.И. Основы интродукции и культуры хвойных Древнего Средиземноморья на Украине и в других южных районах СССР. – К.: Наук. думка, 1984. – 124 с.
4. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М.: Наука, 1972. – 283 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

Рекомендовано к печати д.б.н. Клименко З.К..

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИСТА *LAURUS NOBILIS* L. В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

А.Л. ХАРЧЕНКО

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Лавр благородный (*Laurus nobilis* L.) введен в культуру в Крыму еще греческими поселенцами [8]. В Никитском ботаническом саду исследования морфологических особенностей и внутривидовой изменчивости лавра благородного впервые были проведены Ф.К.Калайдой [8]. Более детально биологическое изучение лавра в культуре на Южном берегу Крыма (ЮБК) было проведено М.П. Волошиным [3]. По морфологическим признакам листа им было выделено и описано у этого вида 17 садовых форм, изучены особенности роста побегов и развития репродуктивных органов, качество семян и способности лавра к вегетативному размножению черенками. В последующем вопросы биологии роста, развития надземных органов и использования лавра благородного в зеленом строительстве в Крыму затронуты в работах А.М. Кормилицына [8], Р.В. Галушко [4].

Детальное морфологическое изучение листа *Laurus nobilis*, на Черноморском побережье Кавказа проведено К.П. Анквабом [1]. По морфологическим признакам листа им выделено 3 разновидности и 12 садовых форм лавра в этом районе. Краткое описание анатомических особенностей листовой пластинки лавра в условиях Черноморского побережья Кавказа дано Е.К. Сванадзе [12].

В связи с тем, что лист постоянно подвергается воздействию внешней среды, он является носителем большой изменчивости, а, следовательно, и пластичности организма. В структуре листа ярче всего отражается характер взаимоотношения вида с биотическими и абиотическими факторами среды.

Сведения об анатомии листовой пластинки у лавра благородного в культуре на ЮБК отсутствуют, в связи с этим целью нашей работы было изучение морфолого-анатомических особенностей листа лавра благородного, широко представленного в данном районе.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования, проведенного в 2001-2004 гг., являлись растения *Laurus nobilis*, произрастающие на территории арборетума Никитского ботанического сада – Национального научного центра.

Материалом для исследования служили морфологически зрелые листья, взятые в средней части однолетних побегов в южном секторе средней части кроны. Сбор образцов осуществлялся с 10 экземпляров лавра благородного, вступивших в репродуктивную фазу. Листья брались по пять штук с каждого экземпляра [11]. Приготовление поперечных срезов проводили на микротоме, часть препаратов помещали в глицерин. Для определения одревесневших тканей в листе использовали флороглюцин с соляной кислотой. Наличие эфирных масел и кутина выявляли суданом III. Морфолого-анатомическое описание проводили с использованием методических подходов, изложенных в работах М.С. Гзырян [5], Б.Р.Васильева [2], Г.В. Куликова [10]. Статистическая обработка экспериментального материала проведена с использованием методик, рекомендуемых Г.Н. Зайцевым [7].

Результаты и обсуждение

Laurus nobilis имеет листья средних размеров (мезофилльные) [2], их площадь составляет $17,53 \pm 0,45 \text{ см}^2$. Листья лавра простые, цельнокрайные, кожистые, сверху темно-зелёные, снизу светло-зелёные, широколанцетные, длиной 4-10 см, шириной 2-5 см, на коротких (до 1,5 см), желобчатых, голых черешках; верхушка листа заострённая, основание – узкоклиновидное. Край листа широковолнистый, хрящеватый. Жилкование перисто-сетчатое. На нижней поверхности листа в пазухах вторичных жилок иногда встречаются углубления, прикрытые волосками [6].

Листовая пластинка тонкая ($218,55 \pm 1,14 \text{ мкм}$), дорзивентральная (рис. 1).

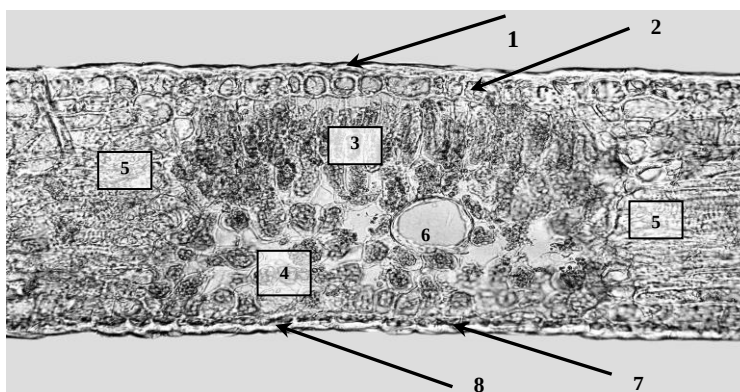


Рис. 1. Поперечный срез средней части пластинки листа *Laurus nobilis* (x261)

1 – адаксиальная кутикула, 2 – адаксиальный эпидермис, 3 – палисадная паренхима, 4 – губчатая паренхима, 5 – проводящий пучок, 6 – секреторное вместилище, 7 – абаксиальный эпидермис, 8 – абаксиальная кутикула

Мезофилл умереннослойный (5-6 шт.). Палисадная ткань двухслойная, возле крупных жилок трехслойная. Губчатая паренхима трех-, четырехслойная. Переход от палисадной паренхимы к губчатой резкий. Палисадная ткань типичная. Губчатая ткань рыхлая. Клетки губчатой ткани не имеют постоянной формы. Толщина палисадной ткани ($88,05 \pm 0,77$ мкм) немного больше губчатой ($84,45 \pm 0,96$ мкм). Индекс палисадности, определяемый как соотношение толщины палисадной и губчатой паренхимы, равен 1,04.

Эпидермальная ткань с обеих сторон пластинки листа однослойная, покрыта кутикулой. Кутикула на верхней стороне волнистая лишь над жилками первого и второго порядков и краем листа, на остальной поверхности листа она слабоволнистая. Кутикула на нижней стороне листа волнистая и очень тонкая ($2,29 \pm 0,05$ мкм), она почти в два раза тоньше верхней ($4,96 \pm 0,12$ мкм).

На парадермальных срезах листа клетки адаксиальной и абаксиальной эпидермы имеют извилистое очертание, вытянутую или распластannую форму. На поперечных срезах листа адаксиальная и абаксиальная эпидермальная ткань однослойная. Клетки верхней и нижней эпидермы более или менее округлой формы. Все стенки клеток верхнего эпидермиса утолщенные, наружная - немного толще. У клеток нижнего эпидермиса наружные стенки утолщенные и лигнифицированные. Клетки адаксиального эпидермиса крупнее клеток абаксиального эпидермиса. Высота клеток верхней эпидермальной ткани $19,31 \pm 0,45$ мкм, нижней - $9,47 \pm 0,18$ мкм.

Лист гипостоматический. Морфологический тип устьичного аппарата - аномоцитный. Количество устьиц на 1 мм^2 277 шт. На поверхности листа они расположены хаотично и слабопогруженные. Главная и боковые жилки ориентированы в одной центральной плоскости поперечного среза листа. Они не имеют крацевой обкладки.

Центральный проводящий пучок листа коллатеральный, закрытого типа (рис. 2).

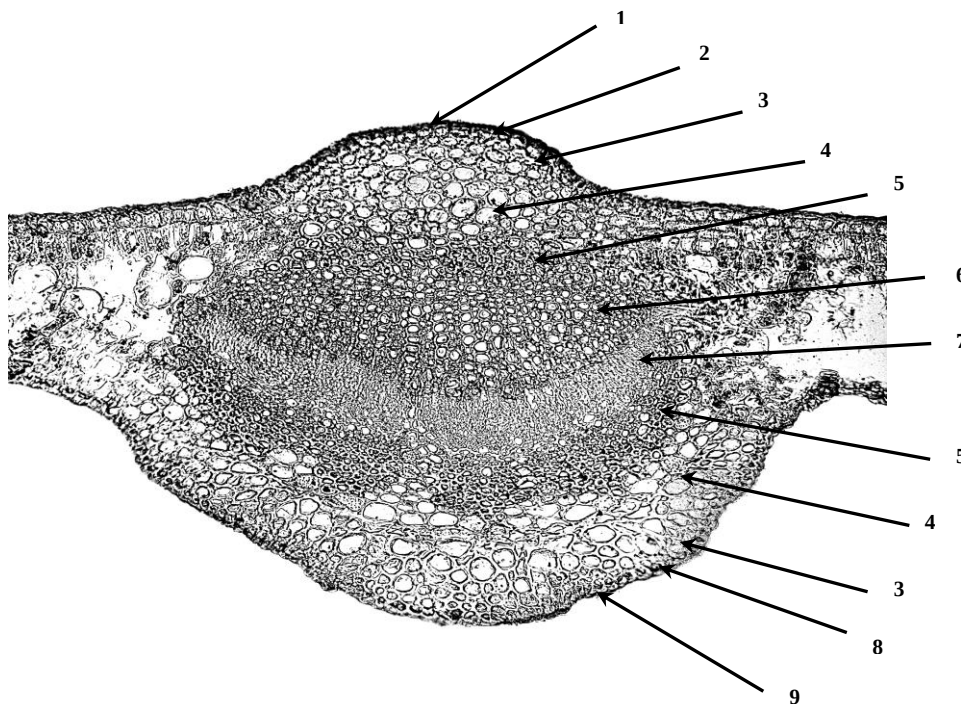


Рис. 2. Поперечный срез главной жилки листа *Laurus nobilis* (x 153)

1 – адаксиальная кутикула, 2 – адаксиальный эпидермис, 3 – колленхима, 4 – паренхима, 5 – склеренхима, 6 – ксилема, 7 – флоэма, 8 – абаксиальный эпидермис, 9 – абаксиальная кутикула

Он расположен в двустороннем выступе уголкового колленхимы. Стенки клеток нижней колленхимы лигнифицированы. Клетки эпидермиса выступа отличаются от остальных клеток эпидермиса листа. Они мельче и имеют хорошо выраженную округлую форму. Стенки клеток абаксиальной эпидермы лигнифицированы. Центральный проводящий пучок хорошо развит, он окружен склеренхимной обкладкой. Мелкие жилки окружены склеренхимной обкладкой.

Они двухсторонне секущие. Край листа ассиметричный, он несколько расширен за счет склеренхимной балки. В мезофилле листа имеются эндогенные секреторные вместилища – идиобласты, которые расположены в основном на уровне губчатой паренхимы.

Сравнительный анализ полученных нами данных с данными о строении листа у лавра благородного в Грузии [12], показывает, что общее строение их сходно. Более глубокое сравнение мы не смогли провести в связи с отсутствием в работе Е.К. Сванадзе [12] морфометрических показателей по анатомии листовой пластинки лавра в Грузии.

В строении листа *Laurus nobilis* обращает на себя внимание сочетание мезоморфных и ксероморфных черт. По нашему мнению, наличие мезоморфных черт (листовая пластинка тонкая, дорзивентральная, гипостоматическая) свидетельствует о происхождении данного вида от мезофитной тропической флоры. Ксероморфные особенности – кожистость листа, хрящеватость края листа, утолщение всех стенок абаксиальной эпидермальной ткани и наружной стенки нижнего эпидермиса, ее лигнификация, наличие склеренхимной обкладки в центральном проводящем пучке и в боковых жилках сформировались у лавра в процессе длительной эволюции в условиях субаридных субтропиков Средиземноморья.

Выводы

1. В строении листовой пластинки у *Laurus nobilis* достаточно четко выражены мезоморфные и ксероморфные признаки.

2. Мезоморфность в данном случае характеризуется наличием тонкой листовой пластинки, ее дорзивентральностью и гипостоматичностью.

3. Ксероморфность представлена такими признаками как кожистость листа, хрящеватость края листа, утолщение всех стенок абаксиальной эпидермальной ткани и наружной стенки нижнего эпидермиса, ее лигнификация, наличие склеренхимной обкладки в центральном проводящем пучке и в боковых жилках.

4. По нашему мнению, наличие мезоморфных черт свидетельствует о происхождении данного вида от мезофитной тропической флоры, а ксероморфные особенности сформировались у лавра в процессе длительной эволюции в условиях субаридных субтропиков Средиземноморья.

Список литературы

1. Анкваб К.П. К изучению морфологических особенностей лавра благородного// Труды Сухумского ботанического сада. – 1960. – Вып. 13. – С. 131-137.
2. Васильев Б.Р. Строение листа древесных растений различных климатических зон. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1988. – 208 с.
3. Волошин М.П. Биологические особенности лавра благородного в связи с его культурой в Крыму: Автореф. дисс... канд. биол. наук. – Киев, 1955. – 15 с.
4. Галушко Р.В. Лавр благородный: Листовка. – ГНБС, 1973. – 2 с.
5. Гзырян М.С. К методике анатомического изучения двудольных растений // Труды Института ботаники АН Азербайджанской ССР. – 1959. – Т. 21. – С. 159-165.
6. Жизнь растений. – Т.5. – Ч. 1. – Цветковые растения. – М.: Просвещение, 1980. – 430 с.
7. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
8. Калайда Ф.К. Деревья и кустарники арборетума Никитского ботанического сада им. Молотова// Труды ГНБС. – 1939. – Т. 22. – Ч. 2. – Вып. 2. – 115 с.
9. Кормилицин А.М. Деревья и кустарники арборетума Государственного Никитского ботанического сада (Инвентарный список растений с указанием их экологической стойкости и плодоношения по многолетним наблюдениям)// Труды ГНБС. – 1960. – Т. 32. – С. 173-213.
10. Куликов Г.В. Ксероморфизм и ксерофитизм вечнозеленых древесных растений в связи с их интродукцией на Южном берегу Крыма// Труды ГНБС. – 1972. – Т. 45. – С. 43-87.
11. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. – М.: Наука, 1987. – 100 с.
12. Сванадзе Е.К. Культура благородного лавра в ССР Грузии. – Тифлис: Техиздательство «Техника да Шрома», 1936. – 274 с.

Рекомендовано к печати д.б.н. Коба В.П.

ЦВЕТОВОДСТВО

ДЕКОРАТИВНЫЕ КАЧЕСТВА ВИДОВ СЕМЕЙСТВА *PRIMULACEAE* VENT.,
ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БЕЛАРУСИ

Н.Л. БЕЛОУСОВА

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Введение

В последние годы в Беларуси выдвинуты высокие требования к цветочному оформлению городов и поселков. Анализ ассортимента декоративных насаждений Беларуси показал, что из всех групп травянистых многолетников наиболее скудно представлены ранневесеннецветущие, а также теневыносливые виды. Период от схода снега и до конца мая характеризуется отсутствием цветущих растений.

В связи с этим объектами исследования были избраны многолетние растения семейства *Primulaceae* (первоцветные), среди которых немало весеннецветущих и теневыносливых видов, отличающихся высокими декоративными качествами.

Отсутствие первоцветных в озеленительных посадках Беларуси объясняется недостаточной изученностью биологических особенностей и способов использования растений в культуре, а также недостатком посадочного материала видов, приспособленных к местным условиям.

Декоративные качества первоцветных в некоторых регионах изучались ранее [1, 2, 4]. И. Н. Свешниковой (1951) исследовано все многообразие типов соцветий сем. *Primulaceae* во взаимосвязи с эволюцией: от простых к сложным, обилие признаков, объясняющихся различной наследственностью растений [5].

Однако в целом литературные сведения по данному семейству фрагментарны и касаются только отдельных представителей. В Беларуси такие исследования не проводились.

Оценка декоративных качеств интродуцентов служит основным критерием выделения наиболее высокодекоративных видов и сортов.

Цель работы – выявление наиболее декоративных видов и сортов сем. *Primulaceae* для использования их в озеленении в условиях Беларуси.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были 41 вид, форма и сорт сем. *Primulaceae*, в том числе 38 видов рода *Primula* L. из 8 секций (*Primula*, *Julia*, *Sikkimensis*, *Candelabra*, *Cortusoides*, *Aleuritia*, *Auricula*, *Denticulata*), 4 вида рода *Lysimachia* L. (вербейник), 3 вида рода *Cyclamen* L. (цикламен), 1 вид рода *Dodecatheon* L. (додекатеон). Среди интродуцентов есть эндемичные растения кавказской флоры – *Primula komarowii* A. Los., *Primula woronowii* A. Los. Три вида относятся к редким и подлежащим охране (*Primula juliae* Kusn., *Primula farinosa* L., *Cyclamen coum* L.). Изучение и введение в культуру таких растений очень важно в сохранении биоразнообразия растительного мира.

Все растения произрастают на коллекционном участке многолетних растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Исходный материал был получен в виде семян по международному обменному фонду (*Delectus Seminum*) и живых растений из ботанических садов Латвии, России и Литвы, из естественных местообитаний (Крым, Карпаты). Декоративные качества интродуцентов характеризовались по самостоятельно разработанной методике. Цветовая гамма оценивалась по шкале [3].

Результаты и обсуждение

Декоративные качества первоцветных определяются окраской цветков, ее устойчивостью (выгорает/не выгорает), размером цветков (диаметр), числом одновременно открытых цветков (обилие цветения), размером и формой соцветий, их оригинальностью, декоративностью листы (табл. 1).

Период массового цветения растений коллекции позволяет увидеть все разнообразие цветовой палитры. В зависимости от окраски цветков видовые примулы бывают: желтые (*Primula veris* L., *P. vulgaris* Huds., *P. elatior* (L.) Hill, *P. florindae* Ward., *P. auricula* L., *P. x*

pubescens Jacq.); оранжево-желтые (*P. bulleyana* Forr.); белые (*P. komarowii*); фиолетовые (*P. woronowii*, *P. denticulata* Smith., *P. juliae*); сиреневые (*P. burmanica* Balf.f. et Ward., *P. halleri* J.F. Gmel., *P. farinosa*, *P. sieboldii* E. Morr.); сиренево-розовые (*P. kitaibeliana* Schott); малиновые (*P. pulverulenta* Duthie., *P. japonica* A. Gray);

В отличие от упомянутых видов, тысячи сортов и гибридов примул отличаются большим разнообразием окрасок, среди которых особенно примечательны гибриды *Primula elatior* и *P. veris*. Также эффектны окраски гибридов *Primula vulgaris*. Среди них встречаются растения с синими, розовыми, оранжевыми, желтыми, белыми, малиновыми цветками. Следует отметить, что, к сожалению, они не достаточно морозоустойчивы в условиях умеренной зоны Беларуси.

Таблица 1

**Оценка декоративных качеств некоторых видов сем. *Primulaceae*,
интродуцированных в Беларусь**

Вид	Оригинальность	Устойчивость окраски цветков	Обилие цветения	Размер соцветий/цветков	Декоративность листьев	Декоративность цветков	Окраска соцветий/цветков	Общий балл
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Cyclamen</i>								
<i>Cyclamen coum</i>	5	5	4	4	5	4	4	31
<i>Cyclamen hederifolium</i>	5	5	4	4	5	4	4	31
<i>Cyclamen intaminatum</i>	5	5	4	4	5	4	4	31
<i>Dodecatheon</i>								
<i>Dodecatheon meadia</i>	5	5	4	4	5	4	4	31
<i>Lysimachia</i>								
<i>Lysimachia ciliata</i> 'Fiercracker'	5	5	4	3	5	4	4	30
<i>Lysimachia cletroides</i>	5	5	5	5	5	4	5	34
<i>Lysimachia nummularia</i> L. var. <i>aurea</i>	5	5	3	4	5	5	4	31
<i>Lysimachia punctata</i>	4	5	5	4	5	5	4	32
<i>Dodecatheon meadia</i>	5	5	4	4	5	4	4	31
<i>Primula</i>								
Секция <i>Aleuritia</i>								
<i>Primula farinosa</i>	5	5	4	4	5	5	5	33
<i>Primula halleri</i>	5	5	4	4	5	5	5	33
Секция <i>Auricula</i>								
<i>Primula auricula</i>	5	5	5	5	5	5	4	34
<i>Primula auricula</i> (Φ1-2)	5	5	5	5	5	5	5	35
<i>Primula auricula</i> 'Nummerblumen'	5	5	5	5	5	5	5	35
<i>Primula kitaibeliana</i>	4	5	5	5	5	5	5	34
<i>Primula pubescens</i>	4	5	4	5	5	5	5	33
Секция <i>Candelabra</i>								
<i>Primula bulleyana</i>	5	5	5	5	5	5	5	35
<i>Primula burmanica</i>	5	5	4	4	5	5	4	32
<i>Primula japonica</i>	4	5	5	5	5	5	5	34
<i>Primula pulverulenta</i>	5	5	4	5	5	5	5	34
Секция <i>Cortusoides</i>								
<i>Primula sieboldii</i>	5	4	5	5	5	5	5	34
Секция <i>Denticulata</i>								
<i>Primula denticulata</i>	5	5	5	5	5	5	5	35

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Секция <i>Julia</i>								
<i>Primula juliae</i>	4	5	5	5	4	5	5	33
<i>Primula juliae</i> 'Purpurvaip'	4	5	5	5	5	4	5	33
Секция <i>Primula</i>								
<i>Primula elatior</i> (L.) Hill (Ф6)	4	5	5	5	5	5	5	34
<i>Primula elatior</i> (L.) Hill	4	5	5	5	4	4	4	31
<i>Primula elatior</i> (Ф1)	5	5	5	5	4	4	5	33
<i>Primula elatior</i> 'Roosi'	4	5	5	5	4	5	5	33
<i>Primula komarowii</i> A. Los.	4	5	5	5	4	5	5	33
<i>Primula polyantha</i> (Ф1)	4	4	5	5	4	4	4	30
<i>Primula polyantha</i> (Ф2)	4	3	5	5	4	4	4	29
<i>Primula polyantha</i> 'Раніца'	4	5	5	4	4	5	4	31
<i>Primula veris</i>	3	5	4	4	3	4	4	27
<i>Primula vulgaris</i>	4	4	5	5	4	5	4	31
<i>Primula vulgaris</i> 'Полька Беларуская'	4	4	5	5	4	5	5	32
<i>Primula vulgaris</i> 'Спатканне'	4	5	5	5	4	5	5	33
<i>Primula woronowii</i>	4	4	5	5	5	4	4	31
Секция <i>Sikkimensis</i>								
<i>Primula alpina</i> (Ф1-3)	4	5	4	4	5	4	4	30
<i>Primula florindae</i>	5	5	4	4	5	4	4	30

Популяция *Primula denticulata* представлена широким спектром природных форм различных расцветок. Нами выделены формы с большим полиморфизмом окраски (светло- и темно-фиолетовые, сиреневые, белые, светло- и насыщенно-розовые).

Поражают яркими и необыкновенными окрасками цветков сорта *Primula auricula*. Помимо традиционных желтых расцветок здесь существует великое множество цветов и оттенков, контрастов между окраской венчика и глазка, встречаются даже зеленые, алые, серые цвета. Так, у сорта 'Nummerblumen' фиолетовые с желтым глазком цветки. Их селекцией успешно занимаются в Великобритании.

У видов родов *Cyclamen* (*C. coum*, *C. hederifolium* Ait., *C. intaminatum* (Meikle) Grey), *Dodecatheon* (*D. meadia* L.) цветки сиренево-розовые.

У вербейников - желтые (*Lysimachia punctata* L., *L. nummularia* L., *L. ciliata* L. и их сорта). Особый интерес представляют белоокрашенные виды, например, *Lysimachia cletroides* L.

Декоративность некоторых видов сем. *Primulaceae* может снижаться из-за выгорания окраски цветков, особенно заметно это у полиантовых примул (табл. 1). У большинства интродуцентов окраска цветков довольно устойчива на протяжении всего периода цветения.

Наиболее крупные цветки характерны для представителей секций *Primula* и *Julia* и их сортов. Так, диаметр цветков *P. vulgaris* 'Спатканне' 4-4,5 см, *P. juliae* 'Purpurvaip', *P. x 'Раніца'*, *P. vulgaris* 'Полька Беларуская', *P. komarowii*, *P. x polyantha* – 3,5-3,8 см, у *Primula juliae*, *P. woronowii*, *P. pulverulenta* около 3,5 см, *P. elatior* (Ф1) – от 2,8 до 3 см.

Диаметр цветков *Lysimachia nummularia* и ее сортов – около 3,5 см, *Lysimachia punctata* – около 3 см. По сравнению с ними относительно мелкие цветки у *Lysimachia cletroides* от 0,9 до 1,2 см.

Несколько меньше диаметр цветков, собранных в соцветия. Так, у *Primula japonica*, *P. pulverulenta* размер цветков 3-3,5 см, у *Primula alpina*, *Primula florindae* – 1,5-1,8 см, у *Primula bulleyana* – около 1,4 см, у *Primula farinosa*, *P. halleri* – 1,2 см. У разных форм *Primula denticulata* диаметр цветков колеблется 0,7 до 1 см.

Но у некоторых примул, имеющих соцветия, крупные цветки. К ним относятся сорта *Primula auricula* с диаметром цветков в среднем 3,5 см, и *P. sieboldii* – 3,5-4 см.

Форма соцветий исследуемых растений разнообразна. У видов рода *Primula* это зонтик, имеющий различное морфологическое строение, расположение в пространстве. По строению цветоножек или лучей: короткий (*P. denticulata*), равный (*Primula veris*). По положению в пространстве: поникающий (*P. sieboldii*), прямой (*P. halleri*, *P. farinosa*, *P. pubescens*, *P. auricula*, *P. kitaibeliana*, *P. denticulata*), однобокий (*Primula veris*).

По форме: шаровидные, диаметром до 10 см, как у *P. denticulata*, сидячие (*Primula woronowii*, *P. komarowii*, и т.н. «бесстебельные» примулы). По разветвленности оси соцветия среди примул коллекции встречаются виды с многоярусным зонтиком, высотой около 25 см (*P. pulverulenta*, *P. burmanica*, *P. bulleyana*) и двухъярусным (*Primula japonica*, *P. alpina*, *P. florindae*). Помимо этого, соцветия двух последних видов называют пролифицирующими. Их длина около 18 см. Виды рода *Lysimachia* нашей коллекции характеризуются двумя формами соцветий: кистевидной, длиной около 25 см (*Lysimachia cletroides*, *L. punctata*) и метельчатой, длиной около 30 см (*Lysimachia vulgaris*, *L. ciliata* и ее сорта). У *Dodecatheon meadia* зонтиковидное с длинными поникающими цветоножками соцветие.

Таким образом, для первоцветных характерно наличие как одиночных довольно крупных цветков, так и мелких, собранных в соцветия разнообразной формы.

Все примулы в нашем опыте характеризуются обильным цветением. По этому признаку в первую очередь следует отметить виды и сорта секций *Primula* (*P. woronowii*, *P. vulgaris*, *P. vulgaris* 'Полька Беларуская', *P. vulgaris* 'Снатканне', *P. komarowii*, *P. x polyantha*, *P. elatior* 'Roosi'), *Julia* (*P. juliae*, *P. juliae* 'Purpurvaip'), *Cortusoides* (*Primula sieboldii*), *Auricula* (виды и сорта *Primula auricula*). Растения в этот период напоминают цветущий ковер из-за обилия одновременно раскрытых цветков: от 90 (*P. vulgaris* 'Снатканне') до 160 (*P. komarowii*). Очень «пышное» цветение характерно и для *Primula denticulata*. Высокодекоративны куртины из летнецветущих *Primula florindae*, *P. alpina*, *P. bulleyana*. Обильным цветением характеризуются *Lysimachia cletroides* и *L. punctata*.

Декоративный эффект многих примул, имеющих соцветия, обусловлен их компактностью. Так, в интродукционной популяции *Primula denticulata* наблюдаются заметные контрастные переходы от плотных до несколько рыхлых соцветий. Иногда декоративный эффект некоторых соцветий снижается из-за не полностью раскрытых верхушечных цветков, такие формы выбраковываются.

Высокодекоративны соцветия у исследуемых *Lysimachia cletroides* и *L. punctata*. Очень плотные, загнутые вверх они у *L. cletroides* и довольно компактные у *L. punctata*.

Некоторые первоцветные имеют декоративные листья. Это характерно, в первую очередь, для вечнозеленых видов примул секции *Auricula* (*Primula auricula* и её сортов, *P. kitaibeliana*, *P. pubescens*), а также зимнезеленых видов рода *Cyclamen*. Куртины этих растений могут украшать цветник круглый год. Продолжительность жизни листы около 12 мес. у *C. coum*, около 15 мес. у *P. auricula*.

Листья примул секции *Auricula* светлозеленые, кожистые, с волнистым краем, сужающиеся у основания и расширяющиеся к верхушке. Такая необычная форма листьев напоминает ухо, вследствие чего растения *Primula auricula* часто называют «ушковой примулой». Виды рода *Cyclamen* характеризуются темно-зелеными кожистыми листьями разнообразной формы: сердцевидной (*C. coum*), напоминающей листья плюща (*C. hederifolium*), овальной (*C. intaminatum*). Помимо необычной формы, листья цикламенов имеют очень декоративный мраморный рисунок.

У многих летнезеленых и осеннезеленых видов листва декоративна и после цветения: *Primula denticulata*, *P. japonica*, *P. juliae*, *P. elatior* и их сорта. Так, у *Primula florindae* листья насыщенно-зеленые, зубчатые. Высокодекоративны резные опушенные листья у цветущего в конце весны гемизфемероида *Primula sieboldii*. Среди вербейников особенно примечательны почвопокровные *Lysimachia nummularia* и её золотистолистная разновидность *L. nummularia* var. *aurea*, образующие при разрастании плотный напочвенный ковер.

Оригинальность растения, на наш взгляд, понятие достаточно субъективное. Она определяется необычной формой соцветия или расцветкой. Так, несомненно, оригинальны своей шаровидной формой соцветия *Primula denticulata*, пирамидальные – *Primula vialii*, которые оригинальны еще двухцветной окраской. *Lysimachia cletroides* оригинальны и белыми цветками, и плотными, изогнутыми соцветиями.

Выводы

Проведенное исследование декоративных качеств видов сем. *Primulaceae* показало (таблица 1), что наиболее декоративными из них являются виды и сорта, получившие 33-35 баллов (*Primula komarowii*, *P. sieboldii*, *P. x* 'Полька Беларуская', *P. vulgaris* 'Снатканне', *P. auricula* и её сорта, *P. pulverulenta*, *P. elatior* 'Roosi' и др.). Они рекомендуются для

использования в озеленении. Остальные исследованные виды, несмотря на меньшие баллы (виды рода *Cyclamen*, некоторые видовые примулы), очень оригинальны и подойдут для любительского цветоводства или для выращивания в коллекции.

По результатам оценки декоративных качеств видов и сортов составлен аннотированный список декоративных представителей сем. *Primulaceae*, рекомендуемых нами для выращивания в условиях умеренной зоны Беларуси. При описании учитывались биологические особенности, устойчивость, декоративные качества представителей. Даны краткие рекомендации по использованию их в озеленении в условиях Беларуси.

Список литературы

1. Baggio C. Ciclamino la precocita secondo Sentier // Colt. prot. – 2002. – An.31. – № 4. – P. 65-69.
2. Tosca A., Frangi P., Bonomi L. Ciclamino: confronto varietale a Minoprio // Colt. prot. – 2000. – An.29. – № 9. – P. 117-123.
3. Бондарцев А.С. Шкала цветов. – М., Л., – 1954. – 27 с.
4. Матвеев С.И. Крупноцветковые примулы // Цветоводство – 1976. – №1 – С. 25
5. Свешникова М.Н. К морфологии соцветий рода *Primula* // Ботан. журн. – 1951. – Т. 36. – № 2. – С. 160-174.

Рекомендовано к печати к.б.н. Улейской Л.И.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ НОВОГО СОРТИМЕНТА ХРИЗАНТЕМЫ САДОВОЙ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Ю.Г. КОПАНЬ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Корреляционный анализ применительно к биологическим объектам является своего рода разведочным, первичным этапом изучения взаимосвязи и значимости морфобиологических особенностей, позволяющим выделить главные аспекты интегральной биологической системы – растения.

Для создания новых сортов непреходящее значение имеют фундаментальные исследования структурных элементов цветочно-декоративных растений, которые являются детерминантами как репродуктивного успеха, так и декоративной ценности конкретного сорта, сортимента и культуры в целом.

В связи с этим детальное изучение системы количественных признаков хризантемы садовой на предмет тесноты их связи между собой открывает возможность как моделирования и прогнозирования успешности репродукции, так и выявления характера и тесноты связи актуальных биоморфологических особенностей её сортимента. При решении указанных задач на начальных этапах исследования применяют корреляционный анализ, позволяющий установить направления и формы связи между варьирующими признаками, изменения ее тесноты и, наконец, проверить достоверность выборочных показателей корреляции. Биологические исследования цветочно-декоративных растений с применением метода корреляционного анализа довольно редки на Украине, а при изучении хризантем и вовсе отсутствуют [1,4,5].

Цель исследования: выявить силу взаимного влияния основных количественных признаков 40 сортов хризантемы садовой коллекции Никитского ботанического сада – Национального научного центра и параметры, пригодные для построения статистических моделей, которые послужат селекционерам для создания новых сортов с актуальными декоративными и биолого-хозяйственными особенностями.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили 40 сортов хризантемы садовой: 20 мелкоцветковых (Акварель, Золотой Паучок, Кира, Корсика, Манита, Медея, Мишаль, Никитская Юбилейная,

Николина, Орфей, Плюшевый Мишка, Русское Поле, Садко, Юрий Богатиков, Annacy Red, Annacy White, Balloon, Boston, Lipstick, Two Tone Pink) и 20 крупноцветковых (Золото Скифов, Коктебель, Коралл, Легенда Крыма, Огни Пекина, Халцедон, Эстет, Anastasia, Anastasia Bronze, Anastasia Lilac, Anastasia Sun, Dalistar, Diplomat Bronze, Diplomat Pink, Diplomat Purpur, Diplomat Weinrot, Izetka Bernstein, Rayonnant Pink, Revert, Sirius Gold). Биометрические измерения проводили на растениях хризантем в период массового цветения в 2005-2007 гг. по общепринятой методике [2]. Объем каждой выборки равен 50. Статистическую обработку материала проводили методом корреляционного анализа по общепринятой методике [3].

Результаты и обсуждение

После изучения в 2005-2007 гг. биологических особенностей 40 сортов хризантем из садовых групп мелкоцветковых и крупноцветковых для последующего корреляционного анализа нами были отобраны следующие 16 количественных признаков растений: коэффициент вегетативного размножения, черенков с растения; ширина листа, см; длина листа, см; количество цветков в соцветии, шт.; доля язычковых цветков, %; длина язычковых цветков, см; диаметр соцветия, см; высота растения, см; количество соцветий, шт.; надземная фитомасса, г; масса вегетативных структур, г; масса листьев, г; масса стебля, г; масса генеративных структур, г; репродуктивное усилие, %; жизнеспособность пыльцы, %.

Для изучения взаимозависимости формирования морфоструктур растений хризантем были использованы парные коэффициенты корреляции, объединенные в матрицу исходных данных, в которой сравниваются все задействованные данные. При вышеуказанных 16 признаках в матрице коэффициентов корреляции их оказалось 256. Однако при уровне достоверности 95% действительными оказались лишь 128 из них. Следует также указать, что 128 действительных коэффициентов корреляции согласно общепринятой методике нами были сгруппированы следующим образом:

- 1) со значением от 0,31 до 0,5 – группа коэффициентов корреляции, обозначающих умеренную степень тесноты связи между признаками (в нашем исследовании не учитываются из-за несущественности влияния);
- 2) от 0,5 до 0,7 – группа коэффициентов корреляции средней степени тесноты связи между признаками;
- 3) от 0,71 до 1 – группа коэффициентов корреляции, обозначающих высокую степень тесноты связи между признаками.

Основываясь на данных корреляционной матрицы, рассмотрим среднюю и высокую степени тесноты связи каждого количественного признака сортов хризантем с остальными параметрами.

Признак “диаметр соцветия” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаком “длина листа” (0,68) и обратной связи с признаком “коэффициент вегетативного размножения” (-0,57). Высокая степень тесноты прямой связи установлена с признаками “ширина листа” (0,75), “доля язычковых цветков” (0,72) и “длина язычковых цветков” (0,84), а обратной связи – с признаками “жизнеспособность пыльцы” (-0,71) и “количество соцветий” (-0,86).

Признак “высота растения” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаками “длина листа” (0,58), “масса листьев” (0,59) и “масса генеративных структур” (0,52). Высокая степень тесноты прямой связи установлена с признаками “надземная фитомасса” (0,81), и “масса вегетативных структур” (0,84).

Признак “доля язычковых цветков” характеризуется средней степенью тесноты обратной связи с признаками “репродуктивное усилие” (-0,55) и “жизнеспособность пыльцы” (-0,55). Высокая степень тесноты прямой связи установлена с признаками “длина язычковых цветков” (0,71), и “диаметр соцветия” (0,72), а обратной связи – с признаком “количество соцветий” (-0,74).

Признак “длина язычковых цветков” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаками “длина листа” (0,68), “количество цветков в соцветии” (0,65) и обратной связи с признаками “жизнеспособность пыльцы” (-0,61) и “коэффициент вегетативного размножения” (-0,54). Высокая степень тесноты прямой связи установлена с

признаками “доля язычковых цветков” (0,71), и “диаметр соцветия” (0,84), а обратной связи – с признаком “количество соцветий” (-0,79).

Признак “коэффициент вегетативного размножения” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаком “количество соцветий” (0,56) и обратной связи с признаками “длина язычковых цветков” (-0,54) и “диаметр соцветия” (-0,57).

Признак “ширина листа” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаком “количество цветков” (0,61) и обратной – с признаками “репродуктивное усилие” (-0,51) и “количество соцветий” (-0,66). Высокая степень тесноты прямой связи установлена с признаками “длина листа” (0,8), “длина язычковых цветков” (0,8) и “диаметр соцветия” (0,75).

Признак “длина листа” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаками “длина язычковых цветков” (0,68), “диаметр соцветия” (0,68), “высота растения” (0,58) и обратной связи с признаком “количество соцветий” (-0,56).

Признак “количество цветков в соцветии” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаками “ширина листа” (0,61), “длина язычковых цветков” (0,65), “диаметр соцветия” (0,63) и обратной связи с признаками “количество соцветий” (-0,68) и “жизнеспособность пыльцы” (-0,56).

Признак “масса генеративных структур” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаком “высота растения” (0,52) и высшей степенью – с признаком “надземная фитомасса” (0,83).

Признак “репродуктивное усилие” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаком “жизнеспособность пыльцы” (0,54) и обратной – с признаками “ширина листа” (-0,51) и “доля язычковых цветков” (-0,55).

Признак “масса вегетативных структур” характеризуется высокой степенью тесноты прямой связи с признаками “высота растения” (0,84), “надземная фитомасса” (0,86) и “масса листьев” (0,9).

Признак “масса листьев” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаком “высота растения” (0,59) и высокой степенью – с признаками “надземная фитомасса” (0,76) и “масса вегетативных структур” (0,9).

Признак “масса стебля” характеризуется отсутствием достоверных коэффициентов средней и высокой степеней тесноты связи с остальными признаками.

Признак “количество соцветий” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаками “коэффициент вегетативного размножения” (0,59), “жизнеспособность пыльцы” (0,57) и обратной связи с признаками “ширина листа” (-0,56), “длина листа” (-0,56) и “количество цветков в соцветии” (-0,68). Высшая степень тесноты обратной связи установлена с признаками “доля язычковых цветков” (-0,74), “длина язычковых цветков” (-0,79) и “диаметр соцветия” (-0,86).

Признак “надземная фитомасса” характеризуется высокой степенью тесноты прямой связи с признаками “высота растения” (0,81), “масса вегетативных структур” (0,86), “масса листьев” (0,76) и “масса генеративных структур” (0,83).

Признак “жизнеспособность пыльцы” характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаками “репродуктивное усилие” (0,54), “количество соцветий” (0,57) и обратной – с признаками “количество цветков” (-0,56), “доля язычковых цветков” (-0,55) и “длина язычковых цветков” (-0,61). Высокая степень тесноты обратной связи установлена с признаком “диаметр соцветия” (-0,71).

Анализируя парные коэффициенты корреляции, необходимо учитывать, что морфометрические признаки различны по своей природе. Одни из признаков имеют комплексный характер, другие – простой. В нашем случае, например, надземная фитомасса – комплексный признак, который состоит из массы листьев, стеблей и генеративных структур, в то время как масса листьев является простым признаком. Это обстоятельство часто игнорируется в литературе, хотя расчет парного коэффициента корреляции между двумя признаками дает однозначный результат, а парный коэффициент корреляции между комплексным и простым признаками следует интерпретировать как корреляцию целого с его частью, что с биологической точки зрения имеет иное содержание, нежели корреляции двух независимых частей.

Выводы и практическое применение

На основании проведенного исследования нами выявлено, что:

1) признаки “надземная фитомасса”, “масса вегетативных структур”, “масса листьев” и “масса генеративных структур” являются системой признаков и должны рассматриваться при последующих расчетах и моделировании как взаимосвязанная совокупность, характеризующая надземную массу растения;

2) признак “масса стебля” ввиду отсутствия высшей и средней степени тесноты связи с остальными признаками следует исключить из последующих расчетов и построения моделей;

3) ввиду значительного числа коэффициентов корреляции средней степени тесноты связи последующие расчеты и моделирование следует соотносить с разделением сортов хризантемы садовой на садовые группы крупноцветковых и мелкоцветковых хризантем;

4) признаки “репродуктивное усилие”, “жизнеспособность пыльцы”, “количество соцветий”, “доля язычковых цветков”, “длина язычковых цветков”, “диаметр соцветия” и “количество цветков в соцветии” составляют систему признаков, характеризующих репродуктивный успех растения, и при последующих расчетах и моделировании должны быть сгруппированы;

5) признак “высота растения” при последующих расчетах и моделировании следует объединить с признаками, характеризующими надземную фитомассу.

Результаты проведенного нами исследования могут быть использованы как для установления биологических закономерностей относительно взаимозависимости морфобиологических особенностей количественного характера сортов хризантем, так и для построения моделей, которые послужат селекционерам для создания новых сортов хризантемы садовой с актуальными декоративными и биолого-хозяйственными особенностями.

Список литературы

1. Ветрова Е.В., Достанко Г.С., Пирко И.Ф. Морфометрические параметры листа хризантемы садовой в условиях Донецкого ботанического сада // Матеріали читань, присвячених 300-річчю з дня народження К. Ліннея / Ред. Соколов І.Д. – Луганськ: Елтон-2, 2007. – С. 27-29.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат. – 1986. – 351с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
4. Работягов В.Д. Математическая модель продуктивности лаванды // Физиология и биохимия культурных растений. – 1983. – Т.15. – № 6. – С. 566-571
5. Шолохова Т.А. Результаты межсортовой гибридизации канны садовой // Труды Никит. ботан. сада. – 2004. – Т. 124. – С. 51-59

Рекомендовано к печати д.б.н., проф. Работяговым В.Д.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ НОВОГО СОРТИМЕНТА ХРИЗАНТЕМЫ САДОВОЙ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Ю.Г. КОПАНЬ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Для создания новых сортов непреходящее значение имеют фундаментальные исследования структурных элементов цветочно-декоративных растений, которые обуславливают как показатели репродуктивного успеха, так и декоративной ценности конкретного сорта, сортимента и культуры в целом.

В связи с этим детальное изучение системы количественных признаков на предмет тесноты их связи между собой открывает возможность как моделирования и прогнозирования успешности репродукции, так и выявления характера и тесноты связи актуальных биоморфологических особенностей сортимента хризантемы садовой для использования в

дальнейшей селекции. При решении указанных задач на завершающем этапе исследования применяют статистическое моделирование, позволяющее ботаникам и селекционерам с той или иной степенью вероятности характеризовать фенотипическую ассоциацию главных количественных признаков конкретного сорта хризантемы садовой. Биологические исследования цветочно-декоративных растений с применением статистического моделирования довольно редки на Украине, а при изучении хризантем и вовсе отсутствуют [1,6,7].

Цель исследования: выявить основные количественные признаки 40 сортов хризантемы садовой коллекции Никитского ботанического сада – Национального научного центра и построить на основе их фенотипических ассоциаций статистические модели, которые послужат ботаникам и селекционерам соответственно для характеристики взаимосвязанных морфологических параметров хризантемы садовой и создания новых сортов с актуальными декоративными и биолого-хозяйственными особенностями.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования в 2005-2007 гг. послужили 40 сортов хризантемы садовой: 20 мелкоцветковых (Акварель, Золотой Паучок, Кира, Корсика, Манита, Медея, Мишаль, Никитская Юбилейная, Николина, Орфей, Плюшевый Мишка, Русское Поле, Садко, Юрий Богатиков, Annacy Red, Annacy White, Balloon, Boston, Lipstick, Two Tone Pink) и 20 крупноцветковых (Золото Скифов, Коктебель, Коралл, Легенда Крыма, Огни Пекина, Халцедон, Эстет, Anastasia, Anastasia Bronze, Anastasia Lilac, Anastasia Sun, Dalistar, Diplomat Bronze, Diplomat Pink, Diplomat Purpur, Diplomat Weinrot, Izetka Bernstein, Rayonnant Pink, Revert, Sirius Gold). Биометрические измерения проводили на растениях хризантем в период массового цветения в 2005-2007 гг. по общепринятым методикам [2, 5]. Объем каждой выборки равен 50.

Обработку исходных данных проводили общепринятыми статистическими методами, а анализ полученных результатов – методом регрессионного анализа [3, 4].

Результаты и обсуждение

После изучения в 2005-2007 гг. биологических особенностей 40 сортов хризантем из садовых групп мелкоцветковых и крупноцветковых и последовательного исключения из расчетов незначимых показателей нами были выявлены для построения статистических моделей в качестве зависимых переменных следующие 7 количественных признаков:

- 1) надземная фитомасса, г;
- 2) масса вегетативных структур, г;
- 3) доля язычковых цветков, %;
- 4) длина язычковых цветков, см;
- 5) диаметр соцветия, см;
- 6) жизнеспособность пыльцы, %;
- 7) репродуктивное усилие, %.

В качестве независимых переменных после предварительного корреляционного анализа экспериментальных данных нами были выявлены следующие 15 факторных признаков: коэффициент вегетативного размножения, черенков с растения; ширина листа, см; длина листа, см; количество цветков в соцветии, шт.; доля язычковых цветков, %; длина язычковых цветков, см; диаметр соцветия, см; высота растения, см; количество соцветий, шт.; надземная фитомасса, г; масса вегетативных структур; масса листьев, г; масса генеративных структур, г; репродуктивное усилие, %; жизнеспособность пыльцы, %.

Для определения коррелирующих признаков нами были рассчитаны уравнения множественной линейной регрессии. Построенная регрессионная модель, выраженная уравнением регрессии, характеризует не только отдельный признак, выбранный в качестве результативного параметра, но и количественно отображает соответствующую фенотипическую ассоциацию взаимосвязанных биологических особенностей. Необходимо также обратить внимание на тот факт, что в связи со сложным гибридным происхождением сортов хризантемы садовой для соответствующих морфометрических параметров характерна большая (в нашем случае от 19 до 66%) вариабельность, поэтому уравнения регрессии

объясняют только определенную часть значений признака относительно среднего, выраженную через значение коэффициента детерминации.

Исследование взаимодействия признака “надземная фитомасса” и 4-факторных признаков с применением регрессионного анализа получило выражение в виде уравнения множественной линейной регрессии:

$$y = 0,748685 - 0,023829x_1 + 1,001884x_2 - 0,012789x_3 + 1,014573x_4 \quad (1),$$

где

y – фенотипическая величина результирующего признака “надземная фитомасса”;

x_1, x_2, x_3, x_4 – факторные признаки, наименования которых представлены в табл. 1.

Сравнение коэффициентов регрессии в уравнении даёт представление о степени влияния факторных признаков (x_1, x_2, x_3, x_4) на фенотипическую величину признака “надземная фитомасса” (табл. 1).

Таблица 1

Взаимосвязь надземной фитомассы и комплекса факторных признаков изученных сортов хризантемы садовой

Признак	Обозначение в уравнении регрессии x_i	Коэффициент регрессии b_i	Стандартная ошибка коэффициента регрессии (Std. err. of b_i)
Высота растения, см	x_1	– 0.23829	0.034688
Масса вегетативных структур, г	x_2	1.001884	0.025366
Масса листьев, г	x_3	– 0.012789	0.028374
Масса генеративных структур, г	x_4	1.014573	0.006863
Коэффициент детерминации, $R^2 = 0.99965322$			

Согласно коэффициенту детерминации, данная модель объясняет 99,9% значений признака “надземная фитомасса” относительно среднего.

Исследование взаимодействия признака “масса вегетативных структур” и 2-факторных признаков с применением регрессионного анализа получило выражение в виде уравнения множественной линейной регрессии:

$$y = -1,60097 + 1,1401x_1 + 1,02661x_2 \quad (2),$$

где

y – фенотипическая величина результирующего признака “масса вегетативных структур”;

x_1, x_2 – факторные признаки, наименования которых представлены в табл. 2.

Сравнение коэффициентов регрессии в уравнении даёт представление о степени влияния факторных признаков (x_1, x_2) на фенотипическую величину признака “масса вегетативных структур” (табл. 2).

Таблица 2

Взаимосвязь массы вегетативных структур и комплекса факторных признаков изученных сортов хризантемы садовой

Признак	Обозначение в уравнении регрессии x_i	Коэффициент регрессии, b_i	Стандартная ошибка коэффициента регрессии (Std. err. of b_i)
Высота растения, см	x_1	1,1401	0.139824
Масса листьев, г	x_2	1.02661	0.089699
Коэффициент детерминации, $R^2 = 0.95714429$			

Согласно коэффициенту детерминации, данная модель объясняет 95,8% значений признака “масса вегетативных структур” относительно среднего.

Исследование взаимодействия признака “доля язычковых цветков”, который применительно к сортам хризантемы садовой характеризует степень махровости соцветий, и 3-факторных признаков с применением регрессионного анализа получило выражение в виде уравнения множественной линейной регрессии:

$$y = 0,43 + 0,037202x_1 + 0,01075x_2 - 0,002355x_3 \quad (3),$$

где

y – фенотипическая величина результативного признака “доля язычковых цветков”;

x_1, x_2, x_3 – факторные признаки, наименования которых представлены в табл. 3.

Сравнение коэффициентов регрессии в уравнении даёт представление о степени влияния факторных признаков (x_1, x_2, x_3) на фенотипическую величину признака “доля язычковых цветков” (табл. 3).

Согласно коэффициенту детерминации, данная модель объясняет 59,1% значений признака “доля язычковых цветков” относительно среднего.

Таблица 3

Взаимосвязь доли язычковых цветков и комплекса факторных признаков изученных сортов хризантемы садовой

Признак	Обозначение в уравнении регрессии x_i	Коэффициент регрессии, b_i	Стандартная ошибка коэффициента регрессии (Std. err. of b_i)
Длина язычковых цветков, мм	x_1	0,037202	0,029919
Диаметр соцветия, см	x_2	0,0100750	0,017441
Количество соцветий, шт.	x_3	– 0,002355	0,0011236
Коэффициент множественной корреляции, $R = 0,76932964$			
Коэффициент детерминации, $R^2 = 0,59186809$			
Стандартная ошибка уравнения регрессии $m_{yx} = 0,25132$			

Исследование взаимодействия признака “длина язычковых цветков”, который является одной из характеристик декоративности соцветий сортов хризантемы садовой, и 3-факторных признаков с применением регрессионного анализа получило выражение в виде уравнения множественной линейной регрессии:

$$y = 2,257481 + 1,106911x_1 + 0,273112x_2 - 0,007285x_3 \quad (4),$$

где

y – фенотипическая величина результативного признака “длина язычковых цветков”;

x_1, x_2, x_3 – факторные признаки, наименования которых представлены в табл. 4.

Сравнение коэффициентов регрессии в уравнении даёт представление о степени влияния факторных признаков (x_1, x_2, x_3) на фенотипическую величину признака “длина язычковых цветков” (табл. 4).

Таблица 4

Взаимосвязь длины язычковых цветков и комплекса факторных признаков изученных сортов хризантемы садовой

Признак	Обозначение в уравнении регрессии x_i	Коэффициент регрессии, b_i	Стандартная ошибка коэффициента регрессии (Std. err. of b_i)
Доля язычковых цветков, %	x_1	1,106911	0,890207
Диаметр соцветия, см	x_2	0,273112	0,084111
Количество соцветий, шт.	x_3	– 0,007285	0,006968
Коэффициент множественной корреляции, $R = 0,85816262$			
Коэффициент детерминации, $R^2 = 0,73644307$			
Стандартная ошибка уравнения регрессии $m_{yx} = 1,3709$			

Согласно коэффициенту детерминации, данная модель объясняет 73,6% значений признака “длина язычковых цветков” относительно среднего.

Исследование взаимодействия признака “диаметр соцветия”, который является важнейшей характеристикой декоративности сортов хризантемы садовой, и 3-факторных признаков с применением регрессионного анализа получило выражение в виде уравнения множественной линейной регрессии:

$$y = 10,88361 + 0,63522x_1 - 0,03635x_2 - 0,06211x_3 \quad (5),$$

где

y – фенотипическая величина результативного признака “диаметр соцветия”;

x₁, x₂, x₃ – факторные признаки, наименования которых представлены в табл. 5.

Сравнение коэффициентов регрессии в уравнении даёт представление о степени влияния факторных признаков (x₁, x₂, x₃) на фенотипическую величину признака “диаметр соцветия” (табл. 5).

Согласно коэффициенту детерминации, данная модель объясняет 84,9% значений признака “диаметр соцветия” относительно среднего.

Таблица 5

Взаимосвязь диаметра соцветий и комплекса факторных признаков изученных сортов хризантемы садовой

Признак	Обозначение в уравнении регрессии x _i	Коэффициент регрессии, b _i	Стандартная ошибка коэффициента регрессии (Std. err. of b _i)
Длина язычковых цветков, мм	x ₁	0,63522	0,240882
Количество соцветий, шт.	x ₂	– 0,03635	0.009538
Жизнеспособность пыльцы, %	x ₃	– 0.06211	0.021011
Коэффициент множественной корреляции, R = 0.92123015			
Коэффициент детерминации, R ² = 0.848665			
Стандартная ошибка уравнения регрессии m ux = 2,1674			

Исследование взаимодействия признака “жизнеспособность пыльцы” и 5-факторных признаков с применением регрессионного анализа получило выражение в виде уравнения множественной линейной регрессии:

$$y = 80,36317 - 0,04684x_1 - 3,89277x_2 + 0,2716x_3 - 2,8121x_4 - 0,9655x_5 \quad (6),$$

где

y – фенотипическая величина результативного признака “жизнеспособность пыльцы”;

x₁, x₂, x₃, x₄, x₅ – факторные признаки, наименования которых представлены в табл. 6.

Сравнение коэффициентов регрессии в уравнении даёт представление о степени влияния факторных признаков (x₁, x₂, x₃, x₄, x₅) на фенотипическую величину признака “жизнеспособность пыльцы” (табл. 6).

Таблица 6

Взаимосвязь жизнеспособности пыльцы и комплекса факторных признаков изученных сортов хризантемы садовой

Признак	Обозначение в уравнении регрессии x _i	Коэффициент регрессии, b _i	Стандартная ошибка коэффициента регрессии (Std.err. of b _i)
Количество цветков в соцветии, шт.	x ₁	– 0.04684	0.0305
Доля язычковых цветков, %	x ₂	– 3,89277	10,89325
Длина язычковых цветков, см	x ₃	0,27160	1,87787
Диаметр соцветия, см	x ₄	– 2,8121	1,07629
Количество соцветий, шт.	x ₅	– 0,09655	0,08468
Коэффициент множественной корреляции, R = 0.76986038			
Коэффициент детерминации, R ² = 0.592685			
Стандартная ошибка уравнения регрессии m ux = 14,894			

Согласно коэффициенту детерминации, данная модель объясняет 59,3% значений признака “жизнеспособность пыльцы” относительно среднего.

Исследование взаимодействия важнейшего признака растений “репродуктивное усилие” и 3- факторных признаков с применением регрессионного анализа получило выражение в виде уравнения множественной линейной регрессии:

$$y = -1,00137 + 0,19263x_1 - 4,34711x_2 + 0,41511x_3 \quad (7),$$

где

y – фенотипическая величина результативного признака “репродуктивное усилие”;

x₁, x₂, x₃ – факторные признаки, наименования которых представлены в табл. 7.

Сравнение коэффициентов регрессии в уравнении даёт представление о степени влияния факторных признаков (x₁, x₂, x₃) на фенотипическую величину признака “репродуктивное усилие” (табл. 7).

Таблица 7

Взаимосвязь показателей репродуктивного усилия и комплекса факторных признаков изученных сортов хризантемы садовой

Признак	Обозначение в уравнении регрессии x _i	Коэффициент регрессии b _i	Стандартная ошибка коэффициента регрессии (Std. err. of b _i)
Жизнеспособность пыльцы, %	x ₁	0,19263	0.041129
Доля язычковых цветков, %	x ₂	– 4,34711	1,789222
Коэффициент вегетативного размножения, черенков с растения	x ₃	0,41511	0.252479
Коэффициент множественной корреляции, R = 0.82513073			
Коэффициент детерминации, R ² = 0.681			
Стандартная ошибка уравнения регрессии m ux = 1.7671			

Согласно коэффициенту детерминации, данная модель объясняет 68,1% значений признака “репродуктивное усилие” относительно среднего. Однако при исследовании взаимодействия данного признака и 1 фактора с построением уравнения регрессии было установлено повышение показателя коэффициента детерминации до 92,7 %:

$$y = 3,104815 + 0,19263x^2 \quad (8),$$

где

y – фенотипическая величина результативного признака “репродуктивное усилие”;

x – факторный признак “жизнеспособность пыльцы”, статистические показатели которого представлены в табл. 8.

Таблица 8

Взаимосвязь показателей репродуктивного усилия и жизнеспособности пыльцы изученных сортов хризантемы садовой

Признак	Обозначение в уравнении регрессии x _i	Коэффициент регрессии, b _i	Стандартная ошибка коэффициента регрессии (Std. err. of b _i)
Жизнеспособность пыльцы, %	x ₁	0,015537	0.00076
Коэффициент детерминации, R ² = 0.927			

Выводы и практическое применение

На основании проведенного исследования нами выявлено, что:

1) для построения моделей в качестве зависимых переменных надлежит использовать 7 количественных признаков (надземная фитомасса, г; масса вегетативных структур, г; доля язычковых цветков, %; длина язычковых цветков, см; диаметр соцветия, см; жизнеспособность пыльцы, %; репродуктивное усилие, %);

2) статистические модели, построенные на основе фенотипических ассоциаций 15-факторных признаков, характеризуют не только отдельный признак, выбранный в качестве результативного параметра, но и количественно отображают соответствующую систему взаимосвязанных биологических особенностей сортов хризантемы садовой.

Результаты проведенного нами исследования послужат теоретической основой для создания новых сортов с актуальными декоративными и биолого-хозяйственными особенностями. Особенное внимание следует обратить на признаки “надземная фитомасса”, “масса вегетативных структур”, “доля язычковых цветков”, “длина язычковых цветков”, “диаметр соцветия”, “жизнеспособность пыльцы” и “репродуктивное усилие” как перспективные для использования в направленной селекции сортов хризантемы садовой.

Список литературы

1. Ветрова Е.В., Достанко Г.С., Пирко И.Ф. Морфометрические параметры листа хризантемы садовой в условиях Донецкого ботанического сада // Матеріали читань, присвячених 300- річчю з дня народження К. Ліннея / Ред. Соколов І.Д. – Луганськ: Елтон-2, 2007. – С. 27-29.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат. – 1986. – 351 с.
3. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – Кн. 1, 2. – М.: Мир, 1981. – 252 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: Вып. 6. Декоративные культуры. – М.: Колос, 1968. – 224 с.
6. Работягов В.Д. Математическая модель продуктивности лаванды // Физиология и биохимия культурных растений. – 1983. – Т.15. – № 6. – С. 566-571.
7. Шолохова Т.А. Результаты межсортовой гибридизации канны садовой // Труды Никит. ботан. сада. – 2004. – Т. 124. – С. 51-59.

Рекомендовано к печати д.б.н., проф. Работяговым В.Д.

ЮЖНОЕ ПЛОДОВОДСТВО

СТЕПЕНЬ САМОФЕРТИЛЬНОСТИ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ НА ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА СОРТОВ И ФОРМ АБРИКОСА

В.В. КОРЗИН

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Исследования по вопросам самофертильности и перекрёстного опыления у плодовых культур ведутся с прошлого столетия. Довольно полный обзор их результатов сделали W. Chandler, В.В. Пашкевич и И. Н. Рябов [8].

По данным зарубежных авторов, модель наследования самостерильности и гены, отвечающие за неё, определены недавно. Изучение процессов опыления и оплодотворения у абрикоса позволяет сделать более верным подбор родительских генотипов при селекции новых форм, уменьшить вероятность количества самостерильных семян в потомстве [10].

Особенности сортов разных эколого-географических групп абрикоса проявляются в различной завязываемости плодов при свободном опылении и опылении собственной пыльцой. На основе многолетних данных изучения степени самофертильности растений абрикоса, К.Ф.Костина отмечает существенные различия. Большинство сортов европейской группы самофертильны (свыше 88%), у среднеазиатских образцов она не превышает 18%, у ирано-кавказских – 6% [4]. Сорта из Северной Америки (‘Goldrich’, ‘Narcot’, ‘Harris’ и др.), выделяющиеся по комплексу признаков, в большинстве своём самостерильны [9]. Отсутствие возможности опыления собственной пыльцой у американских, среднеазиатских и ирано-кавказских сортов – частое явление, в отличие от европейских. По мнению К. Ф. Костиной, признак самостерильности, преобладавший в районах древнего семенного размножения абрикоса, в результате искусственного отбора уступил место более выгодному для человека свойству самофертильности [7, 8].

Постановка проблемы

Степень самоопыления имеет большое значение для продуктивности абрикоса в условиях юга Украины и Крыма, поскольку во время его цветения нередко стоит холодная, ветреная, пасмурная погода, что препятствует лёту пчёл, а, следовательно, и опылению. Самофертильные сорта (способные опыляться собственной пылью) во время цветения менее зависимы от насекомых-опылителей и климатических условий, чем растения, которым необходима для формирования завязи пыльца сортов-опылителей. Неблагоприятные погодные условия в фазу цветения и оплодотворения ведут к снижению урожайности у стерильных растений, что обуславливает низкую рентабельность производства. Поэтому создание самофертильных сортов является одним из важных направлений при селекции абрикоса [4].

Целью данной работы явилось установление возможности опыления собственной пылью и оплодотворения интродуцированных в Крым сортов и форм абрикоса.

Объекты и методы исследования

Исследования вели в Никитском ботаническом саду (г. Ялта) в 2006-2008 годы. В изучение включено 15 перспективных сортов и форм абрикоса обыкновенного (*Armeniaca vulgaris* Lam.), интродуцированных из различных регионов (Европы, Китая, Средней Азии). На коллекционные участки растения были высажены в 1991 г.

Проверку пыльцы на жизнеспособность проводили методом проращивания на 10-15-20%-ных растворах сахарозы. Просмотр пыльцы каждого сорта вели под микроскопом марки РЗО в трёх полях зрения, по 100 пыльцевых зёрен в каждом из них. Возможность оплодотворения собственной пылью у интродуцированных сортов и форм выявляли с использованием 2-х способов: 1) опыление цветка без кастрации с изоляцией опыленной ветви дерева марлевым изолятором; 2) принудительное опыление цветков собственной пылью с их кастрацией. Сорт считался самосовместимым, если, по крайней мере, в одном из 3-х проведённых лет исследований количество образовавшихся завязей составляло более 10% от всех опылённых цветков, а при более слабом завязывании, если оно не ниже, чем в 2 раза по сравнению с контролем [2]. Частично самоплодными считали сорта при завязывании плодов от 2 до 10%. Самобесплодным считали сорт при завязывании плодов менее 2% [6]. Завязи подсчитывали через 40 суток после опыления [3]. Работа осуществлялась по методикам К.Ф.Костиной, Э.Н.Доманской [1, 3]

Результаты и обсуждение

Для изучения самофертильности были отобраны перспективные сорта и формы из 3-х эколого-географических групп, главным образом европейской (Букурия, LE-132, Мельничка Рана, Nagicorozi Orias, Roxana, Sulina, Cegledi Orias, Н-II 5/33, 47-L/11, 7(2)-2-50, 319-757), в меньшем количестве среднеазиатской (Кок-Пшар, Лючак Сумбарский) и китайской (Да-Хуан-Хоу). В качестве контроля был привлечён районированный сорт Крымский Амур.

Установлено, что морфологически нормальные пыльцевые зерна трёхпоровые, двухклеточные, диаметром 30-36 мк, отклонение их размеров в 1,5 раза по сравнению с нормой является показателем изменённой плоидности. Пыльцевые зерна с изменённой плоидностью, одним или обоими дегенерировавшими ядрами, наряду с пыльцевыми зёрнами, погибшими на ранних этапах развития, определяют в итоге процент стерильности пыльцы того или иного сорта [5].

Исследования показали (табл. 1), что больше всего морфологически нормальной пыльцы отмечено у 3-х сортов (Да-Хуан-Хоу, Крымский Амур, Nagicorozi Orias) и формы Н-II 5/33. Большое количество дефективной пыльцы присутствовало у следующих образцов: 'Букурия', 'Кок-Пшар', 'LE-132', 'Лючак Сумбарский', 'Мельничка Рана', 'Sulina', 'Cegledi Orias', '319-757'.

Таким образом, у обоих среднеазиатских культиваров ('Кок-Пшар', 'Лючак Сумбарский') наблюдается повышенная стерильность пыльцы, китайский – 'Да-Хуан-Хоу' обладает морфологически нормальными пыльцевыми зёрнами. Большинство сортов европейской группы характеризуются морфологически нормальной пылью, что свойственно растениям способным опыляться собственной пылью. В данной группе встречаются образцы с повышенной дефективностью пыльцевых зёрен ('Букурия', 'LE-132', 'Мельничка Рана', 'Sulina', 'Cegledi Orias', '319-757') (табл. 1). Эти данные объясняют низкий процент жизнеспособности и отсутствие или небольшое количество образования завязей у таких сортов,

как: Букурия, Кок-Пшар, Лючак Сумбарский, 319-757 (табл. 2, 3). Кроме нормального развития пыльца и её жизнеспособности следует учитывать физиологическую несовместимость, что также ведёт к появлению признака самостерильности.

Таблица 1

Результаты цитоморфологического анализа пыльцы абрикоса (2007-2008 гг.)

Объект исследования	Морфологически нормальная пыльца, %		Дефективная пыльца, %	
	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.
Букурия	60,6	43,8	39,4	56,2
Да-Хуан-Хоу	94,4	92,0	5,6	8,0
Кок-Пшар	89,9	85,0	10,1	15,0
Крымский Амур	94,4	90,7	5,6	9,3
LE-132	87,1	64,5	12,9	35,5
Лючак Сумбарский	—	83,8	—	16,2
Мельничка Рана	85,7	80,0	14,3	20,0
Nagicorozi Orias	100	94,9	0	5,1
Roxana	86,2	89,1	13,8	10,9
Sulina	88,1	50,0	11,9	50,0
Cegledi Orias	72,3	89,9	27,7	10,1
Н-II 5/33	91,7	96,6	8,3	3,4
47-L/11	88,9	91,7	11,1	8,3
7(2)-2-50	87,3	85,7	12,7	14,3
319-757	72,7	62,9	27,3	37,1

Примечание: Цветковые почки находились в фазе зрелых пыльцевых зёрен.

Определение жизнеспособности пыльцы в 2006 г. позволило выявить оптимальные концентрации раствора сахарозы для её прорастания. Лучшими оказались варианты с содержанием сахарозы 15-20%. Наиболее высокая жизнеспособность пыльцы отмечена у растений: 'Да-Хуан-Хоу', 'Мельничка Рана', 'Sulina', LE-132, 7(2)-2-50, (17,66 – 49,39%). В 2007 г. строгой закономерности при проращивании пыльцы в растворах с различной концентрацией сахарозы не замечено.

Для конкретных сортов и гибридов оптимальная концентрация раствора различна. Лучше всего пыльца проросла у образцов: 'Да-Хуан-Хоу', 'Лючак Сумбарский', 'Sulina', 7(2)-2-50, '319-757' (2,05–8,90%). В 2008г. лучшим оказался вариант с содержанием сахарозы 15%. Растения 'Крымский Амур', 'Sulina', 'Cegledi Orias' (8,60–24,64%); LE-132, 47-L/11 (8,0-17,09%) характеризовались наибольшим количеством нормально проросших пыльцевых зёрен (табл.2).

Таблица 2

Жизнеспособность пыльцы новых интродуцированных сортов и форм абрикоса (2006-2008 гг.)

Сорт, форма	Количество нормально проросших пыльцевых зёрен в р-ре сахарозы различной концентрации по годам, %								
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
	10%			15%			20%		
Букурия	7,38	5,06	3,27	12,25	2,28	4,24	8,9	0,69	3,53
Да-Хуан-Хоу	23,90	3,62	0	31,63	2,30	0	29,78	2,27	0,26
Кок-Пшар	-	1,25	3,29	-	1,66	6,09	-	0,18	2,11
Крымский Амур	-	3,31	14,13	-	4,61	24,64	-	1,93	22,14
LE-132	26,47	1,53	10,20	29,61	2,09	15,0	20,66	2,23	8,0
Лючак Сумбарский	7,10	2,59	0	4,77	3,15	0,60	8,16	2,15	0,53
Мельничка Рана	-	2,05	6,99	17,66	1,16	8,33	24,17	3,17	10,74
Nagicorozi Orias	-	2,71	6,80	-	4,64	19,45	-	0,69	11,29
Roxana	13,42	1,86	2,60	23,57	8,78	2,40	15,57	5,46	2,0
Sulina	27,72	4,77	11,81	40,34	3,41	8,60	28,0	2,13	9,78
Cegledi Orias	9,0	-	18,20	12,31	4,40	23,70	18,54	0,37	13,0
Н-II 5/33	10,81	0	0,20	12,83	1,29	0,47	16,94	1,14	0
47-L/11	-	1,12	11,23	-	4,05	17,09	-	1,15	13,48
7(2)-2-50	27,57	2,05	9,8	44,67	5,26	8,53	49,39	8,9	7,56
319-757	9,67	4,14	6,70	6,86	4,39	8,02	6,23	2,14	7,40

Выявленное снижение жизнеспособности пыльцы в 2007 г. по сравнению с 2006 г. и 2008 г. вероятно обусловлено крайне неблагоприятными погодными условиями этого года. Так, сорта и формы с ранним сроком цветения подверглись действию заморозков во второй половине марта-начале апреля, что привело к частичной или полной гибели хорошо развитых бутонов и распустившихся цветков. Засуха, длившаяся с середины марта до начала сентября, также оказала негативное влияние на формирование генеративных органов и в дальнейшем на их урожайность.

По итогам наблюдений 2006 г. установлено, что 'Roxana', 'Sulina', 'Cegledi Orias', 'H-II 5/33' являются самофертильными. Количество образовавшихся завязей у них варьировало от 4 до 13%. 'Букурия', 'Да-Хуан-Хоу', 'Лючак Сумбарский', 319-757 завязей не образовали. 'Мельничка Рана', 7(2)-2-50 – частично самофертильные. По методике сорт считается самосовместимым, если количество образовавшихся завязей составляет более 10% от всех опылённых цветков или при более слабом завязывании, если оно не ниже, чем в два раза по сравнению с контролем [2].

Таблица 3

Степень самофертильности интродуцированных сортов и форм абрикоса (2006-2008 гг.)

Объект исследования	Количество опылённых цветков по годам, шт.						Количество образовавшихся завязей по годам, шт. / %					
	контроль			самоопыление			контроль			самоопыление		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Букурия	273	263	800	443	255	583	-	10/4	5/1	0/0	0/0	0/0
Да-Хуан-Хоу	141	224	398	267	252	487	13/9	17/8	0/0	0/0	0/0	0/0
Кок-Пшар	-	249	200	-	220	444	-	1/0	8/4	-	0/0	0/0
Крымск. Амур	-	150	126	-	249	254	-	26/17	0/0	-	11/4	26/10
LE-132	-	185	210	-	292	213	-	36/19	3/1	-	4/1	3/1
Лючак Сумбарский	139	84	111	281	113	228	4/3	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Мельничка Рана	318	126	397	483	64	439	90/28	8/6	3/1	40/8	0/0	3/1
Nagicorozi Orias	-	230	266	-	236	335	-	7/3	7/3	-	3/1	2/1
Roxana	176	168	259	206	141	369	39/22	14/8	4/2	27/13	3/2	13/4
Sulina	172	186	174	374	149	167	1/1	0/0	12/7	15/4	0/0	10/6
Cegledi Orias	189	157	128	123	114	271	14/7	8/5	7/5	6/5	0/0	2/1
7(2)-2-50	350	169	256	254	319	352	76/22	52/31	20/8	22/9	69/22	14/4
319-757	201	146	340	404	213	367	-	17/12	7/2	0/0	1/0	0/0
47-L/11	-	20	174	-	55	135	-	4/20	31/18	-	7/13	13/10
H-II 5/33	154	200	112	151	274	295	35/23	22/11	2/2	19/13	19/7	42/14

В 2007 г. установлено, что H-II 5/33, 47-L/11, 7(2)-2-50 являются самофертильными (7–22% образовано завязей); 'Крымский Амур', 'Nagicorozi Orias', 'Roxana' и LE-132 – частично самофертильны (1–4%). 'Букурия', 'Да-Хуан-Хоу', 'Кок-Пшар', 'Лючак Сумбарский', 'Мельничка Рана', 'Sulina', 'Cegledi Orias', '319-757' завязи не образовали.

По данным 2008 г., 'Крымский Амур', 'Roxana', 'Sulina', 7(2)-2-50, 47-L/11, H-II 5/33 проявили себя как самофертильные (4-14%). LE-132, 'Мельничка Рана', 'Nagicorozi Orias', 'Cegledi Orias' – частично самофертильные (от 1 до 4%). 'Букурия', 'Да-Хуан-Хоу', 'Кок-Пшар', 'Лючак Сумбарский', 319-757 – завязи не образовали.

Опыление сорта зависит не только от его биологических особенностей, но и от климатических условий и питания растения. В отдельные годы могут наблюдаться морфологические аномалии, состоящие главным образом в отсутствии пыльцы, что приводит к появлению признака самостерильности [9]. Это объясняет появление самостерильности в 2007 г. у сортов и форм, которые в 2006 г. были выделены как самофертильные (Мельничка Рана, Sulina, Cegledi Orias).

Выводы

1. По итогам трёхлетнего изучения интродуцированных сортов и форм абрикоса к самофертильным можно отнести: Крымский Амур, Roxana, Sulina, Cegledi Orias, 7(2)-2-50, H-II 5/33, 47-L/11. Образцы LE-132, Мельничка Рана, Nagicorozi Orias – частично самофертильные.

Букурия, Да-Хуан-Хоу, Кок-Пшар, Лючак Сумбарский, 319-757 без перекрёстного опыления завязей и полноценного урожая не образуют.

2. При проращивании пыльцы на искусственной среде лучшим оказался вариант с содержанием сахарозы 15%.

3. У сортов Мельничка Рана, Sulina, Cegledi Orias при опылении собственной пыльцой завязывание плодов не происходит в годы с неблагоприятными погодными условиями.

Перспективы дальнейших исследований

Полученные результаты могут быть направлены на привлечение в дальнейшую селекцию интродуцированных перспективных сортов и форм (Roxana, 7(2)-2-50, Н-II 5/33) проявивших признак самофертильности на протяжении всего времени изучения.

Список литературы

1. Костина К. Ф. Опыт с самоопылением плодовых деревьев в Государственном Никитском ботаническом саду // Записки Гос. Никитского ботан. сада. – 1928. – Т. 10. – Вып. 1. – 86 с.
2. Костина К. Ф. Степень самоплодности сортов и гибридов абрикоса различных эколого-географических групп // С.-х. биол. – 1966. – Т. 1. – № 3. – С. 352-355.
3. Костина К. Ф., Доманская Э. Н. Опыт по самоопылению абрикоса // Доклады ВАСХНИЛ. – 1956. – Вып. 5. – С. 12-14.
4. Костина К. Ф., Горшкова Г. А. К вопросу о самоопылении абрикоса // Сельскохозяйственная биология. – 1976. – № 4. – С. 612-613.
5. Лагутова Е. И. Стерильность пыльцы и самоплодность абрикоса различных эколого-географических групп // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1987. – Вып. 64. – С. 102-106.
6. Лагутова Е. И. Биологические и цитозмбриологические особенности самоплодности абрикоса: Дисс. канд. биол. наук: 03.00.05; защищена 27.03.1992; Утв. 11.06.92 – Ялта, 1991. – 156с.: илл. – Библиогр.: С.112-133.
7. Морилян Э. С. Опыление и оплодотворение стандартных и малораспространенных сортов абрикоса // Известия сельскохозяйственных наук. – Ереван, 1984. – № 6. – С. 30-31.
8. Смыков В. К. Биология яблони и абрикоса и принципы формирования промышленных сортиментов. – Кишинев: Штиинца, 1978. – 163 с.
9. Audergon J. M., Guerriero R., Monteleone P., Viti R. Contribution to the study of inheritance of the character self-incompatibility in apricot // International symposium on apricot culture. Veria-Makedonia, Greece, 25-30 May, 1997. – Vol. 1. – P. 275-279.
10. Burgos L., Perez-Tornero O. Review of self-incompatibility in apricot // International symposium on apricot culture. Veria-Makedonia, Greece, 25-30 May, 1997. – Vol. 1. – P. 267-271

Рекомендовано к печати д.с.-х.н., проф. Смыковым В.К.

БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

АНАЛИЗ ГЕТЕРОГЕННОСТИ ПОЛИПЕПТИДНЫХ ФРАКЦИЙ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ПОБЕГООБРАЗОВАНИЯ У *DENDROBIUM* SP. В КУЛЬТУРЕ IN VITRO

О.Н. КОЗЛОВА

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г.Минск, Республика Беларусь

Введение

На современном этапе развития науки, а также промышленных технологий производства высококачественного посадочного материала ценных декоративных растений все большее распространение приобретает культура изолированных органов, клеток и тканей растений. Необходимым условием успешного использования этих методик является разработанная система индуцируемого морфогенеза [2]. Однако, несмотря на широкое использование регенерации in vitro в научных и практических целях, до сих пор не получено целостной картины механизмов этого процесса. Важным моментом изучения процессов

морфогенеза является исследование самых ранних этапов, когда некоторые клетки суспензии или экспланта приобретают способность развития в орган или эмбрионид [4]. Полученные на сегодняшний момент научные данные характеризуют, в основном, отдельные стадии регенерации *in vitro*. Также следует отметить, что большинство исследований проводятся с использованием ограниченного круга растений: арабидопсис, табак, морковь [2, 6]. Литературные данные, характеризующие эти процессы у орхидных, отсутствуют.

Целью нашей работы явилось проведение анализа полипептидных фракций легкорастворимых, мембраносвязанных белков и белков клеточной стенки на ранних стадиях побегообразования в культуре *in vitro* у *Dendrobium* sp. (Orchidaceae) для определения возможных маркеров данного процесса.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования использовалась асептическая культура *Dendrobium* sp. (коллекция ЦБС НАН Беларуси). Для культивирования эксплантов использовали среду MS [5]. Основной режим культивирования: температура $25 \pm 2^{\circ}$, освещенность 3 000 лк, фотопериод 16 часов. Для изучения индукции побегообразования в качестве эксплантов использовали молодые туберидии *Dendrobium* sp с двумя сформировавшимися листьями и корешками. Наблюдение за культурой велось до появления видных невооруженным глазом новых побегов. В каждую колбу высаживалось по 10 побегов *Dendrobium* sp. Эксперименты проводились в трехкратной повторности.

Материал для последующего выделения белков отбирали по схеме: контроль (эксплант без высадки на среду) – 1 день культивирования – 2 день – 3 день – 5 день – 6 день – 7 день – 9 день – 13 день – 15 день для *Dendrobium* sp. Отобранные образцы взвешивали, фиксировали в жидком азоте и хранили при -80°C .

При выделении белков различных фракций использовали методику, предложенную в диссертационной работе Василевко для определения растительных глюконаз [1]. Электрофоретическое разделение белков проводили при комнатной температуре в полиакриламидном геле (ПААГ) при постоянном токе 30 мА в щелочной системе с ДСН. Для электрофореза использовали 5%-ный концентрирующий и 15%-ный разделяющий ПААГ. После разделения белковых фракций гели фиксировали 10% ТХУ, а затем окрашивали 0,1% Coomassie Blue R-250. Гели фотографировали, интенсивность окрашивания зон и величины молекулярных масс полипептидов оценивали с помощью компьютерной программы Phoretix 1D (Nonlinear Dynamics LTD). В качестве маркера молекулярных масс полипептидов использовали LMW стандарт производства Amersham Pharmacia Biotech.

Результаты и обсуждение

Анализ качественного состава различных фракций белков проводился с целью идентификации возможных маркеров процессов, обуславливающих образование новых побегов при развитии в культуре *in vitro* *Dendrobium* sp. Спустя сутки после пассажа на среду видимых качественных и количественных изменений в составе полипептидов легкорастворимой фракции из туберидиев *Dendrobium* sp. по сравнению с контролем не происходило. На второй день культивирования наблюдалось увеличение количества полипептидов с молекулярной массой 16,1-16,8 кДа и снижение количества полипептидов с молекулярной массой от 12,1 до 14,2 кДа по сравнению с контролем и первым днем культивирования (рис.1). На следующие сутки количество 16,1-16,8 кДа белков снижалось и возрастало количество 12,1-14,2 кДа группы полипептидов. На пятый день культивирования проявлялся полипептид с массой 91,8 кДа (рис. 1), а полипептиды 114,7; 101,6 и 85,9 кДа исчезали и появлялись снова 85,9 кДа на шестые и 114,7-101,6 кДа на седьмые сутки после высадки туберидиев на среду. Количество полипептидов 16,1-16,6 кДа и 12,1-14,2 кДа между пятым и седьмым днем менялось в противоположном направлении относительно друг друга: если интенсивность окрашивания 16,1-16,8 кДа зон уменьшалась (пятые и седьмые сутки), то 12,1-14,2 кДа увеличивалась и наоборот (шестые сутки). Количество 12,1-14,2 кДа полипептидов снова возрастало на тринадцатые–пятнадцатые сутки. Согласно данным денситограммы, количество полипептида 13,3кДа на седьмой день было максимальным. На девятые сутки наблюдалось резкое увеличение количества полипептида с молекулярной массой 30,7 кДа. Полипептидов с

молекулярной массой выше 80 кДа не наблюдалось. На тринадцатые сутки снова появлялись 101,6 и 85,9 кДа полипептиды. На пятнадцатый день появился новый полипептид 96,1 кДа.

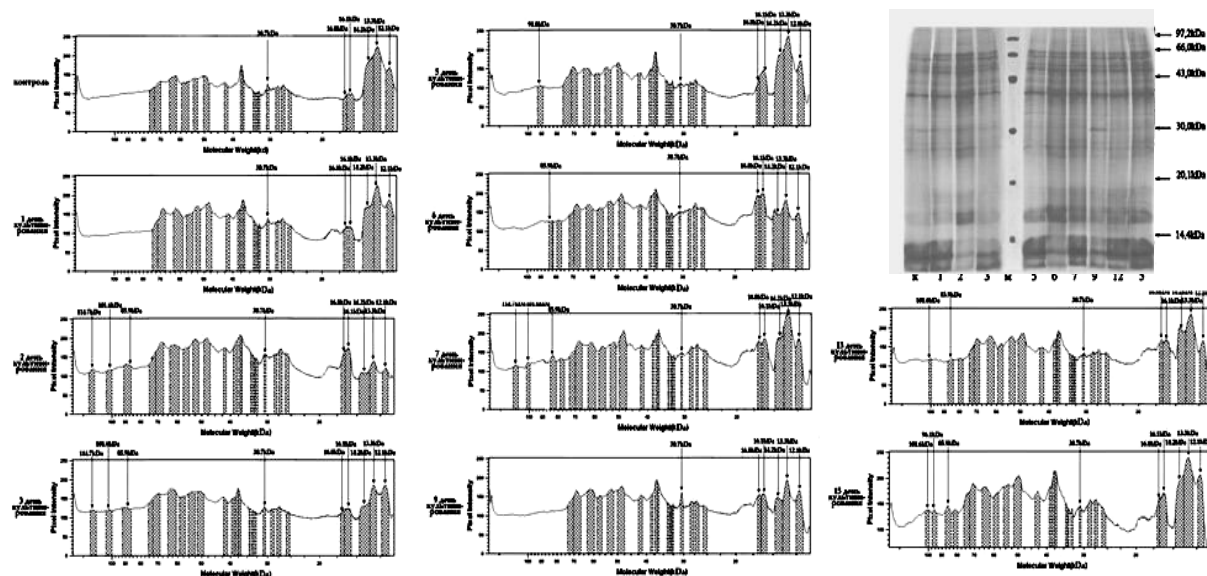


Рис. 1. Электрофорез и денситограммы фракции легкорастворимых полипептидов из туберидиев *Dendrobium* sp.

При изучении фракции мембраносвязанных белков из туберидиев *Dendrobium* sp. четких качественных и количественных различий по составу полипептидов в процессе индукции адвентивного побегообразования не выявлено. Количество белка остается практически неизменным с момента высадки на среду и до момента образования новых побегов. Наблюдается небольшое увеличение количества белка с молекулярной массой 11,9 кДа с пятого по девятый день культивирования.

Различия среди полипептидов клеточных стенок *Dendrobium* sp. определены для низкомолекулярных белков. Количество 21,2 кДа полипептида снижается на пятый–седьмой день и снова возрастает на девятый. Так же после пяти дней культивирования полностью исчезает 16,2 кДа полипептид и снова появляется на девятый день. Для всего периода культивирования характерна стабильная экспрессия полипептида с молекулярной массой 13,8 кДа. 11,2 кДа полипептид обнаружен на первый–третий, а так же девятый–тринадцатый дни культивирования эксплантов.

Как известно, процесс адвентивного морфогенеза состоит из трех стадий: приобретение компетенции, индукция и реализация [2]. В связи с этим можно предположить, что резкое увеличение количества 16,1–16,8 кДа полипептидов на второй день культивирования является показателем завершения приобретения компетенции и началом процесса индукции морфогенеза у *Dendrobium* sp. Так же об этом может свидетельствовать начало синтеза полипептидов с молекулярной массой 114,7–85,9 кДа. Предположительно, эти полипептиды могут являться субъединицами некоторых ферментов, в частности пероксидазы, которые рассматриваются рядом авторов как возможные маркеры различных стадий регенерации в культуре *in vitro* [3]. Новое увеличение количества 16,1–16,8 кДа полипептидов на шестой день культивирования и появление 114,7–85,9 кДа полипептидов на шестой–седьмой день может быть связано с началом процесса реализации. Так же на пятый день отмечено появление полипептида с молекулярной массой 91,6 кДа. В это же время показано снижение синтеза 21,2 кДа полипептида и прекращение синтеза 11,2 и 16,2 кДа полипептидов в клеточных стенках *Dendrobium* sp. Изменение количества 12,1 – 14,2 кДа легкорастворимых полипептидов, обратно коррелирующее с количеством полипептидов 16,1–16,8 кДа, так же может рассматриваться, как маркер процессов индукции и реализации при адвентивном побегообразовании у *Dendrobium* sp. Дальнейшие качественные и количественные изменения в составе полипептидов скорее всего связаны с началом синтеза соединений необходимых для роста новых побегов.

Выводы

В результате анализа электрофореграмм различных фракций белков выявлено двенадцать полипептидов фракции легкорастворимых белков и три полипептида из фракции белков клеточных стенок, которые могут быть использованы в качестве потенциальных маркеров процесса побегообразования у *Dendrobium* sp.

Однако, полученные данные не дают целостного представления о начальных стадиях процесса побегообразования у *Dendrobium* sp в культуре *in vitro*. Поэтому в последующих экспериментах предполагается проанализировать количественные изменения в составе нуклеиновых кислот, изменения изоферментного состава ряда энзимов (в частности, пероксидазы), а так же провести цитологические исследования для более точного определения стадий развития новых побегов *Dendrobium* sp в культуре *in vitro*.

Список литературы

1. Василевко В.Т. Модель переноса гена бактериальной полиглюкангидролазы (β -1,4-глюканазы) в растения табака как способ защиты растений фитопатогенов: Автореф. дис. ... кандидата биол. наук / Центральный ботанический сад НАНБ. – Мн., 2002. – 23 с.
2. Моисеева Н. А. Молекулярные и клеточные механизмы морфогенеза в культуре клеток растений // Биология культивируемых клеток и биотехнология растений. – М.: Наука, 1991. – С. 166-185.
3. Шан Х., Ли С.В., Ли Д., Шао С., Лиу Б. Дифференциальная экспрессия специфических белков при органогенезе томата *in vitro* // Физиология растений. – 2004. – Вып.51. – № 3. – С. 422-328.
4. De Klerk G.-J., Arnhold-Schmitt B., Lieberei R., Neuman K.-H. Regeneration of roots, shoots and embryos: physiological, biochemical, molecular aspects // *Biologia Plantarum*. – 1995. – Vol. 39. – № 1. – P. 53-66.
5. Murashige T., Skog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // *Physiol. Plant*. – 1962. – V.15. – P.473-497.
6. Jimenez V.M., Bangerth F. Endogenous hormone levels in explants and in embryogenic and non-embryogenic cultures of carrot // *Physiol. Plant*. – 2001. – Vol.111. – P. 389-395.

Рекомендовано к печати д.б.н., проф. Митрофановой О.В.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГЕНЕРАЦИИ РАСТЕНИЙ ПРИ КЛОНАЛЬНОМ МИКРОРАЗМНОЖЕНИИ ЧЕРЕШНИ (*PRUNUS AVIUM* L.)

Н.В. КУЗНЕЦОВА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Черешня (*Prunus avium* L.) относится к числу экономически важных плодовых культур в Украине. Одной из главных проблем ее выращивания является внезапная гибель плодоносящих деревьев. На сегодня существует две серьезные причины этого. Первая – несовместимость подвоя с привоем [9]. Вторая, не менее важная причина, – это высокая степень поражения промышленных насаждений черешни вирусными, бактериальными и грибными болезнями. Решить первый вопрос можно было бы выращиванием черешни на собственных корнях. Однако, основываясь на литературных данных и исследованиях, выполненных в НБС–ННЦ (г. Ялта) на сортах Валерий Чкалов, Крупноплодная, Бигарро-Бурлат, Мелитопольская Черная, Сказка и других, можно считать, что черешня имеет низкую способность к ризогенезу как в условиях *ex situ*, так и *in vitro* [7-9, 11]. Рассматривая второй вопрос, следует отметить, что в южных регионах Украины, в том числе Крыму, на черешне выявлены наиболее вредоносные болезни, причиняющие значительный экономический ущерб плодоводству: скручивание листьев черешни (CLRV), мозаика резухи (ArMV), черная кольцевая пятнистость томатов (TBRV) [4, 5]. Поэтому одним из эффективных способов получения здоровых корнесобственных сортов являются методы биотехнологии, которые позволяют значительно сократить сроки получения полноценных растений и повысить эффективность размножения в условиях *in vitro* по сравнению с традиционными методами. Несмотря на то, что первые

положительные результаты культивирования *in vitro* косточковых плодовых растений рода *Prunus* на примере сливы (сорт Pandora) были получены более 40 лет назад, многие вопросы клонального микроразмножения, такие как подбор питательных сред, установление эффективных концентраций регуляторов роста, введение и культивирование эксплантов, регенерация *in vitro*, до сих остаются недостаточно изученными.

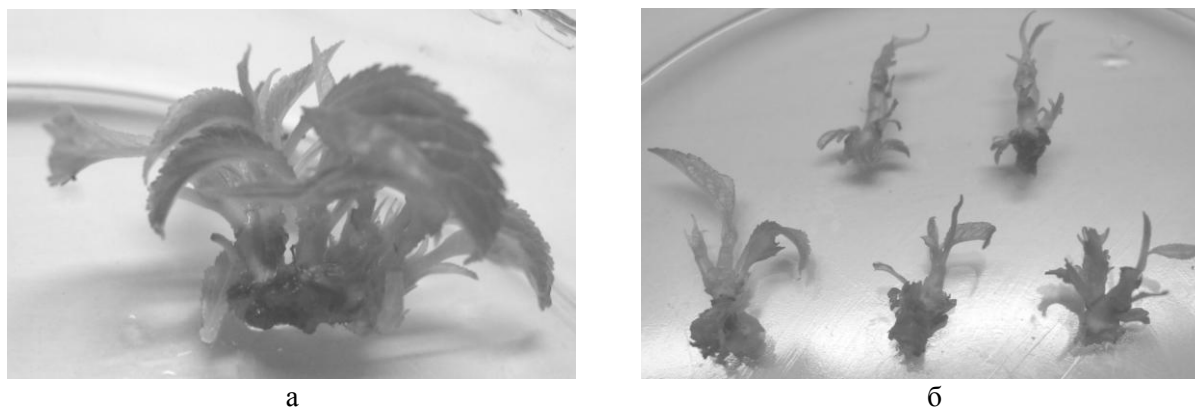
Цель настоящего исследования – испытать составы питательных сред и выявить оптимальные из них для разных этапов морфогенеза, определить соотношение и концентрации регуляторов роста, способствующих повышению коэффициента размножения микропобегов и ризогенеза черешни (*P. avium*) для разработки клонального микроразмножения.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использовали сорта черешни с разными сроками созревания плодов: Рубиновая Ранняя, Сказка, Талисман, Анонс, Валерий Чкалов, Крупноплодная, Бигарро-Бурлат, Мелитопольская Черная, произрастающие в коллекционных насаждениях степного отделения НБС–ННЦ (п. Гвардейское, АР Крым) и в опытном хозяйстве «Мелитопольское» Института орошаемого садоводства им. Н.Ф. Сидоренко (г. Мелитополь). В исследованиях применяли как общепринятые, так и разработанные в отделе биотехнологии и биохимии растений НБС–ННЦ методы [1-3]. Опыты проводились в 2006-2008 гг. Экспланты помещали на поверхность агаризированной питательной среды в условиях ламинарного бокса Fatran Lf. Микропобеги культивировали на питательных средах Gamborg и Eveleigh (B5) [6], Quoirin и Lepoint (QL) [10], в нашей модификации, и средах PS, Зу, Уч4, Чу4, Чу3, разработанных в отделе биотехнологии и биохимии растений НБС–ННЦ. Для изучения морфогенетических потенций органов и тканей в питательную среду добавляли 6-бензиламинопурин (БАП) в концентрациях 1,0-4,4 мкМ, гибберелловую кислоту (ГК₃) – 0,15-2,89 мкМ, β-3-индолилмасляную кислоту (ИМК) – 2,46-7,35 мкМ и α-нафтилуксусную кислоту (НУК) – 1,34-8,06 мкМ. Пробирки с эксплантами помещали в культуральную комнату с заданным режимом интенсивности освещения (2,0-2,5 клк), 16-часовым фотопериодом и температурой 24±1°C.

Результаты и обсуждение

Для снятия апикального доминирования и индукции образования множественных адвентивных микропобегов питательные среды PS, B5 и QL дополняли БАП и ГК₃ в концентрации 1,0-4,4 мкМ и 0,44-2,89 мкМ соответственно. Появление адвентивных микропобегов отмечали через 25-30 суток культивирования эксплантов на питательных средах PS и B5 с добавлением 1,0-2,22 мкМ БАП и 1,44-2,89 мкМ ГК₃ (рис. 1).



**Рис. 1. Образование дополнительных почек сорта Сказка на среде PS с ГК₃:
а – конгломерат микропобегов; б – разделенные микропобеги**

На питательной среде PS, содержащей 1,0-2,22 мкМ БАП и 0,44-1,44 мкМ ГК₃, микропобеги развивались через 40-60 суток культивирования. Образовавшиеся конгломераты микропобегов, высота которых достигала 0,4-0,6 см, а длина листьев не превышала 0,3-0,4 см, имели шаровидную форму.

Установлено, что с увеличением числа пассажей (до 6) коэффициент размножения возрастал. Дальнейшее пассирование приводило к постепенному угасанию процесса массового побегообразования. Однако на микропобегах, предварительно регенерировавших на

питательной среде с низкими концентрациями регуляторов роста, при повторном пассаже на среду, содержащую БАП и ГК₃, вновь формировались дополнительные микропобеги (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость коэффициента размножения микропобегов черешни сорта Сказка от длительности их культивирования и концентрации БАП и ГК₃ в питательной среде

Номер пассажа	Концентрация регуляторов роста (мкМ) и их соотношение		Коэффициент размножения
	БАП	ГК ₃	
2-3	1,0-2,22	0,44-1,44	1:6 – 1:7
4-5	2,22-4,44	1,44-2,89	1:8 – 1:9
6-7	1,0-2,22	0,44-1,44	1:3 – 1:1
8-9	1,0	0,15	0
10-11	1,0	0,15	1:1
12-13	1,0-2,22	0,44-1,44	1:1 – 1:2
14-15	1,0-2,22	0,44-1,44	1:3 – 1:5

Коэффициент размножения у сорта Сказка составлял 1:6–1:8. Значительно ниже он был отмечен у сортов Рубиновая Ранняя и Талисман – 1:2–1:3.

Установлено, что увеличение концентрации БАП и ГК₃ (до 4,44 и 2,89 мкМ соответственно) способствовало интенсивной закладке дополнительных почек. Однако 10-35% сформированных на этой питательной среде адвентивных микропобегов не развивались. Кроме того, такое соотношение регуляторов роста приводило к оводнению тканей у эксплантов сортов Рубиновая Ранняя, Анонс и Талисман.

Снижение концентрации БАП в питательной среде до 1,0 мкМ и ГК₃ до 0,15 мкМ уменьшало количество адвентивных микропобегов и способствовало их удлинению.

Проведенные опыты по черенкованию микропобегов в условиях *in vitro* показали, что сегменты с 1-2 междоузлиями продолжали развиваться на питательной среде PS, содержащей 1,0-2,22 мкМ БАП и 0,44-0,73 мкМ ГК₃. Сегмент, изолированный с верхушечной (апикальной) части микропобега, регенерировал, вытягиваясь в длину. При этом на сегменте, взятом с базальной части побега, наблюдалось образование адвентивных микропобегов в соотношении 1:1–1:4. На питательных средах B5, QL и PS, дополненных 2,22-4,44 мкМ БАП и 0,44-1,44 мкМ ГК₃, сегменты не развивались. Также выявлено, что развитие эксплантов черешни исследуемых сортов (вытягивание в длину, увеличение размеров листовой пластинки) на питательной среде QL происходило медленнее по сравнению с вышеуказанными питательными средами.

Для индукции ризогенеза микропобеги длиной 1,6-2,2 см помещали на поверхность агаризированной среды, не содержащей БАП и ГК₃. Из испытанных 4 составов питательных сред Зу, Уч4, Чу4, Чу3 успешное укоренение происходило на питательной среде Чу3 с добавлением ИМК в концентрации 2,46-7,35 мкМ и НУК 1,34-8,06 мкМ. Появление первых корней (до 6 штук) на регенеранте наблюдали у сортов Сказка, Валерий Чкалов и Талисман на 20-35 сутки культивирования (рис. 2).

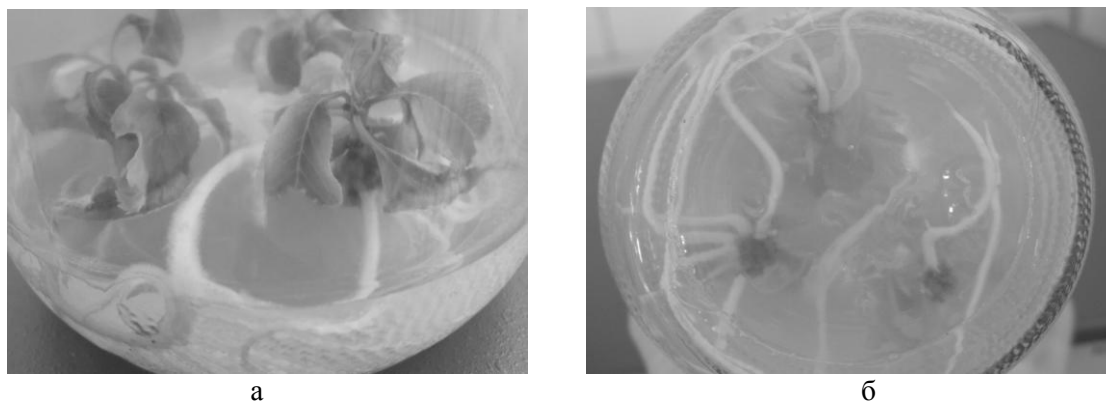


Рис. 2. Ризогенез микропобегов черешни *in vitro*:
а - регенеранты черешни с развитой корневой системой;
б – развитая корневая система (вид снизу)

Вместе с тем, на среде ЧуЗ, одновременно с развитием корней, отмечено увядание верхних листьев, отмирание верхушечной части регенеранта.

Спустя 28-40 суток культивирования у регенерантов формировалась нормально развитая корневая система. Такие растения высаживали в стерильный субстрат на адаптацию в условия *in vivo*.

Выводы

Таким образом, экспериментально установлено соотношение ГК₃ и БАП в питательной среде, их сочетание и концентрации, индуцирующие множественное адвентивное побегообразование черешни исследуемых сортов в культуре *in vitro*. Лучшие результаты регенерации микропобегов были получены на питательных средах PS и B5, дополненных 2,22-4,44 мкМ БАП и 0,73-2,16 мкМ ГК₃. В результате изучения ризогенеза выявлена зависимость корнеобразования от регуляторов роста, а также от генотипа исходного растения-донора.

Список литературы

1. Бутенко Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. – М.: Наука, 1964. – 272 с.
2. Калинин Ф.Л. Технология микроклонального размножения растений / Ф.Л. Калинин, Г.П. Кушнир, В.В. Сарнацкая. – К.: Наукова думка, 1992. – 232 с.
3. Методы биотехнологии в селекции и размножении субтропических и косточковых плодовых культур / Митрофанова О.В., Митрофанова И.В., Смыков А.В., Лесникова Н.П. // Труды Никит. ботан. сада. – 1999. – Т. 118. – С. 189-199.
4. Изучение вирусов и вирусных болезней косточковых плодовых культур на юге Украины и особенности оздоровления растений *in vitro* / Митрофанова О.В., Митрофанова И.В., Ежов В.Н. и др. // Тр. Никит. ботан. сада. – 2005. – Вып. 91 – С. 111-120.
5. Вирусы, поражающие косточковые плодовые культуры, и биотехнологические пути создания устойчивых форм / Митрофанова О.В., Лесникова-Седошенко Н.П., Митрофанова И.В., Кузнецова Н.В. // Біоресурси та віруси: V Міжнар. конф. Київ, 10-13 верес. 2007 р. – Київ: Фітосоціоцентр, 2007. – С. 182.
6. Gamborg O.L., Eveleigh D.E. Culture methods and detection of glucanases in cultures of wheat and barley // Can. J. Biochem. – 1968. – Vol. 46. – № 5. – P. 417-421.
7. Gregor Osters, Luthar Zlata, Stampak Franci. The importance of the sterilization proceducing vigorous cherry plants (*Prunus sp.*) *in vitro* // Acta agriculturae slovenica. – 2004. – Vol. 83. – P. 45-51.
8. Sauer Annemarie. In vitro – Vermehrung verschiedener genotypen von *Prunus avium* L. // Gartenbauwissenschaft. – 1983. – Bd. 48. – S.124-127.
9. Snir Iona. In vitro micropropagation of sweet cherry cultivars // Hort. Science. – 1982. – Vol. 17. – № 2. – P. 735-736.
10. Quoirin M., Lepoivre Ph. Etude de milieux adaptés aux cultures *in vitro* de *Prunus* // Acta Hort. – 1977. – Vol. 78. – P. 437-442.
11. Yang H. Einflub verschiedener Auxine auf die *in vitro* – Bewurzelung von Subkirschen // Gartenbauwissenschaft. – 1994. – Bd. 59. – S. 45-47.

Рекомендовано к печати д.б.н., проф. Митрофановой О.В.

РОСТОВАЯ И БИОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ *AGASTACHE RUGOSA* O. KUNTZE

Т.В. МАЗУР

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г.Минск, Республика Беларусь

Введение

В настоящее время для получения биологически активных веществ растительного происхождения успешно используют культуру клеток и тканей *in vitro* [1, 7, 10]. При культивировании клеток *in vitro* возможно создание условий, позволяющих выделить отдельные новые штаммы клеток с устойчивой направленностью метаболизма на синтез веществ вторичного происхождения. Особое внимание уделяется исследованиям, в которых

изучается взаимосвязь синтеза вторичных метаболитов с ростом культуры и концентрацией фитогормонов в среде культивирования. Одними из наиболее распространенных в растении веществ вторичного происхождения являются фенольные соединения, широко применяемые в современной фармакотерапии [2].

Известно, что для получения биологически активных веществ используют суспензионные культуры [5, 6, 7].

Agastache rugosa O. Kuntze содержит ряд биологически активных веществ, обладающих атерогенным эффектом, а также имеющих антивирусную, капилляроукрепляющую, противовоспалительную и спазмолитическую активность [2, 8]. Однако среди доступной научной литературы отсутствовали какие-либо публикации, посвященные исследованию этой культуры в условиях *in vitro*.

Поэтому целью настоящей работы было получение суспензионной культуры *A. rugosa* и выявление взаимосвязи между биосинтетической и ростовой активностью суспензионной культуры данного вида.

Объекты и методы исследования

Многоколосник морщинистый *Agastache rugosa* относится к роду многоколосников *Agastache* Clayt. Ex Cronow семейства яснотковых *Lamiaceae*. Зеленая масса *A. rugosa* содержит такие биологически активные вещества, как тилианин, акацетин, апигенин, розмариновая и хлорогеновая кислоты.

Для получения каллусной культуры использовали листовые и стеблевые экспланты *A. rugosa* в культуре *in vitro*. Каллусную ткань инициировали и выращивали на среде Мурасиге-Скуга с добавлением различных концентраций ауксинов – 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д), индолилуксусной кислоты (ИУК) и цитокининов – бензиламинопурин (БАП), кинетин.

Суспензионную культуру *A. rugosa* получали из рыхлого каллуса, перенося его в жидкую среду МС, с различным содержанием гормонов. При разработке метода получения суспензионной культуры из стеблевого и листового каллуса *A. rugosa* установлено, что добавление 0,5 мг/л 2,4-Д в сочетании с 0,1 мг/л БАП в среду культивирования, является оптимальным для активной пролиферации клеток.

Культивировали суспензионную культуру в круглодонных колбах при 23-24°C на роторной качалке (100-110 об/мин). Пассирование культуры на свежую питательную среду проводили с интервалом 16-25 дней.

В течение цикла выращивания клеток определяли следующие параметры: сырую и сухую массу, плотность, жизнеспособность клеток, общее содержание фенольных соединений.

Для определения массы суспензии клетки отделяли от питательной среды с помощью вакуумного насоса и взвешивали до и после высушивания, которое проводили в сушильном шкафу при температуре 60°C. Количество клеток в суспензионной культуре измеряли каждые вторые сутки, в течение всего пассажа, в камере Фукса-Розенталя. Для этого клетки предварительно мацерировали 20%-м раствором хромовой кислоты при 60°C в течение 15 мин.

Жизнеспособность клеток определяли после окрашивания 0,1%-м раствором нейтральным красным. Живыми считались клетки, цитоплазма которых прокрашивалась в течение 20 мин.

Общее содержание фенольных соединений определяли в свободных клетках, а также в среде их инкубирования методом Фолина-Чокальтеу [3]. Для построения калибровочного графика была использована галловая кислота. Измерения проводили на спектрофотометре Agilent 8453 при длине волны 765 нм в кювете толщиной 1 см.

Результаты и обсуждение

Необходимым условием дедифференцировки растительной клетки и превращения ее в каллусную является присутствие в питательной среде представителей двух групп фитогормонов: ауксинов и цитокининов. Инициация каллусообразования зависит от соотношения эндогенных гормонов эксплантов и экзогенных гормонов питательной среды [4, 10]. Интенсивный каллусогенез листовых и стеблевых эксплантов *A. rugosa* наблюдали на питательной среде, содержащей 2 мг/л ИУК и 0,3 мг/л кинетина, а также на среде

с добавлением 1 мг/л 2,4-Д в сочетании с БАП в концентрации 0,1 мг/л (табл. 1). На среде, содержащей 2 мг/л 2,4-Д и 0,1 мг/л БАП, отмечена активная инициация каллусогенеза листовых эксплантов. Однако для стеблевых эксплантов характерна более интенсивная инициация каллусогенеза по сравнению с листовыми. Первичный каллус эксплантов был плотной консистенции. Для наращивания большей массы каллусной ткани и получения рыхлого каллуса его несколько раз пассировали на среду МС с добавлением 1 мг/л 2,4-Д и 0,1 мг/л БАП.

Суспензионные культуры имеют S-образную форму роста клеток, включающую лаг-фазу, экспоненциальную, стационарную и фазу деградации. Форма ростовых кривых разных культур отличается продолжительностью фаз. Это зависит от генетики популяции, количества инокулюма и состава питательной среды. Скорость нарастания биомассы клеток для разных суспензионных культур колеблется от 15 до 70 суток [1].

Оптимальные условия культивирования клеток *A. rugosa* определяли по жизнеспособности клеток на всех этапах роста культуры. Наибольшая жизнеспособность клеток приходилась на экспоненциальную фазу роста и достигала 80%.

При рассмотрении динамики нарастания стеблевой и листовой суспензионной культуры *A. rugosa* (рис. 1, 2) отмечено неодновременное их вступление в экспоненциальную фазу роста (на 4 и 6 сутки, соответственно). На 8 сутки культивирования листовая суспензионная культура вступала в экспоненциальную фазу роста, а на 15 сутки – в стационарную. На 20 сутки начиналась фаза деградации клеток (рис. 2).

Таблица 1

Каллусогенная активность листовых и стеблевых эксплантов многоколосника морщинистого на разных питательных средах

Среда	Гормональный состав среды культивирования, мг/л				Интенсивность каллусогенеза	
	ИУК	Кинетин	БАП	2,4-Д	лист	стебель
I	1	0,2	-	-	+	+
II	2	0,2	-	-	+	+
III	3	0,2	-	-	-	+
IV	1	0,3	-	-	+	++
V	2	0,3	-	-	++	+++
VI	3	0,3	-	-	+	++
VII	1	0,5	-	-	+	+
VIII	2	0,5	-	-	+	++
IX	3	0,5	-	-	+	+
X	-	-	0,1	0,5	+	++
XI	-	-	0,1	1	++	+++
XII	-	-	0,1	2	+++	+

Примечание: + - интенсивность каллусогенной активности эксплантов.

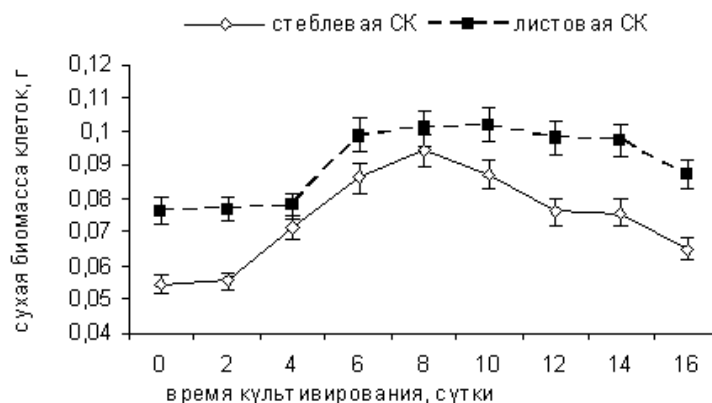


Рис. 1. Динамика роста листовой и стеблевой суспензионной культуры *A. rugosa* по сухой биомассе

Стационарная фаза роста клеток для стеблевой суспензионной культуры началась на 14 сутки. Установлено, что ростовой цикл полученных листовой и стеблевой культур составляет 16 и 25 суток. Таким образом, латентная фаза длилась трое и шестеро суток. В экспоненциальной фазе роста, которая длилась 12 суток (лист) и 8 суток (стебель), клетки активно делятся. Характер роста кривой листовой и стеблевой суспензионной культуры отличается длительностью фаз роста. Согласно результатам исследований, представленным на рис. 2, внутриклеточное содержание фенольных соединений через 4 суток после начала инкубации возрастало незначительно – от 0,99 мг до 1,36 мг/г (в 1,3 раза) для стеблевой суспензионной культуры. Затем, в течение 8 суток (период интенсивного роста культуры), концентрация фенольных соединений в клетках менялась от 1,36 до 3,4 мг/г. На 16 сутки инкубирования суспензии наблюдали интенсивное увеличение внутриклеточного содержания фенольных соединений – до 4,8 мг/г. Для листовой суспензионной культуры количество фенольных соединений в конце культивирования составляло 3,6 мг/г сухой массы. Одновременно изучали зависимость оптической плотности среды инкубации от времени инкубирования клеток суспензионной культуры. Характер кривой аналогичен зависимости внутриклеточного содержания фенольных соединений от времени роста культуры. Таким образом, одновременно с синтезом фенольных соединений в клетках происходит их экскреция в среду инкубации.

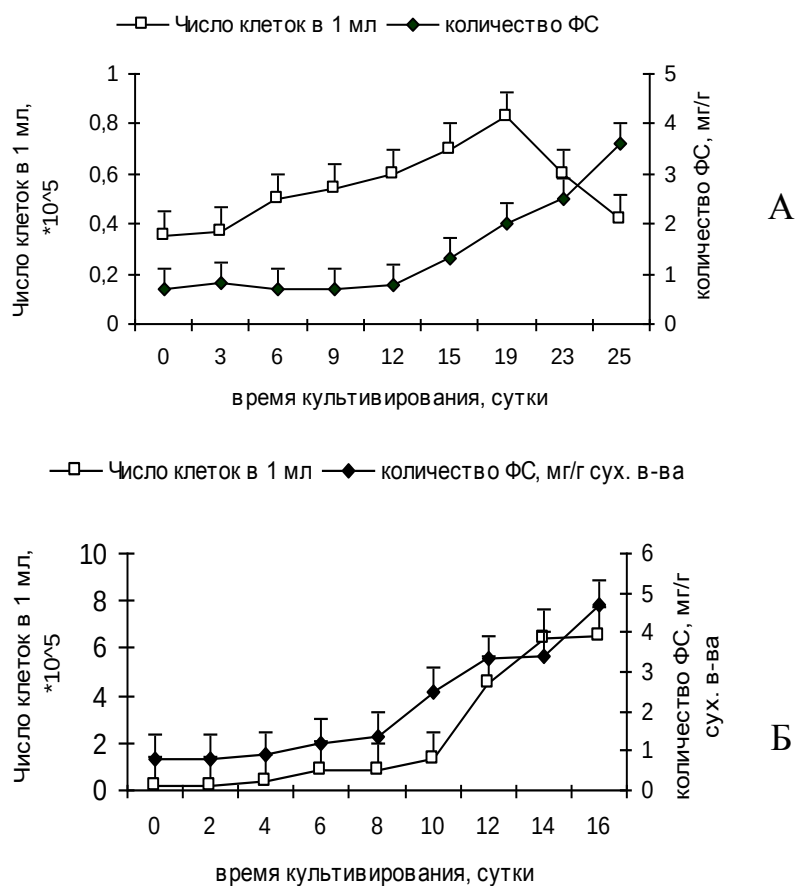


Рис. 2. Зависимость содержания фенольных соединений от плотности суспензионной листовой (А) и стеблевой (Б) суспензионной культуры

Показано, что наиболее интенсивный синтез фенольных соединений в клетках суспензионной культуры *A. rugosa* происходит на тех этапах роста культуры, когда кривая роста клеток соответствует стационарной фазе роста и фазе деградации клеток. Протекание активных ростовых процессов в суспензионной культуре не коррелирует с синтезом фенольных соединений, который активируется с экспоненциальной фазы роста и продолжается в стационарной и фазе деградации клеток.

Выводы

Разработан метод индукции активной пролиферирующей каллусной культуры, что позволило подобрать оптимальные условия получения и культивирования суспензионной культуры *A. rugosa*. Выявлены условия синтеза и экскреции фенольных соединений клетками суспензионной культуры при сохранении высокой жизнеспособности клеток данной культуры. Показано, что наиболее активный синтез фенольных соединений происходит во время замедления ростовых процессов в стационарной фазе роста суспензионной культуры.

Список литературы

1. Демидова Е.В., Решетняк О.В., Орешников А.В., Носов А.М. Ростовые и биосинтетические характеристики культивируемых клеток женьшеня ползучего при глубинном выращивании в биореакторах // Физиология растений. – 2006. – Т. 53, №1. – С. 148-154.
2. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: Распространение, метаболизм и функции в растениях. – М.: Наука, 1993.
3. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – Л., 1987. – С.117-119.
4. Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. – Киев: Наукова думка, 1990.
5. Benzothiadiazole enhances the elicitation of rosmarinic acid in a suspension culture of *Agastache rugosa* O. Kuntze / Kim H.K., Oh S-R., Lee Y-K., Huh H. // Biotechnology Letters. – 2001. – Vol. 23. – P. 55-60.
6. Induction of rosmarinic acid in cell suspension cultures of *Orthosiphon aristatus* after treatment with yeast extract / Sumaryono W., Proksh P., Hartmann T., Nimtze M., Wray V. // Phytochemistry. – 1991. – Vol. 30. – P. 3267-3271.
7. Mizukami H., Tabira Y., Ellis B.E. Induction of rosmarinic acid biosynthesis in *Lithospermum erythrorhizon* cell suspension cultures // Plant cell Rep. – 1993. – Vol. 12. – P.706-709.
8. Vogelmann J. E. Flavonoids of *Agastache* section *Agastache*. Biochemical Systematic and Ecology. – 1984. – Vol. 12, №4. – P. 363-366.
9. Berl W. J. Secondary products from plant cell cultures // Biotechnology. – 1986. – Vol. 4. – P. 630-658.
10. Fehér A. // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. – 2003. – Vol.74. – P. 201-228.

Рекомендовано к печати д.б.н. Митрофановой И.В.

БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

БИОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ *POLEMONIUM CAERULEUM* L. В ФАРМАКОЛОГИИ

А.В. БАШИЛОВ

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г.Минск, Беларусь

Введение

В настоящее время накоплен большой экспериментальный материал по терапевтическому действию лекарственных растений Республики Беларусь, но, к сожалению недостаточно данных о химическом составе физиологически активных веществ многих растений. Отсутствует нормативно-техническая документация, определяющая точные сроки сбора растительного материала, при которых накопление действующих веществ было бы максимально; неизвестна динамика изменений химического состава в процессе хранения воздушно-сухого растительного сырья. К группе таких растений следует отнести синюху голубую (*Polemonium caeruleum* L.).

P. caeruleum L. относится к группе сапонинсодержащих лекарственных растений. Содержит в корневищах с корнями тритерпеновые пентациклические сапонины группы амирина (сапонозид, полимонозид В, полимонозид А), обладает высокой гемолитической активностью. Агликоны полимонозидов достаточно необычны. Чаще всего это эфиры высокогидроксилированных тритерпеновых спиртов (лонгиспиогенола, барригенола,

камеллиагенина) с уксусной, тиглиновой, ангелиновой, метилмасляной, пропионовой и изобутиловой кислотами. Углеводная часть представлена галактозой, арабинозой и глюкозой. Кроме того, обнаружены смолы (1,28%, в пересчете на воздушно-сухое сырье), органические кислоты, фенолкарбоновые кислоты и их производная хлорогеновая кислота, флавоноиды, эфирные и жирные масла. Синюха голубая концентрирует железо, цинк, кадмий, серебро и барий [1].

Широкий спектр фармакологических эффектов, свойственных представленному таксону, обусловлен комплексом физиологически активных соединений. Одной из составляющих такого действия является антиоксидантная активность (АОА) лекарственного сырья. В настоящее время трудно оценить АОА *P. caeruleum* L., так как в литературе данный вопрос практически не изучен. Поэтому изучение особенностей биохимического состава и АОА синюхи голубой весьма перспективно, чтобы оценить возможность практического использования растительного сырья *P. caeruleum* L. в фармакологической практике.

Целью работы явилось изучение содержания физиологически активных соединений и антиоксидантной активности экстрактов на разных фазах вегетации синюхи голубой.

Объекты и методы исследования

Содержание физиологически активных соединений определяли в соответствии с предписаниями Государственной Фармакопеи Республики Беларусь и Европейского комитета по испытанию стабильности новых веществ, фармпрепаратов и продуктов [2]. Газохроматографический анализ осуществляли на хроматографе "Agilent 6850" с использованием масс-селективного детектора "Agilent 5975". Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре "Agilent 8453 UV-visible".

Для определения общей АОА представленного вида применяли две модельные системы: систему окисления масла льна молекулярным кислородом с последующей регистрацией уровня накопления липоперекисей [3] и систему аскорбат-зависимого перекисного окисления фосфолипидов мембран митохондрий гепатоцитов с дальнейшим детектированием малонового диальдегида [4].

Все анализы проводились в четырехкратной повторности, полученные результаты обрабатывались с использованием компьютерной программы "Statistica 6.0", данные считали достоверными при $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Накопление биологически активных соединений на последовательных фазах вегетации *P. caeruleum*. Установлено, что содержание тритерпеновых гликозидов и флавоноидов у *P. caeruleum* зависит от фенофаз онтогенеза. Наибольшее количество флавоноидов соответствует фазе бутонизации. Количество тритерпеновых гликозидов у *P. caeruleum* достигало максимума в фенофазах массовой бутонизации и цветения.

На основании полученных данных, можно рекомендовать заготовку лекарственного растительного сырья изученного вида, произрастающего в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь, в период массовой бутонизации и цветения.

Компонентный состав экстрактов *P. caeruleum*. Использование газовой хроматографии позволило эффективно разделить и идентифицировать летучие и термостабильные компоненты водноспиртовых экстрактов соцветий, листьев, корней и корневищ *P. caeruleum* L.

Во всех образцах обнаружены оксипроизводные ароматических соединений. При этом идентифицируется больше эфиров, производных альдегидов и кетонов. У *P. caeruleum* идентифицировано 22 летучих и термостабильных компонента. Основными из них являются сложные эфиры, производные альдегидов и кетонов. В экстрактивных веществах соцветий найдено 17 компонентов, в их составе преобладают бис-2-этилгексильный эфир 1,2-бензилдикарбоновой кислоты и метиллиноленат. В корнях и корневищах *P. caeruleum* обнаружено 9 веществ, из которых максимальное количество, как и для экстракта соцветий, приходится на бис-2-этилгексильный эфир 1,2-бензилдикарбоновой кислоты.

Компонентный состав водноспиртового экстракта листьев *P. caeruleum* включает 19 газохроматографически идентифицированных веществ. Основными компонентами в их составе являлись: бис-2-этилгексильный эфир 1,2-бензилдикарбоновой кислоты, метиллиноленат, пальмитиновая кислота, 4-гидроксо-3-метоксибензилацетат и хинная кислота.

Полученные результаты могут быть использованы для создания хроматографической базы данных с целью идентификации и стандартизации воздушно-сухого растительного сырья лекарственных растений и фитопрепаратов.

Содержание биологически активных соединений в растительном сырье *P. caeruleum* в процессе его хранения. Снижение содержания физиологически активных соединений в процессе хранения (2,5 года) растительного сырья *P. caeruleum* не превышало 6,5%. Длительность хранения воздушно-сухого сырья представленного таксона может быть пролонгирована до двух с половиной лет без существенного уменьшения концентрации действующих веществ.

Ингибирование перекисного окисления льняного масла экстрактами *P. caeruleum*. В ходе исследования АОА показано, что экстрактивные вещества, полученные из воздушно-сухого растительного сырья соцветий, листьев, корней и корневищ *P. caeruleum* L., оказывают существенное ингибирующее действие на процессы перекисного окисления растительных и животных липидов.

Динамику изменений в содержании липоперекисей детектировали по изменению значений перекисного числа. Стабильность модельной системы и, следовательно, АОА экстрактов регистрировали по уменьшению образования липоперекисей в масле и увеличению периода индукции автоокисления по сравнению с контролем (масло льна) и стандартом АОА – кверцетином.

Максимум АОА был зарегистрирован для экстракта соцветий *P. caeruleum*. АОА веществ, извлеченных из листьев, корней и корневищ, наименьшая. Установлено, что экстрактивные вещества листьев, корней и корневищ изученного вида не влияли на индукционный период процессов пероксидации. Время фазы индукции совпадало с аналогичной фазой контроля. Оно составляло 1/4 от общего времени экспозиции модельной системы. Экстракты соцветий пролонгировали индукционный период на 3,5% по сравнению с контролем. На 50 сутки инкубации экстрактивные вещества проявляли АОА. Растительные образцы *P. caeruleum* L. можно расположить в порядке возрастания их АОА: корни и корневища < листья < соцветия.

Экстракты, выделенные из сырья различающегося сроками хранения, отличались сходной кинетикой ингибирования процессов перекисного окисления липидов *in vitro* по сравнению с аналогичными кривыми, выявленными для свежесушеного растительного сырья. Увеличение срока хранения вызвало незначительное снижение АОА. Для материала одного года хранения снижение АОА по сравнению с исходным уровнем в среднем составило для *P. caeruleum* – 4,0%, для сырья со сроком хранения два года падение АОА составило 5,0%.

Ингибирование перекисного окисления митохондриальной фракции гепатоцитов крыс экстрактами *P. caeruleum*. Установлено, что максимум АОА экстрактивных веществ *P. caeruleum* соответствует интервалу концентраций $1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-5}$ М, что совпадает с аналогичными точками разведения для кверцетина ($1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ М). В концентрационном диапазоне $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-8}$ М АОА экстрактов, полученных из надземной части растений, выше соответствующей активности кверцетина. Для корней и корневищ изученного вида повышение АОА не выявлено. Начиная с концентрационной точки $1 \cdot 10^{-8}$ М (для корней и корневищ – $1 \cdot 10^{-6}$ М), экстракты оказывали прооксидантное действие на процессы пероксидации митохондриальной фракции гепатоцитов крыс.

На основе полученных данных можно рекомендовать использование экстрактивных веществ, извлеченных из соцветий, листьев, корней и корневищ *P. caeruleum*, в качестве ингибиторов перекисного окисления липидов.

Выводы

В ходе исследования было установлено, что содержание тритерпеновых гликозидов и флавоноидов у *P. caeruleum* обусловлено фазами вегетации. Наибольшее количество флавоноидов приходится на фазу бутонизации. Количество тритерпеновых гликозидов достигло максимума в фазе бутонизации и цветения.

Процесс хранения растительного сырья синюхи голубой не оказывает существенного влияния на снижение содержания физиологически активных соединений, потери которых в течение двух с половиной лет были незначительны и составляли менее 6,5%.

Газохроматографически идентифицированы летучие и термостабильные компоненты в составе водноспиртовых экстрактов соцветий, листьев, корней и корневищ *P. caeruleum* L. Во всех образцах обнаружены оксипроизводные ароматических соединений, основным компонентом которых являлся бис-2-этилгексильный эфир 1,2-бензилдикарбоновой кислоты.

На примере модельной реакции пероксидации льняного масла, инициируемой молекулярным кислородом, показано, что экстрактивные вещества листьев, корней и корневищ изученного вида не влияли на индукционный период процессов пероксидации.

Экстракты, полученные из воздушно-сухого сырья, различающегося сроками хранения, проявляли сходную кинетику ингибирования процессов перекисного окисления липидов *in vitro* по сравнению с аналогичными процессами, выявленными для свежесушенного сырья. На фоне пролонгации срока хранения потери АОА экстрактивных веществ незначительны.

На примере модельной системы железо(II)-аскорбат-зависимого перекисного окисления митохондриальной фракции гепатоцитов крыс выявлено, что максимум АОА экстрактов изученного вида соответствует интервалу концентраций $1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-5}$ М, что совпадало с аналогичными точками разведения для кверцетина ($1 \cdot 10^{-3}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ М).

В концентрационном диапазоне $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-8}$ М АОА экстрактивных веществ, полученных из надземной части синюхи голубой, выше соответствующей активности кверцетина. Начиная с концентрационной точки $1 \cdot 10^{-8}$ М (для корней и корневищ – $1 \cdot 10^{-6}$ М), экстракты оказывали прооксидантное действие на процессы пероксидации митохондрий гепатоцитов крыс.

Таким образом, в работе представлены особенности биохимического состава и АОА *P. caeruleum*, однако конкретный химический состав и фармакологическая значимость синюхи голубой остается в целом открытой и требует тщательного и целенаправленного изучения.

Список литературы

1. Башилов А.В., Решетников В.Н., Кухарева Л.В. Биологическая и фармакологическая характеристика синюхи голубой (*Polemonium caeruleum* L.), обладающей выраженными седативным и гемолитическим действиями // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2007. – № 1. – С. 114-118.
2. Годовальников Г.В. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Общие методы контроля качества лекарственных средств / Министерство здравоохранения Республики Беларусь – Минск: Минский государственный ПТК полиграфии, 2006. – 480 с.
3. Здоровенина А.О. Повышение точности измерения содержания перекисных и карбонильных соединений в жирах: Автореф. дис. ... канд. тех. наук / Всероссийский научно-исследовательский институт жиров. – СПб., 2007. – 23 с.
4. Костюк В.А., Лунец Е.Ф. Ингибирование производными о-бензохинона перекисного окисления липидов в микросомах печени // Биохимия. – 1983. – Т. 48. – С. 1491-1495.

Рекомендовано к печати д. мед. н. Ярош А.М.

СЕМЕЙСТВО *VEGONIACEAE* – ИСТОЧНИК ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

А.В. БАШИЛОВ; Е.В. СПИРИДОВИЧ, кандидат биологических наук;

В.А. ТИМОФЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Несмотря на наличие в лечебных учреждениях широкого ряда синтетических препаратов, интерес к лекарственным растениям не снижается, что обусловлено мягкостью их действия, отсутствием токсических проявлений при применении. Несомненным достоинством растительного сырья является также разнообразие физиологически активных веществ, которые способны обеспечить поливалентность фармакологических эффектов [9].

В настоящее время физиологически активные вещества, используемые в фармацевтической промышленности, выделяют из тканей растений, часто принадлежащих к редким видам. В связи с этим идет активный поиск новых источников получения биологически активных соединений растительного происхождения, важное место среди которых занимают таксоны тропических растений, в частности семейство бегониевых (*Begoniaceae*) [10].

Семейство *Begoniaceae* насчитывает свыше 800 видов и 2000 садовых форм. Широко распространены бегонии в тропических влажных лесах, а также в горах на высоте 3000–4000 м над уровнем моря, реже в сухих местообитаниях тропических и субтропических районов. Больше всего видов *Begoniaceae* в Южной Америке, ареал которых на севере доходит до Мексики. В Азии бегонии произрастают в Восточных Гималаях, горных областях Индии, на Малайском архипелаге, острове Шри-Ланка и Вьетнаме [7]. Сегодня существуют тысячи гибридных форм и сортов бегоний. Наибольшей известностью пользуются сорта, выведенные в Бельгии [2].

В декоративном садоводстве из *Begoniaceae* широкое распространение получило около 125 видов и их гибриды. Обогащению сортового разнообразия послужила значительная работа по гибридизации и селекции растений, которая была развёрнута со второй половины XIX века. Введение в культуру клубневых бегоний и использование их в последующих работах по гибридизации привело к получению большой группы крупноцветущих растений.

По данным Т.М. Черевченко, многие виды *Begoniaceae* характеризуются наличием широкого спектра продуктов вторичного обмена – алкалоидами, изопреноидами, фенольным соединениям, чем в значительной степени определяется практическое использование растений этого семейства в фармацевтической промышленности в качестве основы лекарственных препаратов. В последние годы получены новые данные о высокой биологической активности соединений, синтезируемых тканями растений [6].

С 2008 г. в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси, совместно с лабораторией биоорганической химии Института химии Вьетнамской академии наук и технологий (проф. Нгуен Ван Хунг), проводится скрининг физиологически активных соединений тканей растений семейства бегониевых коллекционных фондов Центрального ботанического сада НАН Беларуси и бегоний флоры Республики Вьетнам.

Целью работы является выявление природных источников растительного сырья с высоким биосинтезом биологически активных веществ среди интродуцированных растений семейства *Begoniaceae*; их биохимическая оценка; разработка технологий ускоренного производства нового вида лекарственного сырья, в том числе основанных на культивировании тканей и клеток растений; получение суммарных препаратов физиологически активных веществ.

Объекты и методы. исследования

Содержание физиологически активных соединений в тканях бегоний определяли в соответствии с предписаниями Государственной Фармакопеи Республики Беларусь и Европейского комитета по испытанию стабильности новых веществ, фармпрепаратов и продуктов. Газохроматографический анализ осуществляли на хроматографе “Agilent 6850” с использованием масс-селективного детектора “Agilent 5975”. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре “Agilent 8453 UV – visible”.

Для определения общей АОА представленного вида применяли две модельные системы: 1) система окисления масла льна молекулярным кислородом с последующей регистрацией уровня накопления липоперекисей, 2) система аскорбат-зависимого перекисного окисления фосфолипидов мембран митохондрий гепатоцитов с дальнейшим детектированием малонового диальдегида.

Все анализы проводились в четырехкратной повторности, полученные результаты обрабатывались с использованием компьютерной программы “Statistica 6.0”, данные считали достоверными при $P < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В рамках выполнения Государственной научно-технической программы «Фитопрепараты» (2001–2005 гг.) в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси разработана и внедрена на научно-производственном республиканском унитарном предприятии

«Диалек» концерна «Белбиофарм» технология получения лекарственного препарата «Бегонефрил» из растительного сырья бегонии краснолистной (*Begonia erythrophyllia hort.*). Установлено высокое содержание макро- и микроэлементов, пектиновых веществ и полифенолов в тканях растений семейства *Begoniaceae*.

Из бегонии краснолистной выделено и идентифицировано 10 флавоноидов, 4 флавонола, 2 флавона и 4 флавоно-С-гликозида. Четыре последних компонента в растениях семейства бегониевых обнаружены впервые. Идентифицирован состав витаминов и углеводов. Названные группы полифенолов обладают различной фармакологической направленностью (капилляроукрепляющего, противоатеросклеротического, спазмолитического, диуретического и антитоксического действий). Летучие компоненты *Begonia erythrophyllia hort.* обладают ярко выраженными протистогонными, фунгицидными, бактерицидными и бактериостатическими свойствами по отношению к целому ряду патогенных микроорганизмов [3].

«Бегонефрил» будет выпускаться в нескольких лекарственных формах. Это водный раствор, настойка, инъекции и капсулы. Препарат оказывает иммуномодулирующее, азотемическое, противовоспалительное и антиоксидантное действие. Содержит катехины, флавоны и другие физиологически активные вещества. «Бегонефрил» увеличивает диурез, выделение натрия и в меньшей степени калия, усиливает экскрецию с мочой азотистых веществ. Эффективен при острых и хронических нефритах, сопровождающихся гиперазотемией, а также при внепочечной азотемии.

Экстракт *Begonia erythrophyllia hort.* оказывает повышение фагоцитарного показателя и числа нейтрофилов в отношении *S. aureus* при их совместной инкубации. Препарат усиливает метаболическую активность нейтрофилов в NST-тесте, угнетает их хемотаксис, индуцированный казеином, способствует снижению спонтанной реакции бласттрансформации лимфоцитов. В целом, экстрактивные вещества бегонии краснолистной, а также препараты, полученные из нее, снижают выраженность воспалительных реакций, угнетая, в частности, миграцию нейтрофилов к очагу воспаления. Стимуляция митогенного эффекта коэнзима А низкими дозами экстракта *Begonia erythrophyllia hort.* свидетельствует о возможном наличии веществ, активирующих Т-супрессоры иммунной системы.

Антиоксидантная активность препаратов из бегонии обусловлена природой биологически активных соединений, содержащихся в растении. В экстрактах бегонии краснолистной в значительных количествах присутствуют биофлавоноиды, хлорогеновые кислоты, аскорбиновая кислота, каротиноиды. Данные соединения являются активными сквенджерами свободных радикалов кислорода, которым принадлежит важная роль в воспалительном повреждении ткани. Известно, что кроме высокой способности к перехвату активных радикалов кислорода, эти соединения являются ингибиторами липооксигеназы, способствующей перекисному окислению липидов. Следовательно, препараты из бегонии придают устойчивость липидов к перекисному окислению. Поскольку свободные радикалы, образующиеся в ходе цепных реакций перекисного окисления липидов, являются важными медиаторами воспалительной альтерации тканей, именно благодаря антиоксидантной активности проявляются противовоспалительные свойства *Begonia erythrophyllia hort.*

«Бегонефрил» улучшает функции почек и печени, обладает мембранно-стабилизирующими свойствами. Клинические испытания доказали эффективность и безопасность препарата. Полученные результаты указывают на перспективность растений семейства *Begoniaceae* в качестве источника растительного сырья для получения лекарственных препаратов [4].

Установлено, что культивируемые растительные клетки и ткани сохраняют способность к биосинтезу специфических для данного вида растений ряда соединений. Важным свойством каллусных клеток является сохранение способности к синтезу биологически активных веществ, характерных для данного вида растений. Именно это свойство ставит проблему использования тканевых и клеточных культур в ряд наиболее актуальных. Однако при этом наблюдаются как количественные, так и качественные изменения в составе комплекса синтезируемых соединений. Неорганизованно пролиферирующие каллусные клетки растения характеризуются низким содержанием искомым веществ (на порядок ниже, чем в запасующем органе целого

растения). Необычность условий культивирования тканей *in vitro* приводит к неполной реализации генетических возможностей клетки, что связано со многими причинами, в том числе с нарушениями автотрофности питания при переходе к гетеротрофному типу обмена. Оптимизация условий культивирования приводит к увеличению продуктивности культур по сравнению с целым растением.

Важным направлением, которое интенсивно разрабатывается в последние годы с помощью метода культуры тканей, является изучение способности растительной клетки к синтезу *in vitro* различных классов веществ. Перспективы, открывающиеся при этом, значительно активизировали научные разработки по проблеме получения лекарственного сырья с помощью технологии, основанной на культуре тканей и клеток. Разработка основ выращивания клеток растений в суспензионной культуре и клонирования от одной клетки, позволило использовать культуры тканей лекарственных растений для биотехнологических синтезов. Именно это свойство, а также дефицит препаратов из растительного сырья в Республике Беларусь ставят проблему использования тканевых и клеточных культур в качестве продуцентов биологически активных веществ в ряд наиболее актуальных [1, 5, 8].

Для решения поставленных задач будут применяться современные биохимические и биотехнологические методы исследования и культивирования растительных клеток. Планируется провести скрининг физиологически активных веществ в тканях растений семейства *Begoniaceae* коллекционного фонда Центрального ботанического сада НАН Беларуси и растений из Республики Вьетнам с последующей оценкой антиоксидантной, противовоспалительной и иммуномодулирующей активности физиологически активных веществ.

Выводы

В целом в результате выполнения научно-исследовательской работы впервые будут предложены новые виды растений семейства *Begoniaceae* в качестве источников растительного лекарственного сырья; разработаны технологии ускоренного производства лекарственного сырья (растительное сырье, каллусные и суспензионные культуры).

Список литературы

1. Бутенко Р.Г. Культура клеток растений и биотехнология. – М., 1986. – С. 3-10.
2. Грюнвальд Г. Комнатные растения: особенности роста в домашних условиях и в природе. – СПб.: СЗКЭО „Кристалл“, 2006. – С. 13.
3. Головченко Л.А. и др. Модификация метаболических процессов в тканях бегонии красной под влиянием фитовиталя // Тез. докладов IV Всероссийской научной конференции «Химия и технология растительных веществ». – Сыктывкар, 2006. – С. 239.
4. Продукция научно-производственного республиканского предприятия “Диалек” // Научно-производственное республиканское предприятие “Диалек” [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://www.dialek.by/info> – Дата доступа: 22.04.2008.
5. Тимофеева В.А. и др. Содержание и состав биологически активных веществ в культуре тканей *Begonia erythrophylla hort.* // Тез. докладов второго Всесоюзного общества физиологов растений. – Мн., 1990 – С. 89.
6. Черевченко Т.М. Тропические и субтропические растения закрытого грунта. – К.: Наукова думка, 1988 – С. 85-101.
7. Шахова Г.И. Бегонии. – М.: Кладезь-Букс, 2006. – 126 с.
8. Butcher D.N. and ets. Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue and organ cultures. – Berlin: Springer, 1977. – P. 668-693.
9. Li S.C. Medicinal Plants: Culture, Utilization and Phytopharmacology. – Boca Raton: CRC Press, 2000. – 517 p.
10. Nagata S.C. Medicinal and Aromatic Plants. – Berlin: Springer, 2002. – 663 p.

Рекомендовано к печати д.мед.н. Ярош А.М.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПЛОДАХ АЛЫЧИ

О.А. ГРЕБЕННИКОВА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

В настоящее время особый интерес представляют культуры, плоды которых сочетают вкусовые качества с высоким содержанием биологически активных веществ. В их перечень авторы включают алычу крупноплодную – *Prunus cerasifera subsp.* [5].

Алыча и ее разновидности являются относительно неприхотливыми морозо- и засухоустойчивыми растениями [4]. Благодаря ежегодному обильному плодоношению, продолжительному (июль-август) периоду созревания плодов, разнообразию их вкуса и окраски, алыча представляет интерес как для перерабатывающей промышленности, так и для потребления в свежем виде [2].

Плоды алычи содержат углеводы, легкоусвояемые органические кислоты, фенольные и пектиновые вещества, витамины и минералы [6].

Одним из важных показателей биохимического потенциала плодов является содержание в них фенольных соединений, которые обладают высокой Р-витаминной активностью, сосудорасширяющим, спазмолитическим, гипотензивным, антиоксидантным и антимикробным действием [1, 9].

В предыдущих работах определена антиокислительная активность плодов алычи, обусловленная наличием в них таких фенольных соединений, как флавонолы, катехины и антоцианы [8, 14]. Показатель антиоксидантной активности, определенной по термическому окислению олеиновой кислоты для различных сортов, варьировал в диапазоне 51-90% [3].

Однако фенольные вещества плодов этой культуры в разрезе сортов на данный момент изучены недостаточно. Особый интерес представляют сорта алычи Оленька (сорт селекции НБС–ННЦ, внесен в Государственный реестр сортов растений, разрешенных к распространению в Украине) и Красномясая – сорт, отличающийся высоким содержанием веществ фенольной природы.

Целью нашей работы явилась сравнительная характеристика качественного состава и количественного содержания фенольных соединений в плодах алычи сортов Оленька и Красномясая.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили плоды двух сортов алычи из коллекции НБС–ННЦ – Оленька и Красномясая, собранные в стадии физиологической зрелости в конце июля 2008 г.

Общее содержание фенольных веществ определяли колориметрически, используя реактив Фолина-Чиокалтео [7].

Компонентный состав фенольных веществ определяли методом ВЭЖХ [10-13] на хроматографе фирмы Agilent Technologies (модель 1100). Для проведения анализа была использована хроматографическая колонка 2,1 × 150 мм, заполненная октадецилсилильным сорбентом, зернением 3,5 мкм, «ZORBAX» SB-C18.

Для проведения анализа были установлены следующие режимы хроматографирования: скорость подачи подвижной фазы 0,25 см³/мин; рабочее давление элюента 240-300 кПа; температура термостата колонки 35°C; объем пробы 5 мкл; длины волн от 280 до 525 нм, в зависимости от группы идентифицируемых компонентов; масштаб измерений 1,0; время сканирования 2 сек.; параметры снятия спектра – каждый пик 190-600 нм. Элюенты: А – 0,6%-ный водный раствор трифторуксусной кислоты, В – метанол, С – 0,6%-ный раствор трифторуксусной кислоты в 70%-ном водном метаноле.

Идентификацию фенольных соединений производили по времени удерживания стандартов и спектральным характеристикам, которые сравнивали с литературными данными.

Проба для анализа готовилась следующим образом: в мерной пробирке на 23 см³ взвешивали 11,0 г перетертой мякоти с точностью до 0,1 мг и доводили до метки 95% водным метанолом, подкисленным соляной кислотой (0,01%-ный раствор). После 30 мин. выдержки в ультразвуковой бане раствор фильтровали через мембранный тефлоновый фильтр с размерами пор 0,45 мкм.

Результаты и обсуждение

В исследованных плодах алычи идентифицированы 15 компонентов, принадлежащих к четырем группам фенольных соединений: фенольные кислоты, флавонолы, антоцианы и катехины.

На рис. 1 показано, что из упомянутых групп фенольного комплекса в плодах алычи сорта Красномясая доминируют антоцианы, содержание которых (1088,1 мг/100г сухого вещества) составляет 28% от общей суммы фенольных соединений. В плодах сорта Оленька количество антоцианов (135,9 мг/100г сухого вещества) незначительно превосходит другие группы фенольных веществ и составляет 9,04%.

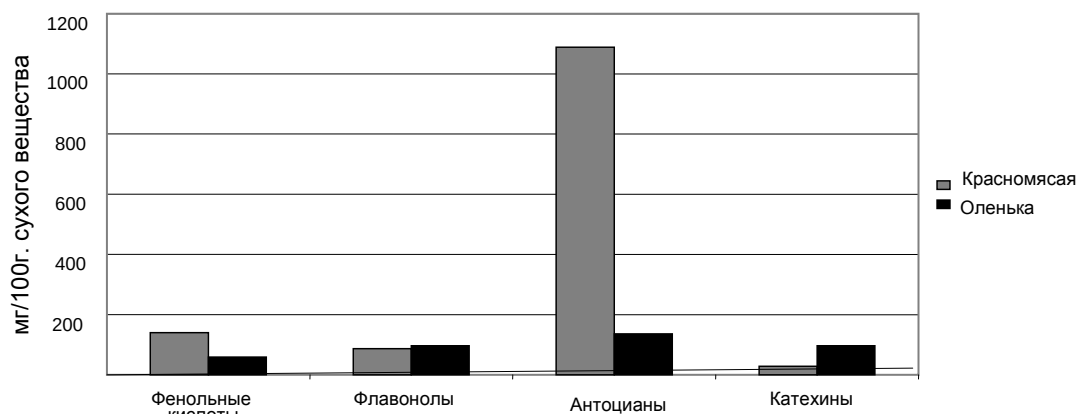


Рис. 1. Содержание разных групп фенольных соединений в плодах алычи

Содержание фенольных кислот выше в сорте Красномясая. Содержание флавонолов незначительно выше в плодах алычи сорта Оленька (96,84 мг/100г сухого вещества). По содержанию катехинов отличается сорт Оленька (96,73 мг/100г сухого вещества), где оно в 3,4 раза выше, чем в плодах сорта Красномясая.

Преобладающим компонентом группы антоцианов в обоих сортах является цианидин -3-О-арабинозид, составляющий 59,6% от суммы антоцианов в сорте Оленька и 63,5% – в сорте Красномясая (табл. 1).

Таблица 1

Состав и содержание фенольных веществ в плодах алычи

Группа	Компоненты фенольного комплекса, мг/100 г сухого вещества	Содержание компонентов фенольного комплекса, мг/100г сухого вещества	
		сорт Оленька	сорт Красномясая
фенольные кислоты	неохлорогеновая кислота	17,52	34,93
	хлорогеновая кислота	28,87	70,57
	п-кумаровая кислота	3,27	25,92
	ферулоилгексоза	9,13	8,39
флавонолы	биозид	12,61	4,93
	рутин	64,59	45,07
	рамнозид	2,96	7,63
	кверцетин-3-О-гликозид	16,68	29,29
антоцианы	цианидин -3-О-галактозид	36,78	252,84
	цианидин-3-О-гликозид	8,13	147,39
	цианидин -3-О-арабинозид	86,28	648,67
	цианидин -3-О-рутинозид	4,38	29,34
	цианидин-3-О-ацетилгалактозид	0,37	9,86
катехины	(+)-D-катехин	70,82	4,64
	(-)-эпикатехин	25,91	23,65
суммарное содержание фенольных веществ		1504	3886

Для плодов обоих сортов характерно существенное преобладание хлорогеновой кислоты, доля которой в изученных сортах достигает 49-50% от суммы фенолокислот. Преобладающим компонентом из группы флавонолов является рутин, содержание которого от суммы флавонолов составляет в плодах сортов Оленька и Красномясая 66,79 и 51,85% соответственно.

Среди катехинов в сорте Оленька преобладает (+)-D-катехин, в Краснояской – (-)-эпикатехин.

Выводы

1. В плодах алычи сортов Оленька и Краснояская идентифицировано 15 компонентов, относящихся к 4 группам веществ фенольной природы: фенольные кислоты, флавонолы, антоцианы и катехины.

2. Установлено, что сорт Краснояская превосходит сорт Оленька содержанием антоцианов и фенолокислот, тогда как сорт Оленька отличается высоким содержанием катехинов и рутина.

Список литературы

1. Барабой В.А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. – К.: Наукова думка, 1976. – 260 с.
2. Горина В.М., Андриевская О.А. Результаты селекции алычи в Никитском ботаническом саду // Бюлл. Гос.Никит. ботан. сада. – 2003. – Вып. 87. – С.44-46.
3. Ежов В.Н., Полонская А.К. Биохимическое обоснование направлений переработки растений для получения лечебно – профилактических продуктов // Бюл. ГБС, 2003. – Вып. 186. – С. 214-226.
4. Еремин А.В. Алыча. – М.: Колос, 1969. – 169 с.
5. Еремин Г.В., Розмыслова А.Г., Алейникова О.Н. Алыча – ценная культура для консервирования // Пищевая промышленность. – 1988. – № 6. – С. 39-40.
6. Лойко Р. Э., Еремин А. В. Алыча. – М.: Колос. – 1969. – С. 169.
7. Гержилова В.Г. Методы теххимического контроля в виноделии. – Симферополь: Таврида, 2002. – 259 с.
8. Розмыслова А.Г. Подбор исходного материала для селекции на улучшение качества плодов сливы и алычи // Труды по прикл. бот., ген. и сел. – 1985. – Т. 97. – С.64-68.
9. Хаджай Я.И. Фармакологическое действие и клиническое применение флавоноидов // Тезисы докладов 2-го Всесоюзного симпозиума по фенольным соединениям. – Алма-Ата: Наука, 1970. – С. 137-138.
10. Chromatographic investigation of anthocyanin pigments of *Vitis vinifera* / Anderson D.W., Julian E.A., Kepner R.E., Webb A.D. // Phytochemistry. – 1970. – 9. – № 1. – P.1569-1578.
11. Asen S. Flavonoid chemical markers as an adjunct for cultivar identification // Hort. Science. – 1977. – 12. – № 5. – P. 447-448.
12. Chen, L.J., Hrazdina G. Structural aspects of antho-cyanin-flavonoid complex formation in plant color // Phytochemistry. – 1981. – 20. – P. 297-303.
13. Mc. Murrough I., Hennigan G.P., Loughrey M.J. Quantitative analysis of hop flavonols using H.P.L.C. J. // Agric. Food Chem. – 1982. – 30. – P.1102-1106.
14. Wang Hong, Cao Guohua, Prior Ronald L. Total antioxidant capacity of fruits // J.Agr. and Food Chem. – 1996. – 44. – № 3. – P.701-705.

Рекомендовано к печати д.мед.н. Ярош А.М.

ОБ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ЛИСТЬЕВ НЕКТАРИНА

Г.В. КОРНИЛЬЕВ; В.Н. ЕЖОВ, доктор технических наук
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

В условиях ухудшающейся экологической обстановки актуальным является природных новых источников биологически активных веществ (БАВ), среди которых особое место занимают антиоксиданты, представленные, в частности, флавоноидами, каротиноидами, аскорбиновой кислотой и др. [2, 5]. Антиоксидантная активность (АОА) проявляется в ингибировании протекания свободно-радикальных процессов в организме, сопровождающихся образованием токсических перекисей. Среди рассматриваемых в качестве источников

антиоксидантов объектов сравнительно малоизученными остаются плодовые культуры (в т.ч. их вегетативные органы), обладающие в этом плане значительным потенциалом [4,6]. В условиях Крыма большой интерес представляют южные плодовые культуры, среди которых одной из перспективных является нектарин – *Persica vulgaris* Mill. subsp. *nectarina* (Ait.) Shof. [6].

Целью настоящей работы явился анализ АОА листьев некоторых сортов нектарина и установление оптимальных параметров их экстрагирования с позиций достижения максимальных значений АОА.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования явились сухие листья 5 сортов нектарина селекции НБС–ННЦ (Аметист, Епаторийский, Рубиновый 4, Рубиновый 8 и Сувенир Никитский), собранные в сентябре–ноябре 2007 и июне–августе 2008 гг. Листья высушивали при комнатной температуре (25⁰С) и измельчали. Предварительный анализ АОА листьев осуществляли в спиртовых экстрактах (90% об.), приготовленных при гидромодуле 10,0 настаиванием в течение 72 ч при комнатной температуре (25⁰С). Для последующего определения оптимальных параметров экстрагирования был составлен многофакторный многоуровневый план (ДФЭ₄⁵), который предполагал получение 16 водно-спиртовых экстрактов путем варьирования 5 параметрами на 4 уровнях значений:

- температура – 20 ... 35 ... 50 ... 65 °С;
- продолжительность настаивания – 72...120...168...216 ч;
- гидромодуль – 1,0...3,0...5,0...7,0;
- концентрация этанола – 40 ... 50 ... 60 ... 70% об.;
- степень измельчения листьев – < 2 ... 2-3 ... 3-5 ... > 5 мм.

При составлении ортогональной матрицы планирования выбор уровней значений параметров производили по таблице случайных чисел [1, 3]. Измерение АОА экстрактов производилось амперометрическим методом (в пересчете на ТРОЛОХ) на приборе «Цвет Яуза-01-АА» [7].

Результаты и обсуждение

Сравнительное изучение АОА листьев 5 сортов нектарина, собранных в сентябре–ноябре 2007 и июне–августе 2008 гг. показало, что наибольшей АОА обладают листья сорта Сувенир Никитский, собранные 15.09.2007 (рис. 1). С ними проводились дальнейшие исследования. Даты анализа: 1 – 15.09.2007; 2 – 15.10.2007; 3 – 15.11.2007; 4 – 15.06.2008; 5 – 15.07.2008; 6 – 15.08.2008.

АОА, мг/дм³

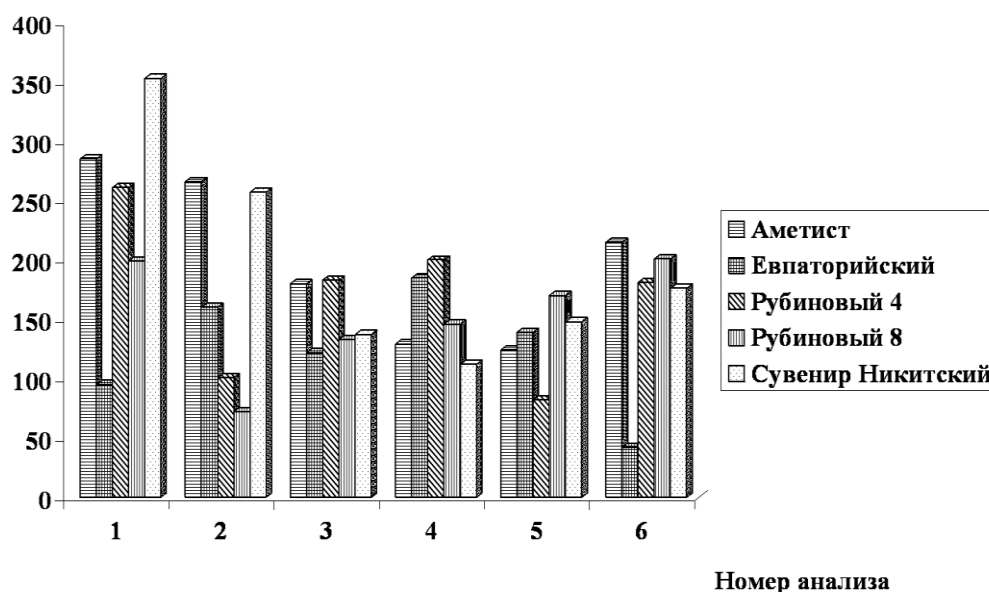


Рис. 1. Антиоксидантная активность сухих листьев нектарина

На втором этапе работы из данных листьев путем варьирования 5 параметрами экстрагирования были приготовлены 16 водно-спиртовых экстрактов (табл. 1).

Таблица 1

Антиоксидантная активность (АОА) экстрактов в зависимости от режимов экстрагирования

Фактор	Вариант опыта															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
t, °C	65	65	65	65	50	50	50	50	35	35	35	35	20	20	20	20
τ, сут	5	5	7	7	9	9	3	3	7	7	5	5	3	3	9	9
Гидро модуль	7	5	3	1	7	5	3	1	7	5	3	1	7	5	3	1
Конц.этанола, об%	70	40	60	50	40	70	50	60	70	40	60	50	40	70	50	60
Степень измельч. листьев, мм	2-3	2-3	2-3	2-3	< 2	< 2	< 2	< 2	> 5	> 5	> 5	> 5	3-5	3-5	3-5	3-5
АОА, мг/дм ³	425	376	338	336	259	297	241	612	762	699	659	328	640	691	361	295

Анализ полученных данных показывает, что наибольшей АОА (762 мг/дм³) обладали образцы, полученные при следующих условиях (вариант опыта 9): температура 35°C, время экстракции 7 суток, гидро модуль 7, концентрация этанола 70 объемных %, степень измельчения листьев > 5 мм.

На основании полученных значений АОА был рассчитан эффект каждого фактора, характеризующий его вклад в значение АОА (табл. 2).

Исходя из полученных, данных установлено оптимальное сочетание режимов экстрагирования для получения экстракта с максимальной АОА: температура 35°C, время экстракции 9 суток, гидро модуль 3, концентрация этанола 70 объемных %, степень измельчения листьев > 5 мм.

Таблица 2

Эффект каждого фактора на всех уровнях

Фактор														
знач. ф-ра	сред. знач. АОА мг/дм ³	эф-фekt выхода	знач. ф-ра	сред. знач. АОА мг/дм ³	эф-фekt выхода	знач. ф-ра	сред. знач. АОА мг/дм ³	эф-фekt выхода	знач. ф-ра	сред. знач. АОА мг/дм ³	эф-фekt выхода	знач. ф-ра	сред. знач. АОА мг/дм ³	эф-фekt. выхода
20	497	+ 39,3	72	393	- 64,7	3	546	+ 88,6	40	494	+ 36,1	< 2	352	- 105,2
35	612	+ 154,6	120	400	- 57,7	5	372	- 85,4	50	316	- 140,9	2-3	369	- 88,7
50	352	- 105,2	168	516	- 58,3	7	534	+ 76,3	60	476	+ 18,6	3-5	497	+ 39,3
65	369	- 88,7	216	522	+ 64,1	9	303	- 154,4	70	544	+ 86,3	> 5	612	+ 154,6

Оптимальность этого режима подтверждается экспериментально полученным максимальным значением АОА (табл. 3).

Таблица 3

Оптимальное сочетание режимов экстрагирования для получения экстракта из листьев нектарина с максимальной антиоксидантной активностью (АОА)

Фактор		Значение	АОА, мг/дм ³
1	температура, °C	35	827,37
2	продолжительность настаивания, ч	168	
3	гидро модуль	3	
4	концентрация этанола, % об.	70	
5	степень измельчения листьев, мм	> 5	

Выводы

1. Проведен сравнительный анализ АОА листьев пяти сортов нектарина, отобран образец, обладающий наибольшей АОА (сорт Сувенир Никитский, собран 15.09.2007).

2. Установлены оптимальные параметры экстрагирования для получения водно-спиртовых экстрактов листьев нектарина с максимальным значением АОА (температура –

35°C; продолжительность настаивания – 168 ч; гидромодуль – 3,0; концентрация этанола – 70% об.; степень измельчения листьев – > 5 мм).

Список литературы

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
2. Барабой В.А. Биологическое действие фенольных соединений. – К.: Наукова думка, 1976. – 260 с.
3. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 118 с.
4. Ежов В.Н., Полонская А.К. Биохимическое обоснование направлений переработки растений для получения лечебно – профилактических продуктов // Бюл. Главн. ботан. сада РАН. – 2003. – Вып. 186. – С. 214-226.
5. Кудрицкая С.Е. Каротиноиды плодов и ягод. – К.: Вища школа, 1990. – 211 с.
6. Биологически активные вещества листьев некоторых плодовых культур в связи с перспективой их использования в пищевых продуктах / Полонская А.К., Ежов В.Н., Корнильев Г.В., Гребенникова О.А. // Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2007. – Т. 20 (59). – № 3. – С. 122-127.
7. Яшин Я.И., Яшин А.Я. Новый экспрессный метод и прибор для определения антиоксидантной активности пищевых продуктов и напитков // Аналитические методы измерения и приборы в пищевой промышленности: Материалы междунар. конф. Москва, 1-2 февр. 2005 г. – М.: Изд. корп. МГУПП, 2005. – С. 184-185.

Рекомендовано к печати д. мед.н. Ярош А.М.

ВЛИЯНИЕ ХЛОРИСТОГО ВОДОРОДА НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА ПЕРОКСИДАЗЫ

А.М. НИКОЛАЙЧУК, кандидат биологических наук

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г.Минск, Республика Беларусь

Введение

Хлористый водород является опасным ингредиентом загрязнения воздуха. Источниками его поступления в окружающую среду являются предприятия по производству эластомеров, резиновых изделий, шин, кирпича, керамики, а также химические предприятия, производящие инсектициды, гербициды, соляную кислоту, гидролизный спирт, хлорную известь, соду, хлорсодержащие пестициды [4]. Имеются данные об исключительной фитотоксичности хлористого водорода [2], однако сведения о его влиянии на растительность крайне ограничены [2, 4, 8]. Хлористый водород поглощается клетками растений, растворяется в пленочной воде оболочек клеток мезофилла и через липопротеидные мембраны проникает внутрь клеток, накапливается в цитоплазме и клеточных органоидах, вызывая нарушение важнейших звеньев метаболизма, роста и развития растений [5, 8]. Для характеристики устойчивости растений в экстремальных условиях произрастания ряд авторов предлагают использовать пероксидазную активность тканей [3, 6-8]. Они считают, что одной из основных функций пероксидазы является защита организма от вредного действия перекиси [8]. Повышение активности пероксидазы в листьях древесных растений под влиянием атмосферных поллютантов является следствием глубокой перестройки метаболических процессов, в частности дыхательных систем, для реализации защитно-приспособительных возможностей растений и поддержания гомеостаза клеток в экстремальных условиях произрастания [8]. В связи с этим высказывается предложение использовать степень ферментативной активности пероксидазы в листьях.

Целью данной работы явилось изучение влияния хлористого водорода на активность фермента пероксидазы различных видов растений на протяжении вегетационного периода.

Объекты и методы исследования

В процессе изучения устойчивости растений к хлористому водороду мы определяли пероксидазную активность тканей 26 видов лиственных аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников из дендрария ЦБС НАН Беларуси. Для проведения опыта листья тестовых растений фумигировали хлористым водородом в течение одного часа. Активность фермента определяли методом А.Н. Бояркина [1]. Метод основан на измерении времени, за которое опытный раствор достигает определенной оптической плотности. Пероксидазную активность лиственных деревьев и кустарников изучали на протяжении всего вегетационного периода. Данные статистически обработаны и сведены в таблицы.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ результатов показал, что воздействие хлористого водорода на листопадные деревья и кустарники приводит к повышению активности пероксидазы. У группы газоустойчивых растений (рододендрон кэтевбинский, виноград лапчатый, виноград амурский, барбарис Тунберга, девичий виноград пятилисточковый, жимолость обыкновенная, пузыреплодник калинолистный, клен ложноплатановый, кирказон крупнолистный, ива белая шелковистая) активность пероксидазы возросла до 209,1% по сравнению с контролем (табл. 1).

В листьях среднеустойчивых растений (жимолость каприфоль, древогубец круглолистный, лимонник китайский, тополь канадский, конский каштан обыкновенный, бук лесной пурпунолистный, клен ясенелистный, береза повислая, лещина обыкновенная, вяз шершаволистный, свидина белая, ясень обыкновенный, виноград лисий, клен серебристый) активность пероксидазы возросла в большей степени (до 491,6%), чем у растений, проявляющих высокую устойчивость к действию HCl (табл. 1).

Для группы неустойчивых растений, к которой мы отнесли клен остролистный и липу мелколистную, характерно снижение пероксидазной активности тканей (табл. 1). Уменьшение активности пероксидазы у группы неустойчивых к хлористому водороду видов может быть обусловлено общим снижением скорости метаболических реакций и ингибированием фермента токсическим газом.

Таблица 1

Влияние хлористого водорода на активность пероксидазы в листьях различных видов древесных растений в весенний, летний и осенний периоды вегетации

Вид растения	Вариант	Активность ПО, $\bar{X} \pm S \bar{X}$ (май)	Активность ПО, $\bar{X} \pm S \bar{X}$ (июль)	Активность ПО, $\bar{X} \pm S \bar{X}$ (октябрь)
1	2	3	4	5
жимолость обыкновенная <i>Lonicera xylosteum</i> L.	контроль	2,63±0,117	1,68±0,219	3,28±0,129
	HCl	5,16±0,351	3,20±0,212	6,85±0,460
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	196,4	190,8	209,1
ива белая шелковистая <i>Salix alba</i> L. 'Sericea'	контроль	0,70±0,027	0,83±0,035	2,40±0,026
	HCl	1,23±0,146	1,25±0,045	4,33±0,156
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	177,2	150,3	180,1
барбарис Тунберга <i>Berberis thunbergii</i> DC.	контроль	0,05±0,001	не идет	0,05±0,005
	HCl	0,08±0,006	не идет	0,09±0,002
	P двухстороннее	0,003		0,001
	% к контролю	148,1		156,4
кирказон крупнолистный <i>Aristolochia macrophylla</i> Lam.	контроль	0,17±0,002	0,61±0,014	0,91±0,053
	HCl	0,20±0,002	0,99±0,054	1,54±0,140
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	114,9	161,4	169,3
клен ложноплатановый <i>Acer pseudoplatanus</i> L.	контроль	0,13±0,003	0,06±0,001	0,26±0,005
	HCl	0,17±0,004	0,08±0,002	0,44±0,006
	P двухстороннее	0,001	0,005	0,001
	% к контролю	129,9	133,9	169,4

1	2	3	4	5
пузыреплодник калинолистный <i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim.	контроль	0,03±0,001	0,04±0,001	0,07±0,001
	HCl	0,05±0,002	0,04±0,005	0,11±0,003
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	157,1	115,4	162,3
древогубец круглолистный <i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	контроль	0,76±0,027	1,01±0,073	1,46±0,221
	HCl	1,43±0,163	1,57±0,065	2,11±0,064
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,010
	% к контролю	187,8	157,7	145,0
жимолость каприфоль <i>Lonicera caprifolium</i> L.	контроль	0,08±0,007	0,21±0,013	0,47±0,013
	HCl	0,17±0,003	0,45±0,022	0,22±0,032
	P двухстороннее	0,001	0,019	0,001
	% к контролю	219,7	211,7	211,3
тополь канадский <i>Populus canadensis</i> L. `Regenerata`	контроль	5,51±0,604	7,12±0,337	2,80±0,044
	HCl	18,55±0,889	17,58±0,888	7,96±0,081
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	336,8	246,9	284,8
бук лесной пурпурнолистный <i>Fagus sylvatica</i> L. `Atropuniceae`	контроль	0,53±0,017	0,37±0,008	0,41±0,036
	HCl	1,30±0,085	0,75±0,045	0,95±0,129
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,006
	% к контролю	247,7	229,8	233,1
лещина обыкновенная <i>Corylus avellana</i> L.	контроль	0,22±0,004	0,09±0,001	0,27±0,006
	HCl	0,71±0,018	0,30±0,003	0,94±0,072
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,003
	% к контролю	316,9	347,1	348,9
свидина белая <i>Swida alba</i> L.	контроль	0,08±0,004	не идет	не идет
	HCl	0,22±0,002	не идет	не идет
	P двухстороннее	0,001		
	% к контролю	293,4		
береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth.	контроль	1,56±0,257	1,25±0,007	0,25±0,017
	HCl	0,58±0,081	3,38±0,113	0,66±0,059
	P двухстороннее	0,002	0,001	0,001
	% к контролю	317,3	269,6	259,1
вяз шершаволистный <i>Ulmus scabra</i> Mill.	контроль	1,51±0,044	2,50±0,508	1,34±0,159
	HCl	7,42±0,137	9,92±1,121	4,82±0,548
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	491,6	396,9	359,6
конский каштан обыкновенный <i>Aesculus</i> <i>hippocastanum</i> L.	контроль	0,63±0,048	0,85±0,019	1,21±0,014
	HCl	2,36±0,058	2,84±0,090	4,71±0,293
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	376,8	334,5	388,2
ясень обыкновенный <i>Fraxinus excelsior</i> L.	контроль	1,46±0,119	1,56±0,121	1,14±0,063
	HCl	4,75±0,591	3,99±0,063	3,35±0,144
	P двухстороннее	0,002	0,003	0,001
	% к контролю	325,0	255,9	294,8
клен ясенелистный <i>Acer negundo</i> L.	контроль	0,32±0,011	0,32±0,002	2,07±0,026
	HCl	0,92±0,030	1,03±0,084	5,80±0,040
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	291,1	322,8	280,4
лимонник китайский <i>Schizandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	контроль	0,41±0,011	0,56±0,008	0,50±0,038
	HCl	1,14±0,006	1,56±0,012	1,39±0,021
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	273,8	280,9	275,7

1	2	3	4	5
клен серебристый <i>Acer saccharinum</i> L.	контроль	1,22±0,022	4,55±0,062	0,22±0,027
	HCl	2,73±0,002	10,50±0,638	0,59±0,044
	P двухстороннее	0,002	0,001	0,001
	% к контролю	223,4	230,8	269,2
липа мелколистная <i>Tilia cordata</i> Mill.	контроль	3,02±0,047	2,62±0,012	0,49±0,001
	HCl	2,10±0,141	1,80±0,050	0,36±0,006
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	69,4	68,6	73,9
клен остролистный <i>Acer platanoides</i> L.	контроль	0,12±0,001	0,13±0,001	1,18±0,001
	HCl	0,08±0,001	0,10±0,001	1,01±0,004
	P двухстороннее	0,001	0,001	0,001
	% к контролю	70,7	76,3	85,8
рододендрон кэтевбинский <i>Rhododendron</i> <i>catawbiense</i> Michx.	контроль	не идет	не идет	не идет
	HCl	не идет	не идет	не идет
виноград амурский <i>Vitis amurensis</i> Rupr.	контроль	не идет	не идет	не идет
	HCl	не идет	не идет	не идет
виноград лисий <i>Vitis vulpina</i> L.	контроль	не идет	не идет	не идет
	Опыт	не идет	не идет	не идет
девичий виноград пятилисточковый <i>Parthenocissus</i> <i>quinquifolia</i> L.	контроль	не идет	3,16±0,003	3,92±0,067
	HCl	не идет	не идет	4,86±0,026
	P двухстороннее			0,001
виноград лапчатый <i>Vitis palmata</i> Vahl.	контроль	не идет	не идет	не идет
	HCl	не идет	не идет	не идет

Выводы

Исследования показали, что хлористый водород оказывает влияние на активность пероксидазы исследуемых растений, причем ответные реакции различных видов деревьев и кустарников на действие изучаемого поллютанта неоднозначны. Наибольшую активность фермент проявляет у группы устойчивых и среднеустойчивых видов. Повышение пероксидазной активности в условиях загрязненного атмосферного воздуха является защитной реакцией, направленной на детоксикацию перекисных соединений и поддержание гомеостаза клеток в экстремальных условиях. Для растений, обладающих низкой толерантностью к хлористому водороду, характерно уменьшение пероксидазной активности тканей, что связано с ингибированием фермента хлористым водородом. Наибольшая активность фермента наблюдается в осенний и весенний периоды вегетации.

Список литературы

1. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений: Учеб. пособ. – М.: Высш. шк., 1975. – 392 с.
2. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. – М.: Мир, 1979. – 200 с.
3. Доманская Э.Н., Стрекозова В.И. Активность окислительных ферментов у некоторых видов вечнозеленых растений в связи с их морозостойкостью // Бюлл. Глав. ботан. сада. – 1971. – Вып. 81. – С. 92-96.
4. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – Киев: Наук. думка, 1978. – 246 с.
5. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости древесных растений. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.

6. Олейникова Т.В., Пушина Р.Н. Изменения в изоферментных спектрах и активности пероксидазы в листьях пшеницы при действии повышенной и высокой температуры // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства. – 1979. – Т. 64. – С. 23-29.

7. Рачковская М.М., Ким Л.О. Изменение активности некоторых оксидаз как показатель адаптации растений к условиям промышленного загрязнения // Газоустойчивость растений: 36. научн. работ. – Новосибирск, 1980. – С. 117-126

8. Сергейчик С.А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде. – Мн.: Навука і тэхніка, 1994. – 279 с.

Рекомендовано к печати к.б.н. Рихтером А.А.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ И КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА *OCIMUM BASILICUM* L.

Ю.П.ХРИСТОВА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Из года в год растет интерес к проблеме рационального использования растительных ресурсов. Большие возможности открывает использование эфирномасличных растений как источника биологически активных соединений, необходимых для медицины, парфюмерно-косметической и пищевой промышленности. Производству необходимы эфирные масла с цветочным, цитральным, эвгенольным запахами. Решение данной проблемы заключается в привлечении и глубоком изучении биологии и биохимии ароматических растений.

Одним из ценных эфиромасличных растений является базилик душистый (*Ocimum basilicum* L.) [4, 6, 8]. Галеновые препараты базилика оказывают спазмолитическое, седативное, дезинфицирующее, репаративное, общетонизирующее, ветрогонное, детоксикантное и противовоспалительное действие; повышают моторную функцию желудка и кишечника [5]. Растения *O. basilicum* являются сырьем для производства эвгенола, цитраля, камфоры и других ценных веществ, которые находят применение в производстве фармацевтических, лечебно-профилактических препаратов и натуральных душистых веществ.

Цель настоящей работы – изучение изменчивости компонентного состава эфирного масла растений *O. basilicum* для выделения перспективных для селекции форм.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили 12 сортообразцов *O. basilicum* различного эколого-географического происхождения. Работа проведена на интродукционном участке отдела новых ароматических и лекарственных культур Никитского ботанического сада (НБС). Фенологические наблюдения за растениями проведены по общепринятой методике [1]. Массовую долю эфирного масла в растениях определяли способом гидродистилляции (с использованием прёмников Гинзберга и аппаратов Клевенджера) [2]. Компонентный состав эфирного масла определяли с помощью хромато-масспектрометрии на приборе Agilent Technology 6890N с масспектрометрическим детектором 5973N. Условия анализа: хроматографическая колонка кварцевая, капиллярная HP 5MS. Температура испарителя 250°C. Газ-носитель – гелий. Скорость газа-носителя 1 мл/мин. Ввод пробы осуществляли с делением потока 1/50. Определение проводили в режиме программирования температуры термостата от 50 до 220°C, со скоростью 3°/мин. Температура детектора и испарителя составляла 250°C. Компоненты эфирных масел идентифицировали по результатам сравнения полученных в процессе хроматографирования масс-спектров химических веществ, входящих в исследуемые смеси, с данными библиотеки масс-спектров NIST02. Индексы удерживания компонентов рассчитывали по результатам контрольных анализов эфирных масел с набором нормальных алканов [7]. Математическая обработка экспериментальных данных проведена методами корреляционного и регрессионного анализа [3].

Результаты и обсуждение

По срокам начала ростовых процессов растения *O. basilicum* относятся к поздневесенней фенологической группе. Фаза бутонизации наступает в конце июня. Массовое цветение начинается в середине июля. Плодоношение наблюдается в начале августа.

В результате изучения нами было выделено шесть хемоформ *O. basilicum*, которые представляют наибольший интерес для исследования и отличаются габитусом кустов, окраской, размерами, формой листьев и цветков.

Эфирное масло содержится во всех надземных органах растений, наибольшее его содержание обнаружено в соцветиях и листьях, в стеблях отмечаются лишь следовые количества.

Максимальный выход эфирного масла у растений *O. basilicum* наблюдается в период массового цветения ветвей I порядка и образования семян восковой зрелости в нижних мутовках центрального соцветия. Массовая доля эфирного масла составила от 0,10 до 0,21% на сырую массу растений или от 0,23 до 1,10% в пересчёте на абсолютно сухую массу (табл. 1). Наибольший выход эфирного масла отмечен для хемоформы IV (1,10%), наименьший – для хемоформы V (0,23%). При этом влажность растительного сырья варьировала в пределах 75,5-83,0%, у хемоформы V влажность растительного материала составила 28,0%.

Таблица 1

Содержание эфирного масла у различных хемоформ *Ocimum basilicum* L. в период цветения растений

Хемоформа	Массовая доля эфирного масла в % на:		Влажность сырья, %	Массовая доля эфирного масла в % на:		Влажность сырья, %	Массовая доля эфирного масла в % на:		Влажность сырья, %
	сырую массу	абс. сухую массу		сырую массу	абс. сухую массу		сырую массу	абс. сухую массу	
	начало цветения			массовое цветение			конец цветения		
I	0,05 ± 0,01	0,28 ± 0,06	82,00 ± 0,50	0,13 ± 0,03	0,76 ± 0,20	83,00 ± 0,50	0,06 ± 0,02	0,38 ± 0,13	84,90 ± 0,15
II	0,08 ± 0,01	0,36 ± 0,01	79,00 ± 2,00	0,15 ± 0,03	0,88 ± 0,20	83,00 ± 0,46	0,09 ± 0,02	0,46 ± 0,12	80,30 ± 0,61
III	0,10 ± 0,06	0,61 ± 0,30	83,50 ± 0,85	0,14 ± 0,04	0,57 ± 0,15	75,50 ± 0,35	0,12 ± 0,02	0,46 ± 0,07	74,00 ± 0,42
IV	0,10 ± 0,03	0,55 ± 0,23	82,00 ± 26	0,21 ± 0,03	1,10 ± 0,20	81,00 ± 0,56	0,08 ± 0,03	0,55 ± 0,18	84,90 ± 0,70
V	0,06 ± 0,02	0,10 ± 0,04	38,00 ± 0,85	0,17 ± 0,03	0,23 ± 0,04	28,00 ± 1,50	0,07 ± 0,02	0,12 ± 0,03	35,00 ± 2,06
VI	0,07 ± 0,01	0,23 ± 0,03	71,60 ± 1,35	0,10 ± 0,08	0,55 ± 0,49	82,00 ± 1,00	0,01 ± 0,01	0,09 ± 0,05	85,40 ± 0,30

Коэффициент вариации массовой доли эфирного масла в период начала цветения – конец цветения, согласно нашим исследованиям, составил от 10,70 до 13,23% (табл. 2).

Таблица 2

Содержание эфирного масла у различных хемоформ *Ocimum basilicum* L. в период цветения растений

Срок цветения	Показатели содержания эфирного масла в пересчете на абсолютно сухую массу сырья (%)			
	среднее $\bar{x} \pm S_x$	минимум- максимум	дисперсия, δ	коэффициент вариации, V%
начало цветения	0,35±0,19	0,10-0,61	0,04	10,70
массовое цветение	0,68±0,30	0,23-1,10	0,09	13,23
конец цветения	0,34±0,19	0,09-0,55	0,04	10,79

В процессе изучения компонентного состава эфирного масла выделенных шести хемоформ *O. basilicum* было обнаружено более 100 соединений, содержание которых варьирует от 0,07 до 50%; из них идентифицировано 89 компонентов с содержанием в эфирном масле более 0,1%. В состав эфирного масла входят терпеновые углеводороды и

кислородсодержащие соединения (спирты, кетоны, альдегиды, сложные эфиры и фенолы). Основными и наиболее ценными компонентами эфирного масла растений *O. basilicum* являются: линалоол (1,2-49,0%), метилхавикол (0,17-50,12%), эвгенол (0,17-12,12%), эпи- α -кадиол (0,26-42,70%), нераль (0,58-20,24%) и гераниаль (0,87-26,20%). В составе эфирного масла различных хемоформ растений *O. basilicum* также обнаружены: 1,8-цинеол (0,79-17,36%), гераниол (0,86-18,92%), кариофиллен (0,17-3,58%), транс- α -бергамот (0,28-3,61%), гермакрен-D (1,17-5,49%), β -гвайен (1,79-4,43%). Отмечена значительная изменчивость состава эфирного масла изучаемых хемоформ. Результаты исследования компонентного состава эфирного масла, выделенного из растений *O. basilicum* (различные хемоформы) в период массового цветения, представлены в табл. 3 и на рис. 1.

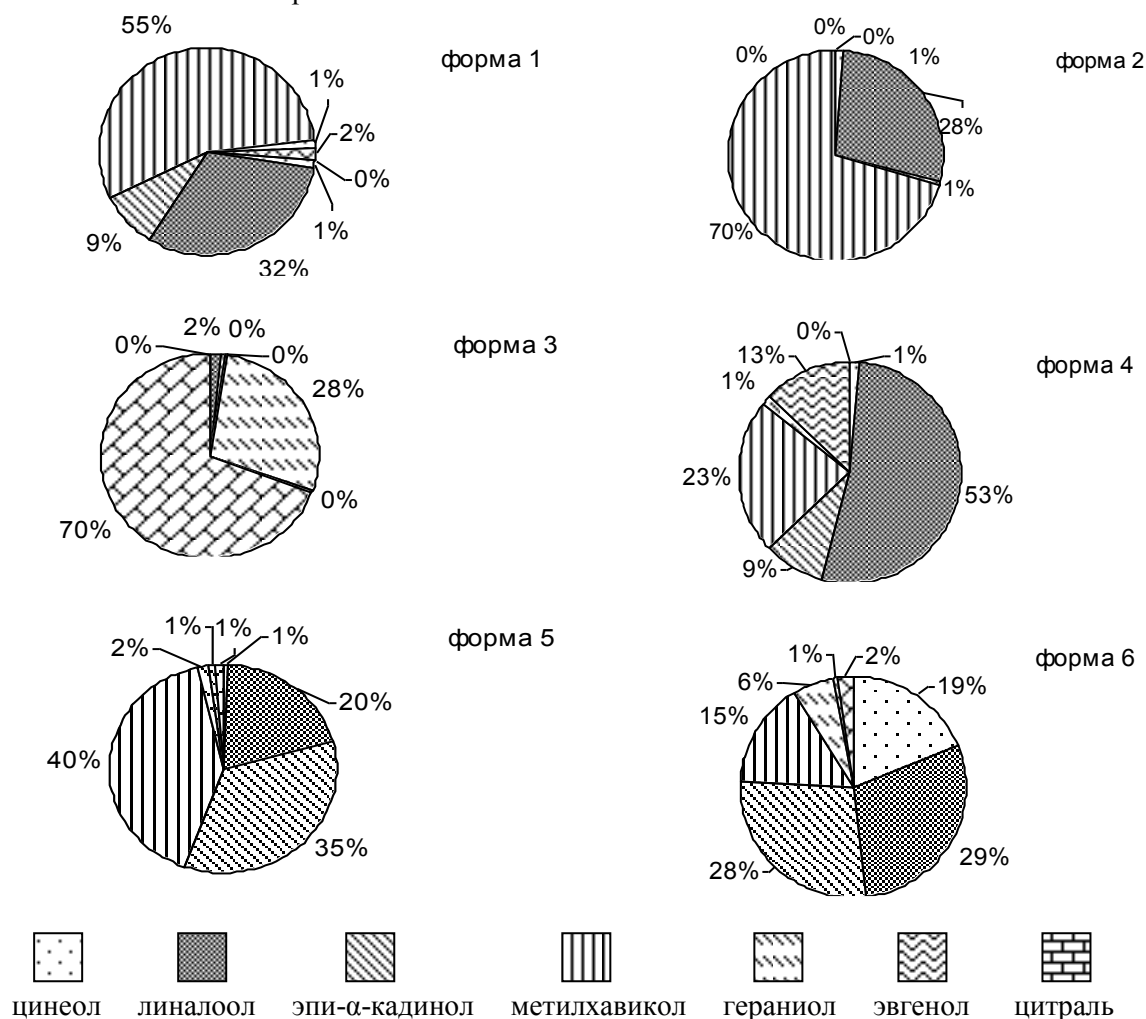


Рис. 1. Биосинтез основных терпеноидов в хемоформах *Ocimum basilicum* L.

Преобладающими компонентами для всех шести хемоформ являются линалоол и метилхавикол. Наибольшее содержание линалоола обнаружено в эфирном масле, выделенном из растений хемоформы IV (49,00%), метилхавикола – в эфирном масле, выделенном из растений хемоформы II (49,94%) и V (50,12%).

По содержанию изомеров цитраля (нераль, гераниаль) выделялась хемоформа III, у неё также отмечено высокое содержание гераниола (18,92%). Хемоформы I и II имели достаточно высокое содержание метилхавикола – 46,10 и 49,94% соответственно. Хемоформа I отличилась также высоким показателем линалоола (26,08%). Хемоформы I, II и IV выделялись полным отсутствием изомеров цитраля в составе эфирного масла.

Наиболее ценными хемоформами по компонентному составу эфирного масла, на наш взгляд, следует считать хемоформы IV, V, VI. Именно у них отмечено наибольшее содержание линалоола (хемоформы IV и VI), метилхавикола (хемоформа V), эпи- α -кадиола (хемоформы V и VI), эвгенола (хемоформа IV).

Таблица 3

Внутривидовая изменчивость компонентного состава эфирного масла *Ocimum basilicum* L.

Компонент эфирного масла	Массовая доля компонентов в разных хемоформах, %					
	I	II	III	IV	V	VI
цинеол	0,88±0,41	0,79±0,02	0	1,30±0,08	0,90±0,09	17,36±0,86
линалоол	26,08±1,4 7	19,57±1,2 6	1,20±0,15	49,00±9,0 7	24,51±8,3 1	26,49±12,0 3
камфора	1,33±0,07	3,76±0,23	0,21±0,07	0,46±0,03	1,40±0,04	0,47±0,01
метилхавикол	46,10±1,6 1	49,94±5,4 5	0,17±0,01	21,01±7,4 9	50,12±4,2 3	14,03±2,20
гераниол	0,86±0,37	0	18,92±0,9 9	1,32±0,70	2,15±0,39	5,39±0,22
эвгенол	1,65±0,55	0	0,17±0,05	12,12±3,6 6	0,80±0,42	0,61±0,26
кариофиллен	0,69±0,23	0,17±0,02	3,58±0,43	2,24±0,85	0,44±0,08	1,21±0,04
транс-α-бергамот	1,60±0,33	0,28±0,09	0,83±0,06	3,61±0,75	2,41±0,56	0,40±0,04
гермакрен-D	2,67±0,96	4,95±0,51	3,67±0,28	2,86±0,47	1,17±0,77	5,49±0,84
β-гвайен	3,78±0,69	4,43±0,22	0	1,83±0,14	0	1,79±0,11
эпи-α-кадинол	7,05±0,83	0,51±0,03	0,26±0,02	8,16±4,01	42,70±1,1 5	25,49±8,94
гумулен	0	0,55±0,12	0,93±0,24	0,34±0,09	0,27±0,07	0,91±0,67
нераль	0	0	20,24±2,5 1	0	0,58±0,28	0,87±0,11
гераниаль	0	0	26,20±1,0 7	0	0,87±0,21	1,04±0,77
β-бизаболен	0	0	0,27±0,09	0	0	0
циклоундекатрин-тетрамтил	0	0	4,42±0,18	0	0	0
α-терпинеол	0,88±0,12	0,91±0,55	0,22±0,06	1,13±0,62	1,27±0,60	0,64±0,12
β-элемен	1,00±0,14	1,95±0,56	0	0,70±0,19	0,21±0,33	0,26±0,18
оцимен-цис	0	0,42±0,12	0	0,13±0,09	0	0
тимол	0	0	0,97±2,86	0,25±0,09	1,69±0,77	0,72±0,12
карвакрол	0	0	0,37±0,42	0,27±0,11	1,44±0,92	0,91±0,35
цис-β-фарнезен	0	0	0,18±0,01	0,13±0,01	1,65±0,58	0,30±0,10
терпинен-4-ол	0	0	0	0,66± 0,19	0,32±0,12	1,25±0,59
β-кубебен	0	0	0,28±0,25	0,13±0,01	0	0,18±0,03

По результатам исследований компонентного состава эфирного масла шести хемоформ *O. basilicum* можно выделить четыре хемотипа данного вида:

- 1) метилхавикольный хемотип – максимальная концентрация метилхавикола в эфирном масле составила 50,12%;
- 2) линалоольный хемотип – максимальная концентрация линалоола в эфирном масле составила 49,01%;
- 3) цитральный хемотип – с максимальной концентрацией гераниаля в эфирном масле 26,20%;
- 4) эпи-α-кадинольный хемотип – с максимальной концентрацией эпи-α-кадинола в эфирном масле 42,70%.

Корреляционные связи между биосинтезом отдельных терпеноидов эфирного масла *O. basilicum* отражены в табл. 4.

Установленная сопряженность в биосинтезе компонентов эфирного масла *O. basilicum* во многих случаях выражается довольно высокими значениями коэффициентов корреляции. Такого рода зависимость выявлена в отношении 1,8-цинеола и гераниола ($r=0,93$), линалоола и эвгенола ($r=0,82$), гераниола и цитраля ($r=0,97$), гераниола и кариофиллена ($r=0,84$), эвгенола и

транс- α -бергамота ($r=0,83$), кариофиллена и цитраля ($r=0,82$) и других компонентов. Выявлена также отрицательная корреляция между содержанием метилхавикола и гераниола ($r=-0,80$), метилхавикола и цитраля ($r=-0,70$), 1,8-цинеола и метилхавикола ($r=-0,73$), линалоола и гераниола ($r=-0,72$), линалоола и цитраля ($r=-0,75$) и др. Наличие таких связей свидетельствует об уменьшении разнородности особей в семенном потомстве и повышении у них степени взаимозависимости в содержании отдельных компонентов эфирного масла. Обнаруженная высокая степень сопряженности ряда компонентов может являться свидетельством генетической устойчивости вида *O. basilicum*.

Таблица 4

Корреляционные связи (коэффициент корреляции r) между основными компонентами эфирного масла *Ocimum basilicum* L.

Компонент эфирного масла	r	Компонент эфирного масла	r
1,8-цинеол-метилхавикол	-0,73	1,8-цинеол-транс- α -бергамот	-0,48
1,8-цинеол-гераниол	0,93	метилхавикол-гераниол	-0,80
1,8-цинеол-гермакренол	0,69	метилхавикол-кариофиллен	-0,90
1,8-цинеол-цитраль	0,74	метилхавикол- β -гвайен	0,51
линалоол-гераниол	-0,72	метилхавикол-цитраль	-0,70
линалоол-эвгенол	0,82	гераниол-кариофиллен	0,84
линалоол-транс- α -бергамот	0,72	гераниол- β -гвайен	-0,62
линалоол-цитраль	-0,75	гераниол-цитраль	0,97
камфора-метилхавикол	0,75	эвгенол- транс- α -бергамот	0,83
камфора-гераниол	-0,53	кариофиллен- β -гвайен	-0,56
камфора-кариофиллен	-0,71	кариофиллен-цитраль	0,82
камфора- β -гвайен	0,68	транс- α -бергамот- гермакренол	-0,74
β -гвайен- α -кадинол	-0,49	β -гвайен-цитраль	-0,55
1,8-цинеол-камфора	-0,44	гермакренол- β -гвайен	0,41
камфора-цитраль	-0,41	гермакренол- α -кадинол	-0,42

Выводы

- 1) Выделено шесть хемоформ *O. basilicum*, представляющих наибольший интерес для дальнейших исследований в целях селекции.
- 2) Установлено, что максимальный выход эфирного масла растений *O. basilicum* наблюдается в период массового цветения растений, и он составляет 0,21% на сырую массу или 1,1% в пересчете на абсолютно сухую массу растения.
- 3) Изучен компонентный состав эфирного масла растений *O. basilicum*. Обнаружено более 100 соединений, из них идентифицировано 89 компонентов, основными из которых являются: линалоол, метилхавикол, эвгенол, эпи- α -кадинол, цитраль (нераль и гераниаль).
- 4) Выделены хемоформы с высоким содержанием эфирного масла (хемоформы IV и II).
- 5) Изучена корреляционная связь между биосинтезом отдельных терпеноидов эфирного масла *O. basilicum*. Обнаружена высокая степень сопряженности ряда компонентов, что может являться свидетельством генетической устойчивости вида *O. basilicum*.

Список литературы

1. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука, 1974. – 167 с.
2. Гринкевич Н.И., Сафронич Л.Н. Химический анализ лекарственных растений. – М.: Высшая школа, 1983. – 176 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 351с.
4. Итоги и перспективы биохимических исследований культурных растений / Ермаков А.М., Иконников М.И., Лунникова Г.А. и др. // Тр. по прикл. бот., генетике и селекции. – 1969. – Т. 41. – Вып. 1. – С. 326-363.
5. Эфирномасличные и пряно-ароматические растения / Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.П., Хлыпенко Л.А. – Херсон: Айлант, 2004. – 272 с.

6. Новые эфиромасличные культуры / Машанов В.И., Андреева Н.Ф., Машанова Н.С., Логвиненко И.Е. – Симферополь, 1988. – С. 114-117.

7. Jennings W., Shibamoto T. Qualitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography. – N.Y.: Academic Press, 1980. – 240 p.

8. Vincenzi M. De., Mailartti F., Dessi M.R. Monographs on botanical flavouring substances used in food // Fitoterapia. – 1992. – Vol. LXIII. – № 4. – P. 350.

Рекомендовано к печати д.б.н. Исиковым В.П.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О СОСТАВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ *CARDAMINE GRAECA* L. (СЕМ. BRASSICACEAE)

Т.Б.ГУБАНОВА, кандидат биологических наук; Т.Н. КУЗЬМИНА

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Сохранение и восстановление численности редких и исчезающих видов растений возможно не только путем заповедания территорий их естественного произрастания, но и введением в культуру. Особенно это касается высокодекоративных и лекарственных видов. На Южном берегу Крыма встречается *Cardamine graeca* L. – восточно-средиземноморский вид с дизъюнктивным ареалом, характерным для флоры Южной Европы, включая острова Греции, Сицилию, Корсику. Остров Корсика является западной границей ареала вида, Южный берег Крыма – восточной границей [11, 13]. В.М. Косых [4, 5] было выделено на территории от пгт Фороса до пгт Оползневого 4 популяции *C. graeca* различной численности и с общей площадью около 33 га.

Вид отнесен к I категории (исчезающие) [14]. Во время массового цветения достаточно декоративен. В качестве основных мер охраны рекомендуется объявить заповедными все места произрастания вида [3]. Известно, что некоторые виды рода *Cardamine* применяются как в народной, так и в официальной медицине в качестве источника сердечных гликозидов и некоторых витаминов [1, 2, 8]. В связи с этим для выявления практических аспектов культивирования краснокнижного вида *Cardamine graeca* были проведены скрининговые биохимические исследования побегов, цель которых заключалась в выявлении биологически активных веществ.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили растения *C. graeca*, выращенные в условиях лаборатории и взятые из природы.

Для определения содержания токоферола (витамин Е), аскорбиновой кислоты (витамин С) использовали свежее растительное сырье. Концентрацию токоферолов и аскорбиновой кислоты определяли по методикам Б.В. Плешкова [14]. Для выявления кардиостероидов использовали 90%-ный спиртовой раствор трихлоруксусной кислоты (реакция Розенгейма), а также 5%-ный раствор нитропрусида натрия с добавлением 10%-ного раствора гидроксида натрия (реакция Легалья) [9].

Для максимального извлечения фенольных соединений проводили ступенчатую экстракцию различными растворителями по мере возрастания их полярности: серным эфиром, этилацетатом, 50 и 70%-ным этанолом [6,10]. Соотношение сырье: растворитель – 1:10. Полученные экстракты упаривали и подвергали хроматографическому разделению. Качественный состав исследовали с помощью тонкослойной, бумажной двумерной и одномерной хроматографии. Системы растворителей: бутанол : уксусная кислота: вода (4:1:1) и 15% уксусная кислота. Фенольные соединения идентифицировали по окраске пятен в УФ-свете, с парами аммиака и без них. [7] Количественный анализ осуществляли фотокolorиметрически, с реактивом Фолина-Чеколье (светофильтр красный -560 нм) [10].

Результаты и обсуждение

Анализ качественного и количественного состава некоторых биологически активных веществ надземной массы *C. graeca* показал, что в листья и побеги этого вида содержат аскорбиновую кислоту, токоферолы и различные фенольные соединения. Причем у растений,

взятых из открытого грунта, аскорбиновой кислоты в тканях содержалось в среднем 86 мг%, в то время как у растений, выращенных в условиях лаборатории, – 54 мг%. Аналогичные результаты получены при определении концентраций токоферолов. Концентрация витамина Е составила 12 и 7 мг% соответственно. С помощью качественных реакций на наличие сердечных гликозидов установлено, что в листьях изучаемого вида они имеются.

Фенольные соединения являются одними из самых распространенных в растительном мире веществами вторичного метаболизма. Их спектр биологической активности чрезвычайно широк. В связи с этим нами была определена суммарная концентрация фенолов в надземной массе растений *C. graeca* (табл. 1). Установлено, что содержание фенолов в стеблях и листьях у растений, взятых из естественных мест произрастания, почти в два раза выше, чем у растений, выращенных в лаборатории. Выявлено, что вне зависимости от условий выращивания максимум фенольных соединений накапливается в тканях листьев. Результаты хроматографического разделения эфирного, этилацетатного и водноспиртовых экстрактов позволили сделать вывод о том, что наиболее полное извлечение фенолов из листьев и стеблей *C. graeca* достигается при экстракции 70%-ным этанолом.

Анализ качественного состава фенольных соединений показал, что в стеблях и листьях *C. graeca* присутствуют не менее 8 фракций. Обнаружены фенольные кислоты и флавоноиды. С помощью двумерной и одномерной хроматографии на бумаге в разных системах растворителей нами выявлено 4 вещества флавоноидной природы (рис. 1). Стандартные условия проведения хроматографии позволили осуществить сравнительную оценку содержания отдельных фракций фенолов по интенсивности окрашивания и площади пятен.

Таблица 1

Суммарное содержание фенольных соединений в побегах и листьях *C. graeca*

Фенольные соединения, мг/г сухой массы			
Растения, выращенные в лаборатории		Растения, взятые из природы	
листья	стебель	листья	стебель
15,9	7,5	27,4	9,3

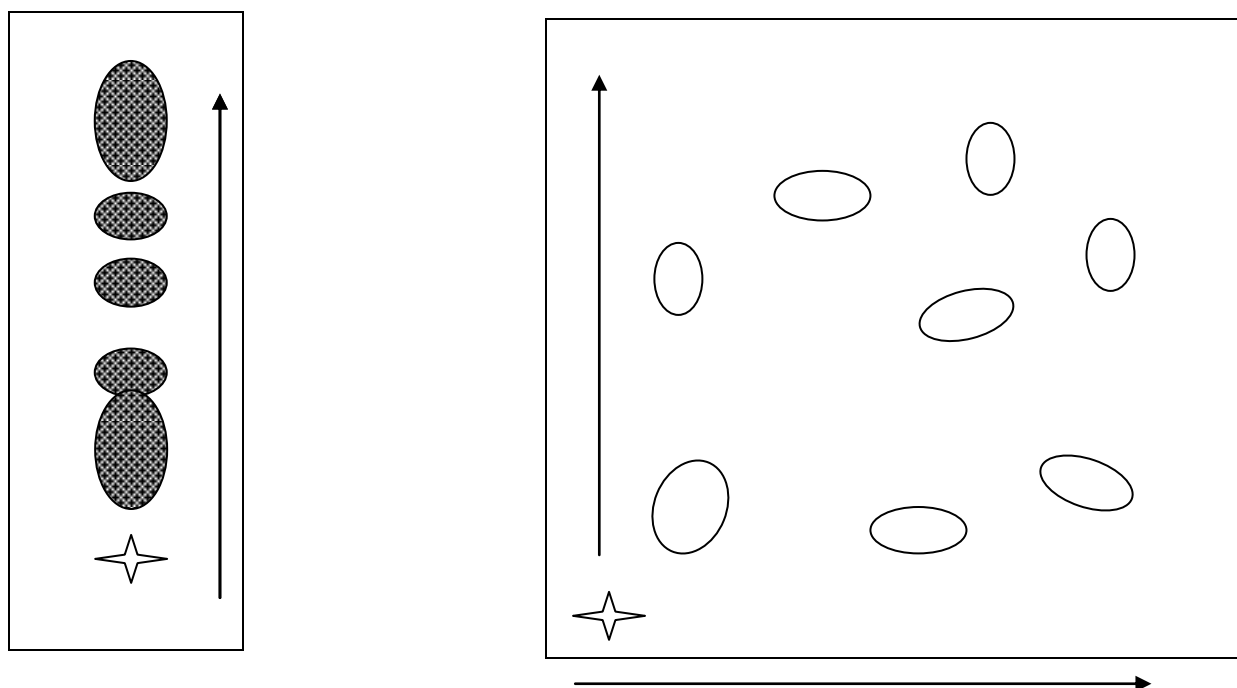


Рис. 1 Хроматографическое распределение фракций фенольных соединений *C. graeca*: слева – одномерная хроматограмма в системе бутанол: уксусная кислота: вода (4:1:1); справа – двумерная хроматограмма в системах бутанол: уксусная кислота: вода (4:1:1) и 15 %-я уксусная кислота.

Установлено, что в стеблях *C. graeca* преимущественно находятся фенольные кислоты и незначительные количества флавоноидов, а в листьях концентрация флавоноидов превышает количество фенольных кислот. Поскольку флавоноиды широко применяются в практической фитотерапии в связи с их высокой антиоксидантной активностью, этой группе веществ нами было уделено особое внимание. Наиболее полно из тканей *C. graeca* флавоноиды извлекаются 70%-ным этанолом. В результате анализа среди фенольных соединений в водноспиртовых экстрактах из надземной части растений *C. graeca* идентифицированы кверцетин, рутин, хлорогеновая и кофейная кислоты. Особый интерес представляет собой наличие кверцетина, так как для него характерна Р-витаминная активность.

Поскольку вид *C. graeca* обладает достаточно высокими потенциальными возможностями к семенному размножению (лабораторная всхожесть семян непосредственно в год их генерации в среднем составляет 38,43%) и содержит биологически активные вещества, он может быть рекомендован для введения в культуру и как декоративное, и как лекарственное растение.

Выводы

Таким образом, проведенные скрининговые биохимические исследования показали, что охраняемый вид *C. graeca* перспективен не только как декоративное растение, но и как источник таких ценных биологически активных веществ, как аскорбиновая кислота, токоферолы, сердечные гликозиды, фенольные кислоты и флавоноиды. Полученные данные могут послужить основанием для его введения в культуру, однако биохимический состав требует более детального изучения.

Список литературы

1. Баркутенко А.Н. *Cardamine umbellate* Greene (Cruciferae) – новый вид для флоры Сахалина // Вестник Северо-восточного научного центра Дальневосточного отделения РАН. – 2006. – № 1(5). – С.92-94.
2. Буш Н.А. Род 571. Сердечник – *Cardamine* L. // Флора СССР. – М.; Л. – 1939. –Т. 8. – С.153-170.
3. Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма. – Ялта: НБС-ННЦ, 1996.– 2-е изд. – 126 с.
4. Косых В.М., Голубев В.Н. Современное состояние популяций редких, исчезающих и эндемичных растений горного Крыма. – Ялта: ГНБС, 1983. – 118 с.
5. Косых В.М. Итоги изучения популяционно-количественного состава редких и исчезающих растений горного Крыма // Эколого-биологическая и фитоценотическая структура: Труды Никит. ботан. сада. – Ялта, 1986. – Т. 98 – С. 77-89.
6. Ксендзова Э.Н. Приемы количественного определения фенольных соединений в растительных тканях // Бюл. Всесоюз. Науч.-исслед. ин-та защиты растений. – 1970. – № 20. – С. 58.
7. Лабораторное руководство по хроматографическим и смежным методам / Под ред. О. Микеш. – М.: Мир, 1982. – Ч. 1 и 2 – 400 с.
8. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Под ред. А.М.Гродзинського. – Київ, 1990. – 541 с.
9. Методичні вказівки з фармакогнозії / За ред. В.М. Ковальова і Н.М. Солодовніченко. – Харків : Укр.ФА, 1993. – 156 с.
10. Минаева В.Г. Флавоноиды в онтогенезе растений и их практическое использование. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1978. – 256 с.
11. Определитель высших растений Крыма / Под общ.ред. Н. И. Рубцова. – Л. : Наука, 1972. – 550 с.
12. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений – М: Колос, 1968. – 182 с.
13. Флора Европейской части СССР. Т. IV / Под ред. Ан. А. Федорова. – Л.: Наука, 1979. – 355 с.
14. Червона книга України. Рослинний світ / Ред.кол. : Ю.Р.Шеляг-Сосонко (відп.ред.) та ін. – К.: Українська енциклопедія, 1996. – 608 с.

Рекомендовано к печати д.б.н. Шевченко С.В.

ЗАВИСИМОСТЬ CO_2 -ГАЗООБМЕНА *AGASTACHE FOENICULUM* PURSH. ОТ УСЛОВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

И.Н. ПАЛИЙ; О.А. ИЛЬНИЦКИЙ, доктор биологических наук
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Лофант анисовый или многоколосник фенхельный *Agastache foeniculum* Pursh. – многолетнее травянистое растение семейства Lamiaceae, которое является перспективной пряно-ароматической, эфиромасличной и лекарственной культурой с оригинальными и очень ценными свойствами. Экстракт из него содержит кроме ароматических также ряд ценных биологически активных компонентов и природные фиксаторы запаха [3,7]. В диком виде он произрастает в странах Восточной и Средней Азии, Северной Америки.

В настоящее время разработан комплекс агротехнических приемов выращивания лофанта анисового, однако его культурный ареал весьма ограничен. Причиной этого является недостаточная изученность физиологических реакций этого вида на изменяющиеся условия среды, лимитирующие его продуктивность. В ранее выполненных работах [3,4,5,6] эти вопросы затронуты не были.

Для решения задач интродукции, селекции, расширения культурного ареала *Agastache foeniculum* необходимо всестороннее изучение его физиологических особенностей. Поскольку продуктивность растений непосредственно связана с интенсивностью процессов фотосинтеза и дыхания, цель нашей работы заключалась в выявлении особенностей динамики CO_2 -газообмена у *A. foeniculum* в контролируемых условиях.

Объекты и методы

Объектами исследования служили однолетние растения *A. foeniculum* Pursh. Для достижения поставленной цели была проведена серия вегетационных опытов. Растения выращивали на почвенных смесях в вегетационных сосудах в лаборатории, вследствие чего они находились под воздействием одних и тех же факторов. Для проведения экспериментов использовалась фитометрическая система "Экоплант", позволяющая регистрировать параметры внешней среды и растения [1,2]. Получаемая информация поступает в базу данных ПК, затем обрабатывается различными пакетами прикладных математических программ. Интенсивность CO_2 -газообмена оценивали по количеству углекислого газа, выделяемого листом в единицу времени, по отношению к площади листовой пластинки.

Результаты и обсуждение

В результате измерений интенсивности CO_2 -газообмена у *A. foeniculum* в течение суток установлено, что в 24:00 наблюдалась максимальная интенсивность выделения CO_2 , которая равнялась $-4.82 \text{ мг } \text{CO}_2 / \text{дм}^2 \cdot \text{час}$ при освещенности 13 кл/м^2 и температуре 24°C (рис.1, рис.2).

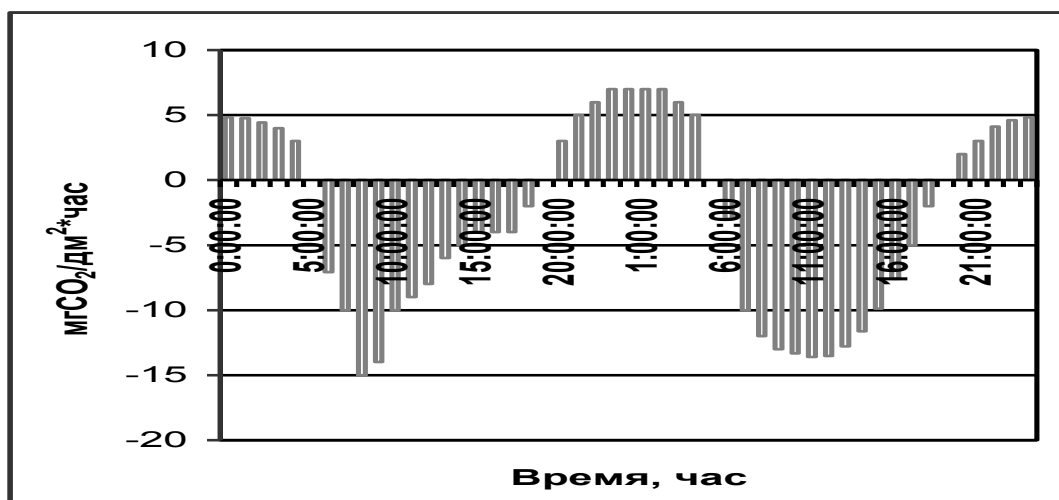


Рис. 1. Суточная динамика CO_2 -газообмена *A. foeniculum* в период с 19.08.02 по 20.08.02 г.

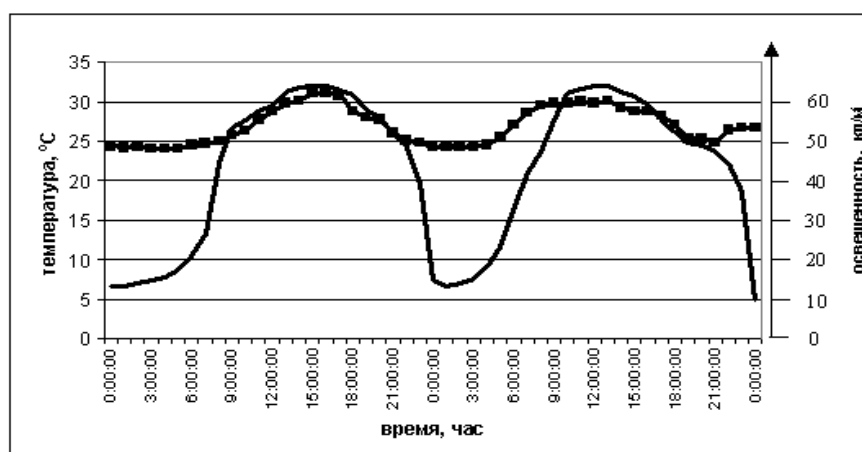


Рис. 2. Суточный ход температуры и освещенности в период с 19.08.02 по 20.08.02 г.
А – температура, В – освещенность.

Таблица 1

Характеристики суточной динамики CO_2 -газообмена
A. foeniculum в связи с условиями выращивания

Параметр	19.08.02	20.08.02
Поглощение CO_2 днем ($\text{мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$)	-98.09	-127.38
Выделение CO_2 ночью ($\text{мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$)	42.03	45.71
Суточный баланс CO_2 ($\text{мг CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$)	-56.06	-81.67
Отношение День/Ночь	2.33	2.79
Средняя освещённость ($\text{кл}/\text{м}^2$)	45.5	61.8
Средняя дневная температура ($^{\circ}\text{C}$)	30	29
Средняя ночная температура ($^{\circ}\text{C}$)	25.8	25
Средняя дневная концентрация CO_2 , ррт	332	334

На основании анализа полученных данных была построена математическая модель множественной линейной регрессии:

$$y = a_0 + aX_1 + bX_2 + cX_3,$$

$$y = 15.973 - 0.57595X_1 + 3.8502X_2 - 0.48481X_3$$

где y – зависимая переменная (интенсивность CO_2 -газообмена);

a_0 – константа, свободный член;

a , b , c – независимые переменные, получаемые расчётным путём.

X_1 – дневное изменение температуры, $^{\circ}\text{C}$;

X_2 – изменение разности температуры лист-воздух, $^{\circ}\text{C}$;

X_3 – интегральная освещённость, $\text{кл}/\text{м}^2$.

Анализ математической модели показывает, что между экспериментальной и теоретической линиями регрессии (рис. 3) погрешность не превышает 15-20%.

Коэффициент детерминации $R^2 = 0.9013$.

Выводы

1. Установлено, что температура 25°C и освещенность $50 \text{ кл}/\text{м}^2$ оптимальны для видимого фотосинтеза у *A. foeniculum*, а для интенсификации дыхания в ночное время необходима температура 21°C и освещенность $12 \text{ кл}/\text{м}^2$.

На основе полученных результатов построена математическая модель в виде уравнения линейной регрессии, описывающая взаимосвязь между CO_2 -газообменом и основными факторами внешней среды, которая может иметь прогностическое значение. Точность модели составляет 15-20%, что вполне приемлемо для биологических объектов

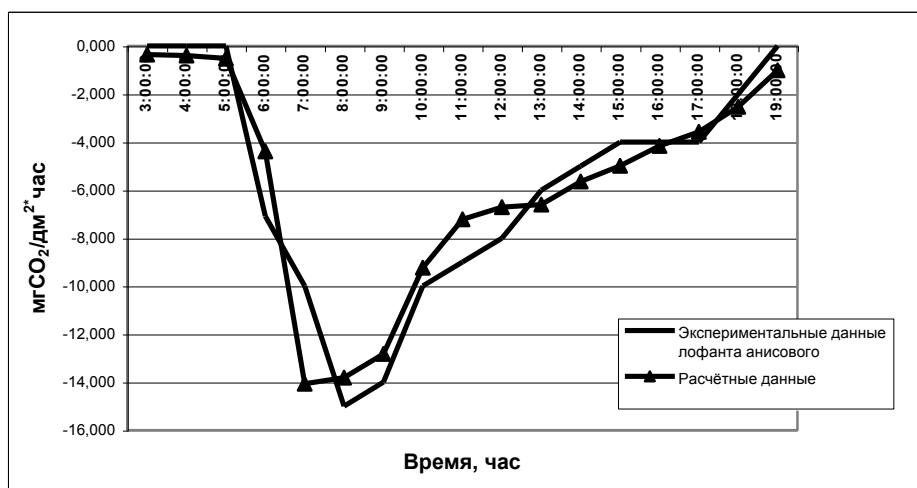


Рис. 3. Расчетная и экспериментальная кривые интенсивности фотосинтеза *A. foeniculum*, полученные 19.08.02 г.

Список литературы

1. Фитомониторинг в растениеводстве / О. А. Ильницкий, А. И. Лищук, В. А. Ушкаренко и др. – Херсон: Айлант, 1997. – 235 с.
2. Ильницкий О.А. Методы измерения параметров окружающей среды: Учебно-методическое издание. – Ялта: ЯИМ МНТУ, 2000. – 45 с.
3. Машанов В.И. Новые эфиромасличные культуры: [Справочник] / В.И. Машанов, Н.Ф. Андреева, Н.С. Машанова, И.Е. Логвиненко. – Симферополь: Таврия, 1988. – 160 с.
4. Максимов Н.А. Избранные работы по засухоустойчивости растений. – М.: Изд-во. АН СССР, 1952. – 575 с.
5. Оканенко А.С., Починков Х.Н. Влияние водного режима на интенсивность фотосинтеза // Научн. Труды ИФ АН УССР. – 1959. – Т.16. – С.40-56.
6. Педенко М.Е. Технология возделывания эфиромасличных культур – Москва: Высшая школа, 1974. – 239 с.
7. Эфиромасличные и пряноароматические растения в народной медицине / В.Д. Работягов., В.А. Ушкаренко, М.И. Федорчук и др. – Херсон: Айлант, 1998. – 78 с.

Рекомендовано к печати к.б.н. Губановой Т.Б.

ФИТОПАТОЛОГИЯ

ВОЗБУДИТЕЛИ СЕРОЙ ГНИЛИ РАСТЕНИЙ ТЮЛЬПАНА

Л.А. ГОЛОВЧЕНКО

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г.Минск, Беларусь

Введение

Грибы из рода *Botrytis* Micheli сильно повреждают декоративные культуры открытого и закрытого грунта. Относятся к царству *Fungi*, формальной группе Анаморфные грибы, классу *Hyphomycetes*, порядку *Hyphomycetales*, семейству *Moniliaceae* [1,2,4,5]. Известно, что данные патогены поражают более 200 видов растений из 55 семейств. Среди выявленных видов рода *Botrytis* в биоценозах доминирует полифаг *B. cinerea* Pers. Специализированные виды *Botrytis* выделяются в зависимости от вида поражаемого растения. В ботанических садах выявлены следующие специализированные виды: *B. tulipae* (Lib.) Lind. – на тюльпанах, *B. paeoniae* Oud. – на пионах, *B. elliptica* (Berk.) Cooke – на лилиях, *B. gladiolorum* Timmermans – на гладиолусах, крокусах, *B. hyacinthi* Westerdijk et. v. Веума – на гиацинтах и др. [2, 4–6].

Коллекционный фонд тюльпана Центрального ботанического сада НАН Беларуси включает 480 сортов [7]. Ежегодно отмечается поражение растений *Tulipa* L. серой гнилью.

При этом неясно, является ли серая гниль результатом жизнедеятельности только одного, специализированного, возбудителя, или это результат взаимодействия разных видов.

Цель настоящей работы – идентифицировать видовой состав грибов рода *Botrytis*, вызывающих серую гниль растений *Tulipa* L. в Республике Беларусь, охарактеризовать их морфобиологические особенности.

Объекты и методы

Исследования проводились в 2005–2007 гг. в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси. Объекты исследования – грибы рода *Botrytis* (возбудители серой гнили растений *Tulipa* L.). Выделение грибов рода *Botrytis* в чистую культуру, проведение биометрических измерений осуществлялось по общепринятым методикам [3]. Видовую идентификацию грибов вели по определителю Пидопличко [5], ключу, помещенному в [6]. Выявление наиболее оптимальных питательных сред и сравнительное изучение культурально-морфологических особенностей изолятов велось при 22°C на сусло-агаре (СА), картофельно-сахарозном агаре (КСА), среде Чапека (СЧ).

Скорость радиального роста колоний определяли по формуле

$$Kr = \frac{r - r_0}{\Delta t}$$

где Kr – скорость радиального роста колонии, мм/ч;

r – радиус колонии в момент времени t , мм;

r_0 – радиус колонии в момент времени t_0 , мм;

Δt – время, прошедшее от t_0 до t , ч [3].

Для определения интенсивности спорообразования изолятов *Botrytis spp.* при росте их на различных питательных средах вырезали блоки агаровой культуры определенной площади вдоль окружности чашки Петри с помощью лабораторного сверла, помещали их в определенный объем воды, в течение нескольких минут встряхивали для перехода спор во взвесь, а затем вели подсчет с помощью камеры Фукс-Розенталя по формуле

$$I = \frac{4 \cdot n \cdot V_1}{V_2 \cdot S}$$

где I – интенсивность спороношения, шт/см²;

n – число спор в четырех больших квадратах камеры, шт;

V_1 – объем воды, которой смыты споры, мл;

V_2 – объем камеры Фукс-Розенталя (0,0032 мл);

S – площадь агаровых блоков, с которых смывали споры, см² [3].

Результаты и их обсуждение

Развитие грибов рода *Botrytis* на растениях *Tulipa* L. начинается ранней весной и продолжается в течение всего периода вегетации. На листьях, лепестках появляются мелкие желтоватые округлые пятна с водянистым краем, которые увеличиваются в размерах, буреют. В сухую погоду пятна засыхают, пораженные участки выпадают. Во влажную погоду пятна покрываются серо-коричневым налетом спороношения, иногда на них возникают мелкие черные склеротии.

Установлено, что растения *Tulipa* L. поражаются двумя видами рода *Botrytis*: полифагом *B. cinerea* и специализированным патогеном *B. tulipae*. Вид *B. tulipae* выделялся со всех пораженных серой гнилью растений тюльпана в течение периода вегетации. Гифы толщиной 6,75–13 мкм, бесцветные. Конидиеносцы прямостоячие, коричневые, бурые, древовидно разветвленные. Конидии в массе коричневые, под микроскопом серые, с короткой ножкой, продолговатые, 12–25 × 9–12 мкм. Склеротии вначале белые, затем чернеют, мелкие, округлые, плоские, 1–2 мм шириной. Вид *B. cinerea* встречался на ослабленных после заморозков растениях, отмирающих цветках. Гифы толщиной 4–10 мкм, светло-серые. Конидиеносцы буроватые, разветвленные. Конидии в массе дымчатые, яйцевидные, округлые, 9–16 × 6–10 мкм.

В чистую культуру для изучения культуральных особенностей видов выделили 6 изолятов *B. cinerea* и 27 – *B. tulipae*. Изоляты *B. cinerea* на СА и КСА образуют колонии

округлые невысокие, бархатистые, темно-пепельные. На СА конидии появляются на 5-ые сутки роста, интенсивность спорообразования $709,8 \times 10^3$ шт/см². Склероции не образуются. На КСА конидии появляются на 4-ые сутки роста, интенсивность спорообразования $154,6 \times 10^3$ шт/см². При старении культуры образуются единичные склероции диаметром 2 – 3 мм. На СЧ изоляты *B. cinerea* образуют колонии округлые, мицелий паутинистый, светло-пепельный, стелющийся по поверхности среды. Споры образуются на 5-ые сутки роста гриба, интенсивность спорообразования $497,6 \times 10^3$ шт/см². Склероции не образуются.

Изоляты *B.tulipae* на всех испытанных средах образуют колонии одинакового типа. Сначала возникает невысокий пушистый светлый мицелий, который постепенно опадает, становится клочковатым. К 6-ым суткам роста на поверхности питательной среды появляются бесцветные склероции диаметром 1–2 мм, расположенные по окружностям. Склероции постепенно чернеют, заполняют всю поверхность среды. Воздушный мицелий исчезает, субстратные гифы бесцветные, невооруженным глазом незаметны. Конидии не образуются.

Таким образом, в культуре все выделенные изоляты *B. cinerea* относятся к спорулирующей культурально-морфологической группе, изоляты *B. tulipae* – к склероциальной группе.

При культивировании изолятов на СА проведено их сравнение по скорости роста (табл. 1).

Таблица 1

Динамика роста изолятов *B. cinerea* и *B.tulipae* при культивировании на сусло-агаре

Вид	Диаметр колоний, см			Скорость роста колоний, мм/ч		
	2 ^{ые} сутки	4 ^{ые} сутки	6 ^{ые} сутки	2 ^{ые} сутки	4 ^{ые} сутки	6 ^{ые} сутки
<i>B.cinerea</i>	2,47±0,06	6,94±0,15	7,86±0,25	0,51±0,01	0,93±0,01	0,19±0,01
<i>B.tulipae</i>	1,92±0,02	3,96±0,07	8,78±0,16	0,40±0,01	0,43±0,01	1,0±0,01

На 2-е сутки культивирования скорость роста колоний *B. cinerea* была в 1,3 раза больше, чем *B. tulipae*, на 4-е сутки – в 2,2 раза. Скорость роста колоний *B. cinerea* увеличивается в течение четырех суток культивирования, а затем падает. Скорость роста колоний *B. tulipae* увеличивается на протяжении всего эксперимента, и к шестым суткам роста она превышает скорость роста колоний *B. cinerea* в 5,3 раза. В результате, несмотря на изначально более медленные темпы роста, к концу эксперимента диаметр колоний *B. tulipae* на 0,92 см больше, чем диаметр колоний *B. cinerea*.

Выводы

Выявлено два вида патогенных грибов рода *Botrytis*, поражающих растения тюльпана (*Tulipa* L.): *B. tulipae* (Lib.) Lind. (специализированный патоген) и *B. cinerea* Pers. (полифаг). Изоляты *B. tulipae* в культуре относятся к склероциальному морфотипу, изоляты *B. cinerea* – к спорулирующему. Изученные виды гетерогенны по скорости роста колоний и интенсивности спорообразования при культивировании на различных питательных средах.

Список литературы

1. Гарибова Л.В., Лекомцева С.Н. Основы микологии: Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 220 с.
2. Горленко С.В. Определитель болезней цветочно-декоративных растений. – Минск: Урожай, 1969. – 158 с.
3. Литвинов М.А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. – Л.: Наука, 1969. – 124 с.
4. Лихачев А.Н. Популяции видов рода *Botrytis* Micheli в естественных фитоценозах и агроэкосистемах // Биология, систематика и экология грибов в природных экосистемах и агрофитоценозах: Междунар. науч. конф. Минск, 20-24 сент. 2004 г. – Минск, 2004. – С. 148-152.

5. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений: Определитель. В 3 т. – Киев: Наукова думка, 1977. – Т. 2. Грибы несовершенные. – 300 с.

6. Рудаков О.Л. Биология и условия паразитизма грибов рода ботритис. – Фрунзе: Изд-во АН КССР, 1959. – 192 с.

7. Рыженкова Ю.И. История и результаты интродукции представителей рода *Tulipa* L. в Беларуси // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биоразнообразия растительного мира: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. Н.В. Смольского, Минск, 27 – 29 сент. 2005 г. – Минск, 2005. – С. 142-145.

Рекомендовано к печати к.б.н. Саркиной И.С.

РЕФЕРАТЫ

РЕФЕРАТИ

SUMMARIES

УДК 582.736.3:502.753(477.75)

Волошин Р. Р. Эколого-фитоценологические особенности ценопопуляций *Pisum elatius* Bieb. в Крыму // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С.5-7.

Статья посвящена изучению фитоценологических особенностей произрастания *Pisum elatius* (*Fabaceae*) в Крыму. На основе фактического материала доказывается зависимость ценоценологической стратегии вида от условий экотопа. Охрана экотопов – наиболее эффективный метод сохранения *Pisum elatius* в Крыму.

Ил. 3. Библ. 8.

Волошин Р. Р. Еколого-фітоценологічні особливості ценопопуляцій *Pisum elatius* Bieb. в Криму // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип.97. – С. 5-7.

Стаття присвячена вивченню фітоценологічних особливостей зростання *Pisum elatius* (*Fabaceae*) в Криму. На основі фактичного матеріалу доведено залежність ценоценологічної стратегії виду від умов екотопу. Охорона екотопів – найбільш ефективний метод збереження *Pisum elatius* в Криму.

Іл. 3. Бібл. 8.

Voloshin R. R. Ecological-phytocenological peculiarities of population *Pisum elatius* Bieb. in the Crimea // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 5-7.

The article is devoted to studying of phytocenological growing peculiarities of *Pisum elatius* Bieb. in the Crimea. The dependence for cenological strategies of species from ecotope have been praved on the base of actual material. Preservation of biotopes is the most effective measure for protection of this species in the Crimea.

Il. 3. Bibl. 8.

УДК 582.35 (447.75)

Заиграева А.Л. *Adiantum capillus-veneris* L. и состояние его популяций на территории Ялтинского горно – лесного природного заповедника // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып.97. – С.8-10.

В работе рассмотрен папоротник *Adiantum capillus-veneris* L., проведен анализ литературных данных и гербарных сборов НБС-ННЦ. Приведены результаты исследований 2006-2008 гг. на территории Ялтинского горно-лесного заповедника относительно местонахождений рассматриваемого папоротника и состояния его популяций. Составлена карта местонахождений вида на исследуемой территории.

Ил. 1. Библ. 8.

Заїграєва Г.Л. *Adiantum capillus-veneris* L. та стан його популяцій на території Ялтинського гірсько - лісового природного заповідника // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 8-10.

В роботі розглянуто папороть *Adiantum capillus-veneris* L., проведено аналіз літературних даних та гербарних матеріалів НБС-ННЦ. Наведено результати досліджень 2006-2008 рр на території Ялтинського гірсько-лісового заповідника, що стосуються місцезростань папороті та стану її популяцій. Складено карту місцезростань виду на досліджуваній території.

Ил. 1. Бібл. 8.

Zaigraeva A.D. *Adiantum capillus-veneris* L. and its population condition on the territory yaltinsky mountain-forest nature reservation // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 8-10.

The scientific work on *Adiantum capillus-veneris* L. has been done. The analysis of literature's data and herbarium's collections has been given. The research results for 2006-2008 on the territory of Yaltinsky mountain-forest nature reservation about *Adiantum* population and its condition have been shown. The map of *Adiantum* location on the studied territory has been done.

Ил.1. Bibl.8.

УДК 582.59:581.162.3 (477.75)

Иванов С.П., Фатерыга А.В., Тягнирядно В.В. Сравнительная оценка эффективности опыления орхидей в урочище Аян // Бюл. Никит. ботан сада. – 2008. – Вып. 97. – С.10-14.

Изучена эффективность опыления 11 видов орхидей в предгорном районе Крыма. Установлено, что уровень опыления изменяется в широких пределах, от 62% до 1,4% у разных видов. Показано, что сроки цветения орхидей связаны с различными механизмами привлечения опылителей.

Ил. 2. Табл. 2. Библ. 12.

Иванов С.П., Фатерыга О.В., Тягнирядно В.В. Порівняльна оцінка ефективності запилення орхідей в урочищі Аян // Бюл. Нікіт. ботан саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 10-14.

Вивчена ефективність запилення 11 видів орхідей у передгірному районі Криму. Встановлено, що рівень запилення змінюється в широких межах, від 62% до 1,4% у різних видів. Показано, що терміни цвітіння орхідей пов'язані з різними механізмами приваблювання запилюників.

Ил. 2. Табл. 2. Библ. 12.

Ivanov S.P., Fateryga A.V., Tyagniryadno V.V. Comparative evaluation of orchids pollination effectiveness in natural boundary Ayan // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 10-14.

The pollination effectiveness of 11 orchids species have been studied in the Crimean foothills. It is determined that the level of pollination changes in wide limits from 62% up to 1.4% in different species. It is shown that the blooming periods of orchids are linked with different mechanisms of attracting pollinators.

Ил. 2. Табл. 2. Bibl.12.

УДК 581.526.42 (477.75)

Тягнирядно В.В. Влияние рекреационной нагрузки на возрастную структуру можжевельника высокого в западной части Южного берега Крыма // Бюл. Никит. ботан. сада – 2008. – Вып. 97. – С.15-18.

Приводятся результаты изучения возрастной структуры и возобновительного процесса в высокоможжевельниковых лесах западной части Южного берега Крыма. Установлено, что независимо от степени рекреации изученные ценопопуляции можжевельника высокого являются нормальными полночленными средневозрастными с преобладанием молодых и средневозрастных генеративных особей. При низких нагрузках с организованной формой рекреации в структуре подростка отмечено преобладание ювенильной и имматурной групп особей. При сильных нагрузках с неорганизованной формой рекреации происходит сдвиг в сторону виргинильной группы.

Ил. 1. Табл. 1. Библ. 9.

Тягнирядно В.В. Вплив рекреаційного навантаження на вікову структуру ялівцю високого у західній частині Південного узбережжя Криму // Бюл. Нікіт. ботан. саду – 2008. – Вип. 97. – С. 15-18.

Наведено результати вивчення вікової структури та відновлювального процесу в високояліщевих лісах західної частини Південного берега Криму. Встановлено, що незалежно від ступеня рекреації вивчені ценопопуляції ялівцю високого є нормальними повночленними середньовіковими з переважанням молодих і середньовікових генеративних особин. При низьких навантаженнях з організованою формою рекреації в структурі підросту відзначено переважання ювенільної та іматурної груп особин. При великих навантаженнях з неорганізованою формою рекреації відбувається зрушення в бік віргінільної групи.

Іл. 1. Табл. 1. Бібл. 9.

Tyagniryadno V.V. The Influence of Recreation on Age Structure of *Juniperus excelsa* Bieb. in the Western Part of the Crimean South Coast // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 15-18.

Study results of age structure and natural renewal in juniper forests in the western part of the Crimean South Coast have been given. It is determined that all studied juniper coenopopulations are regular full-component level with young- and middle-aged generative specimens independently from recreation. The predominance of the juvenile and immature groups of juniper trees has been marked in low recreation level with organized form of recreation. During high recreation with unorganized form of recreation the part of virgin trees has been increased.

Іл.1 Табл.1. Бібл. 9.

УДК 635.925 (477.75)

Богачева Я.Г. Засухоустойчивость некоторых низких и стелющихся древесных растений в условиях Южного берега Крыма // Бюл. Никит. ботан. сада – 2008. – Вып. 97. – С.18-22.

Приведены результаты исследований, которые позволили распределить низкие и стелющиеся древесные растения на три группы по их стойкости к летней засухе.

Библ. 11.

Богачова Я.Г. Посухостійкість деяких низьких і сланких деревних рослин в умовах Південного берега Криму // Бюл. Нікіт. ботан. саду – 2008. – Вип. 97. – С. 18-22.

Наведено результати досліджень, які дозволили поділити низькі та сланкі деревні рослини на три групи за стійкістю проти літньої посухи.

Бібл. 11.

Bogacheva Ya. G. The drought resistance of some low and creeping woody plants in the conditions of South Coast of the Crimea // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 18-22.

The results of researches, which allowed to divide low and creeping plants into three groups according to their resistance to summer drought have been given.

Bibl.11.

УДК 582.912.4: 581.14

Гулис А. Л. Влияние степени увлажнения субстрата на рост и развитие некоторых представителей рода *Rhododendron* L. // Бюл. Никит. ботан. сада – 2008. – Вып. 97. – С. 22-25.

Изучено влияние влажности субстрата при выращивании 7 видов рода *Rhododendron* L., интродуцированных в Республике Беларусь, выявлены их видоспецифические реакции. Оптимальной при выращивании *Rh. dauricum* является влажность почвы на уровне 70% от полной влагоемкости, а для *Rh. luteum*, *Rh. japonicum*, *Rh. schlippenbachii*, *Rh. brachicarpum*, *Rh. catawbiense*, *Rh. smirnowii* – на уровне 80%.

Табл. 1. Библ. 9.

Гуліс А. Л. Вплив ступеня зволоження субстрату на зростання та розвиток деяких представників роду *Rhododendron* L. // Бюл. Нікіт. ботан. саду – 2008. – Вип. 97. – С. 22-25.

Вивчено вплив вологості субстрату при вирощуванні 7 видів роду *Rhododendron* L., інтродукованих у Республіці Білорусь, виявлено їх видоспецифічні реакції. Оптимальною при

виросуванні *Rh. dauricum* є вологість ґрунту на рівні 70% від повної вологоємності, а для *Rh. luteum*, *Rh. japonicum*, *Rh. schlippenbachii*, *Rh. brachicarpum*, *Rh. catawbiense*, *Rh. smirnowii* – на рівні 80%.

Табл. 1. Бібл. 9.

Gulis A.L. Influence of soil substratum humidity level on growth and development of some representatives of genus *Rhododendron* L. // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 22-25.

The influence of substratum humidity on growing of 7 species of rhododendrons cultivated in CBG NAS of Belarus has been studied. Thear specific reactions have been determined for *Rh. dauricum* 70 % humidity of soil is optimal level, and 80% humidity of soil is optim for *Rh. luteum*, *Rh. japonicum*, *Rh. schlippenbachii*, *Rh. brachicarpum*, *Rh. catawbiense*, *Rh. smirnowii*.

Tabl.1. Bibl. 9.

УДК 581.15:582.475.2

Кравченко О.Г. Изменчивость длины листьев у кедра ливанского (*Cedrus libani* A. Rich.) на Южном берегу Крыма // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С.25-28.

В результате сравнительного изучения длины листьев на укороченных и удлиненных побегах кедра ливанского установлено, что изменчивость этого признака определяется индивидуальными особенностями дерева, экологическими условиями и взаимовлиянием этих факторов, главным из которых является индивидуальная особенность дерева.

Табл. 3. Библ. 5.

Кравченко О.Г. Мінливість довжини листків у кедра ліванського (*Cedrus libani* A. Rich.) на Південному узбережжі Криму // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 25-28.

У результаті порівняльного вивчення довжини листків укорочених і подовжених пагонів кедра ліванського встановлено, що мінливість цієї ознаки визначається індивідуальними особливостями дерева, екологічними умовами та взаємним впливом цих факторів, головним з яких є індивідуальна особливість дерева.

Табл. 3. Бібл. 5.

Kravchenko O.G. Variability of leaves length for *Cedrus libani* A. Rich. on Southern Coast of the Crimea // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 25-28.

As a result of comparative studying of leaves length on the shortened and long shorts runaways of lebanese cedar it is established, that variability of this sign is defined by tree specific features, ecological conditions and interferences of these factors, the main thing from which is the tree specific feature.

Tabl. 3. Bibl. 5.

УДК 582.677.2:581.45(477.75)

Харченко А.Л. Морфолого-анатомическое строение листа *Laurus nobilis* L. в условиях Южного берега Крыма // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 28-31.

Дано морфолого-анатомическое описание листовой пластинки *Laurus nobilis*. Отмечена связь морфолого-анатомических признаков листа лавра благородного с местом его происхождения.

Ил. 2. Библ. 11.

Харченко А.Л. Морфолого-анатомічна будова листка *Laurus nobilis* L. в умовах Південного берега Криму // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 28-31.

Подано морфолого – анатомічний опис листкової пластинки *Laurus nobilis*. Відзначено зв'язок морфолого – анатомічних ознак листа благородного з місцем його походження.

Іл. 2. Бібл. 11.

Kharchenko A.L. Morphological and anatomic leaf structure of *Laurus nobilis* L. in the condition of South Coast of the Crimea // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 28-31.

The morphological and anatomic description of leaf blade of *Laurus nobilis* has been given. The links between the morphological and anatomic characteristics of *Laurus nobilis* leaf blade and its origin area have been shown.

Il. 2. Bibl.11.

УДК: 582.918.3:581.522.4(476):581.543:581.9

Белоусова Н.Л. Декоративные качества видов семейства *Primulaceae* Vent., интродуцированных в Беларуси // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 32-36.

Исследованы морфологические признаки и декоративные качества 41 вида и сорта семейства *Primulaceae* (в том числе редких и охраняемых), интродуцированных в условиях Беларуси в качестве перспективных декоративных растений для использования в широкой культуре, а также в любительском цветоводстве. Проведена комплексная оценка декоративных качеств представителей, на основании которой выделены наиболее перспективные виды.

Табл. 1. Библ. 5.

Белоусова Н.Л. Декоративні якості видів родини *Primulaceae* Vent., інтродукованих у Білорусі // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 32-36.

Досліджено морфологічні ознаки та декоративні якості 41 виду та сорту родини *Primulaceae* (у тому числі рідкісних та збережуваних), інтродукованих в умовах Білорусі як перспективні декоративні рослини для використання в широкій культурі, а також в аматорському квітникарстві. Проведене комплексне оцінювання декоративних якостей представників, на підставі якого виділено найбільш перспективні види.

Табл. 1. Бібл. 5.

Belousova N.L. Ornamental qualities of species from *Primulaceae* Vent. family introduced in Belarus // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 32-36.

The morphological characters and qualities of 41 species and varieties from *Primulaceae* family (including rare and protected) introduced in Belarus conditions as perspective ornamental plants for use in culture, and also in amateur floriculture have been studied. The complex evaluation of ornamental qualities of the representatives has been done. The most perspective species have been selected on this base.

Tabl.1. Bibl. 5.

УДК 582.998.16:631.526.3:519.233.5(477.75)

Копань Ю.Г. Корреляционный анализ как метод оценки количественных признаков нового сортимента хризантемы садовой в условиях Южного берега Крыма // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 36-39.

Представлены результаты корреляционного анализа 16 количественных признаков 40 сортов хризантем коллекции Никитского ботанического сада – Национального научного центра в условиях Южного берега Крыма.

Библ. 5.

Копань Ю.Г. Кореляційний аналіз як метод оцінки кількісних ознак нового сортименту хризантеми садової в умовах Південного берега Криму // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 36-39.

Подано результати кореляційного аналізу 16 кількісних ознак 40 сортів хризантем колекції Нікітського ботанічного саду – Національного наукового центру в умовах Південного берега Криму.

Бібл. 5.

Kopan Y.G. The correlation analysis as a method of an estimation of quantitative attributes new cultivars garden chrysanthemums in conditions of Southern coast of Crimea // *Bul. Nikit. Botan. Gard.* – 2008. – № 97. – P. 36-39.

The results of the correlation analysis of 16 quantitative characters for 40 chrysanthemums varieties from collection of Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center in the conditions of the Southern Coast of the Crimea have been given.

Bibl. 5.

УДК 582.998.16:631.526.3:519.233.5(477.75)

Копань Ю.Г. Моделирование отдельных количественных признаков нового сортимента хризантемы садовой в условиях Южного берега Крыма // *Бюл. Никит. ботан. сада.* – 2008. – Вып. 97. – С. 39-45.

Представлены результаты моделирования 7 количественных признаков 40 сортов хризантем коллекции Никитского ботанического сада – Национального научного центра в условиях Южного берега Крыма.

Библ. 7.

Копань Ю.Г. Моделювання окремих кількісних ознак нового сортименту хризантеми садової в умовах Південного берега Криму // *Бюл. Нікіт. ботан. саду.* – 2008. – Вип. 97. – С. 39-45.

Подано результати моделювання 7 кількісних ознак 40 сортів хризантем колекції Нікітського ботанічного саду – Національного наукового центру в умовах Південного берега Криму.

Бібл. 7.

Kopan Y.G. Simulating of some quantitative characters of new chrysanthemums assortment in conditions of Southern Coast of the Crimea // *Bul. Nikit. Botan. Gard.* – 2008. – № 97. – P. 39-45.

The results of simulating of 16 quantitative characters of 40 chrysanthemums varieties from collection of Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center in the conditions of the Southern Coast of the Crimea have been given.

Bibl.7.

УДК 634.21:631.529:581.162.4(477.75)

Корзин В.В. Степень самофертильности интродуцированных на Южный берег Крыма сортов и форм абрикоса // *Бюл. Никит. ботан. сада.* – 2008. – Вып. 97. – С. 45-49.

Определена степень самофертильности 15 сортов и форм абрикоса обыкновенного из трёх эколого-географических групп интродуцированных на Южный берег Крыма. Среди изученных образцов выделено 10 самофертильных и частично самофертильных: 'Крымский Амур', LE-132 'Мельничка Рана', 'Nagicrozi Oria', 'Roxana', 'Sulina', 'Cegledi Oria', 7(2)-2-50, Н-II 5/33, 47-L/11. 'Букурия', 'Да-Хуан-Хоу', 'Кок-Пшар', 'Лючак Сумбарский', 319-757 без перекрёстного опыления завязей не образуют.

Библ. 10.

Корзін В. В. Ступінь самофертильності інтродукованих на Південний берег Криму сортів і форм абрикоса // *Бюл. Нікіт. ботан. саду.* – 2008. – Вип. 97. – С. 45-49.

Визначено ступінь самофертильності 15 сортів і форм абрикоса звичайного з трьох еколого-географічних груп, інтродукованих на Південний берег Криму. Серед вивчених зразків виділено 10 самофертильних і частково самофертильних: 'Кримський Амур', LE-132 'Мельничка Рана', 'Nagicrozi Oria', 'Roxana', 'Sulina', 'Cegledi Oria', 7(2)-2-50 Н-II 5/33, 47-L/11. 'Букурия', 'Да-Хуан-Хоу', 'Кок-Пшар', 'Лючак Сумбарський', 319-757 без перехресного запилення зав'язей не утворюють.

Бібл. 10.

Korzin V.V. Self-fertility degree of introduced apricot varieties and forms in the Southern Coast of the Crimea // *Bul. Nikit. Botan. Gard.* – 2008. – № 97. – P. 45-49.

The self-fertility degree of 15 apricot varieties and forms from three eco-geographical groups has been determined. Among the investigated material 10 self-fertility and half self-fertility samples have been selected: 'Krumsky Amur', 'LE-132', 'Melnichka Rana', 'Nagicorozi Orias', 'Roxana', 'Sulina', 'Cegledi Orias', 7(2)-2-50, H-II 5/33, 47-L/11. 'Bukuria', 'Da-Huan-Hou', 'Kok-Pshar', 'Luchak Sumbarskiy', 319-757 do not set fruits without cross pollination.

Bibl.10.

УДК 582.594.2:577.1:581.143.6

Козлова О.Н. Анализ гетерогенности полипептидных фракций на начальных этапах побегообразования у *Dendrobium sp.* в культуре in vitro // *Бюл. Никит. ботан. сада.* – 2008. – Вып. 97. – С. 49-52.

Анализ электрофореграмм полипептидов трех фракций белков (легкорастворимые, мембраносвязанные и белки клеточных стенок) позволил выявить двенадцать полипептидов фракции легкорастворимых белков и три полипептида из фракции белков клеточных стенок, которые могут являться потенциальными маркерами процесса побегообразования у *Dendrobium sp.* в культуре in vitro.

Ил. 1. Библ. 6.

Козлова О.Н. Аналіз гетерогенності поліпептидних фракцій на початкових етапах пагоноутворення у *Dendrobium sp.* у культурі in vitro // *Бюл. Нікіт. ботан. саду.* – 2008. – Вип. 97. – С. 49-52.

Аналіз електрофореграм поліпептидів трьох фракцій білків (легкорозчинні, зв'язані з мембранами та білки клітинних стінок) дозволив виявити дванадцять поліпептидів фракції легкорозчинних білків і три поліпептиди з фракції білків клітинних стінок, які можуть бути потенційними маркерами процесу пагоноутворення у *Dendrobium sp.* у культурі in vitro.

Іл. 1. Бібл. 6.

Kozlova O.N. Analysis of polypeptide fractions heterogeneity on early stages of shoot regeneration of *Dendrobium sp.* in vitro // *Bul. Nikit. Botan. Gard.* – 2008. – № 97. – P. 49-52.

Electrophoresis of three protein fractions (freely soluble proteins, cell membrane bound proteins and cell wall bound proteins) have revealed the twelve freely soluble polypeptides and three cell wall bound polypeptides, that can be used as potential markers for early stages of *Dendrobium sp.* shoot development in vitro.

Il.1. Bibl.6.

УДК 634.23: 57.085.2

Кузнецова Н.В. Влияние регуляторов роста на эффективность регенерации растений при клональном микроразмножении черешни (*Prunus avium L.*) // *Бюл. Никит. ботан. сада.* – 2008. – Вып. 97. – С. 52-55.

Представлены результаты влияния регуляторов роста, их соотношения и концентраций на разных этапах морфогенеза в культуре in vitro. Испытаны составы питательных сред и установлена зависимость индукции развития микропобегов и ризогенеза от концентраций БАП, ГК₃, ИМК и НУК в питательной среде.

Ил. 4. Табл.1. Библ. 11.

Кузнецова Н.В. Вплив регуляторів росту на ефективність регенерації рослин при клональному мікророзмноженні черешні (*Prunus avium L.*) // *Бюл. Нікіт. ботан. саду.* – 2008. – Вип.97. – С. 52-55.

Подано результати впливу регуляторів росту, їх співвідношення та концентрацій на різних етапах морфогенезу в культурі in vitro. Випробувано склад живильних середовищ та встановлено залежність індукції розвитку мікропагонів і ризогенезу від концентрацій БАП, ГК₃, ІОК та НОК в живильному середовищі.

Іл. 4. Табл.1. Бібл. 11.

Kuznetsova N.V. Influence of growth regulators on efficiency of plant regeneration during clonal micropropagation of sweet cherry (*Prunus avium* L.). // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 52-55.

Influence results of growth regulators, their correlation and concentration at different morphogenesis stages in culture in vitro have been given. Compositions of nutrient mediums have been tested and induction dependence of microshoots and rizogenesis development on various BAP, GA₃, IAA and NAA concentrations in nutrient medium has been established.

Ил. 4. Табл.1. Библ.11.

УДК 582.949.2:581.143.6

Мазур Т.В. Ростова и биосинтетическая активность суспензионной культуры *Agastache rugosa* O. Kuntze // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып.97. – С. 55-59.

Разработан метод индукции активной пролиферирующей каллусной культуры и подобраны оптимальные условия получения и культивирования суспензионной культуры *A. rugosa*. Выявлены условия синтеза и экскреции фенольных соединений клетками суспензионной культуры.

Ил. 2. Табл.1. Библ. 10.

Мазур Т.В. Ростова та біосинтетична активність суспензійної культури *Agastache rugosa* O. Kuntze // Бюл. Никит. ботан. саду. – 2008. – Вып.97 – С. 55-59.

Розроблено метод індукції активної проліферуючої калусної культури та дібрано оптимальні умови отримання та культивування суспензійної культури *A. rugosa*. Виявлено умови синтезу та екскреції фенольних сполук клітинами суспензійної культури.

Ил. 2. Табл.1. Библ. 10.

Mazur T.V. Growth and biosynthetic activity of *Agastache rugosa* O. Kuntze suspension culture // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 55-59.

Induction method of active proliferation callus cultures has been worked out and optimum conditions for obtaining and cultivation of suspension cultures *Agastache rugosa* have been chosen. Conditions of synthesis and excretion of phenol compounds by cells suspension cultures have been determined.

Ил.2. Табл.1. Библ.10.

УДК 582.943:581.19

Башилов А.В. Биохимическая оценка практического использования *Polemonium caeruleum* L. в фармакологии // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 59-62.

Представлены результаты исследования биохимического состава и антиоксидантной активности *Polemonium caeruleum* L.

Библ. 4.

Башилов А.В. Біохімічна оцінка практичного використання *Polemonium caeruleum* L. у фармакології // Бюл. Никит. ботан. саду. – 2008. – Вып.97. – С. 59-62.

Подано результати дослідження біохімічного складу та антиоксидантної активності *Polemonium caeruleum* L.

Библ. 4.

Bashilov A.V. Biochemical evaluation of practical use of *Polemonium caeruleum* L. in pharmacology // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97 – P. 59-62.

Research results of biochemical composition and antioxidant activity of *Polemonium caeruleum* L. have been given.

Bibl. 4.

УДК 582.943:581.19

Башилов А.В., Спиридович Е.В., Тимофеева В.А. Семейство *Begoniaceae* – источник физиологически активных соединений различной фармакологической направленности // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 62-65.

Изучен состав некоторых вторичных метаболитов семейства *Begoniaceae*. Получен фармпрепарат – “Бегонеприл” на основе листьев *Begonia erythrophylla hort.* Показаны пути дальнейшего исследования растений *Begoniaceae*, культивируемых в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси и Республике Вьетнам.

Библ. 10.

Башилов А.В., Спіридович Є.В., Тимофєєва В.А. Родина *Begoniaceae* – джерело фізіологічно активних сполук різної фармакологічної спрямованості // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 62-65.

Вивчено склад деяких вторинних метаболітів родини *Begoniaceae*. Отримано фармпрепарат – “Бегонеприл” на основі листя *Begonia erythrophylla hort.* Показано шляхи подальшого дослідження рослин *Begoniaceae*, що культивуються в Центральному ботанічному саду НАН Білорусі та у Республіці В’єтнам.

Бібл. 10.

Bashilov A.V., Spiridovich E.V., Timofeeva V.A. Family *Begoniaceae* is the source of physiologically active compounds for the various pharmacological purpose // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 62-65.

The chemical composition of some secondary metabolites from family *Begoniaceae* has been studied. Medicine “Begonefril” on the base of *Begonia erythrophylla hort.* leaves has been obtained. Ways of the further research of plants from *Begoniaceae* cultivated in Central Botanical Garden NAS of the Belarus and Republic Vietnam have been shown.

Bibl.10.

УДК 634.22 : 631.56 : 581.192

Гребенникова О.А., Особенности состава и содержания фенольных соединений в плодах алычи // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 66-68.

Изучены состав и содержание фенольных соединений в плодах алычи сортов Оленька и Красномясая, собранных в стадии физиологической зрелости. Идентифицировано 15 компонентов, относящихся к 4 группам веществ фенольной природы. Установлено, что сорт Красномясая превосходит сорт Оленька содержанием антоцианов и фенолокислот, тогда как сорт Оленька отличается высоким содержанием катехинов и рутина.

Ил. 1. Табл. 1. Библ. 14.

Гребеннікова О.А. Особливості складу та вмісту фенольних сполук в плодах аличі // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 66-68.

Вивчено склад і вміст фенольних речовин у плодах аличі сортів Оленька та Красном’яса, зібраних на стадії фізіологічної зрілості. Ідентифіковано 15 компонентів, що належать до 4 груп речовин фенольної природи. Встановлено, що сорт Красном’яса має перевагу над сортом Оленька за вмістом антоціанів і фенолокислот, тоді як сорт Оленька вирізняється за високим вмістом катехинів та рутину.

Іл. 1. Табл. 1. Бібл. 14.

Grebennikova O.A., Features of composition and maintenance of phenol combinations in the garden-stuffs of cherry-plum // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008 – № 97. – P. 66-68.

Composition and maintenance of phenic complex is studied in the garden-stuffs of cherry-plum of sorts of “Olen'ka” and “Krasnomyasaya”, collected in the stage of physiological maturity. 15 components, related to 4 groups of matters of phenic nature, are identified. It is set that the sort of Krasnomyasaya is excelled by the sort of Olen'ka by maintenance of antocyanes and phenylacids, while the sort of Olen'ka differs high maintenance of cathehines and rutine.

II.1 Tabl.1. Bibl.14.

УДК 634.2:581.144.4:542.943.78

Корнильев Г.В., Ежов В.Н. Об антиоксидантной активности листьев некоторых сортов нектарина // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып.97. – С.68-71.

Проведено сравнительное изучение антиоксидантной активности (АОА) сухих листьев 5 сортов нектарина, собранных в течение 2007 – 2008 гг. Из образца с наибольшей АОА в процессе многофакторного многоуровневого эксперимента приготовлены водно – спиртовые экстракты и установлен оптимальный режим получения экстрактов с максимальной АОА.

Ил. 1. Табл. 3. Библ. 7.

Корнільєв Г.В., Єжов В.М. Про антиоксидантну активність листя деяких сортів нектарина // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип.97. – С. 68-71.

Проведено порівняльне вивчення антиоксидантної активності (АОА) сухого листя 5 сортів нектарина, зібраних протягом 2007 – 2008 рр. Із зразка з найбільшою АОА в процесі багатфакторного багаторівневого експерименту приготовано водно – спиртові екстракти та визначено оптимальний режим отримання екстрактів з максимальною АОА.

Іл. 1. Табл. 3. Бібл. 7.

Kornilyev G.V., Ezhov V.N. Antioxidant activity of leaves from some nectarine varieties // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 68-71.

The comparative study of antioxidant activity (AOA) of dry leaves from five nectarine varieties collected during 2007 – 2008 has been carried out. From a sample with maximum AOA in the process of multivariable multilevel experiment water – spirit extracts have been prepared and the optimum regime of obtaining extracts with maximum AOA has been determined.

II.1. Tabl.3. Bibl.7.

УДК 581.02(043.3)+581.5(043.3)

Николайчук А.М. Влияние хлористого водорода на активность фермента пероксидазы // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С.71-75.

Экспериментально определено действие хлористого водорода на активность фермента пероксидазы различных видов растений на протяжении всего периода вегетации. Установлено, что хлористый водород оказывает влияние на активность пероксидазы исследуемых растений, причем ответные реакции различных видов деревьев и кустарников на действие изучаемого поллютанта неоднозначны. Установлено увеличение активности пероксидазы у групп среднеустойчивых и устойчивых к HCl видов, что может иметь защитное значение. У неустойчивых видов хлористый водород ингибирует активность пероксидазы. Наибольшая активность фермента наблюдается в весенний и осенний периоды вегетации.

Табл.1. Библ. 8.

Ніколайчук А.М. Вплив хлористого водню на активність ферменту пероксидази // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 71-75.

Експериментально визначено дію хлористого водню на активність ферменту пероксидази різних видів рослин протягом усього періода вегетації. Встановлено, що хлористий водень впливає на активність пероксидази досліджуваних рослин, причому реакції різних видів дерев і чагарників на дію досліджуваного поллютанта не є однозначними. Встановлено підвищення активності пероксидази у груп середньостійких і стійких проти HCl видів, що може мати захисне значення. У нестійких видів хлористий водень інгібує активність пероксидази. Найбільша активність ферменту спостерігається у весняний та осінній періоди вегетації.

Табл.1. Бібл. 8.

Nikolaichuk A.M. Influence of hydrogen chloride to activity ferment peroxidase // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 71-75.

Influence of hydrogen chloride on activity of ferment peroxidase of different plants species during all vegetation period has been determined by experemental way. It is determined, that hydrogen chloride influences on peroxidase activity of studied plants, and the reactions of different trees and bushes on acting of studied pollutant is not unequivocal. Increasing of peroxidase activity in groups of middle nesistance and resistance to HCl, which perhaps can have protective meaning has been established. Hydrogen chloride inhibits peroxidase activity in non-resistance species. The greatest ferment activity is observed in spring and autumn vegetation period.

Tabl.1. Bibl.8.

УДК 633.8:582.949.2:665.53

Христова Ю.П. Изменчивость компонентного состава эфирного масла *Ocimum basilicum* L. // Бюл.Никит.ботан.сада. – 2008. – Вып. 97. – С.75-79.

Выделено шесть хемоформ *Ocimum basilicum* L. Установлен максимальный выход эфирного масла данного вида, который составил 0,21% на сырую массу или 1,1% в пересчете на абсолютно сухую массу растения. Обнаружено более 100 соединений в составе эфирного масла *O. basilicum*, основными из которых являются линалоол, метилхавикол, эвгенол, эпи- α -кадинол, цитраль (нераль и гераналь). Изучена корреляционная связь между биосинтезом отдельных терпеноидов эфирного масла *O. basilicum*.

Ил.1. Табл.4. Библ.8.

Христова Ю.П. Мінливість компонентного складу ефірної олії *Ocimum basilicum* L. // Бюл.Нікіт.ботан. саду. – 2008. – Вип.97. – С. 75-79.

Виділено шість хемоформ *Ocimum basilicum* L. Встановлено максимальний вихід ефірної олії даного виду, який склав 0,21% на сиру масу, або 1,1% в перерахунок на абсолютно суху масу рослини. Виявлено понад 100 сполук у складі ефірної олії *Ocimum basilicum* L., основними з яких є ліналоол, метилхавікол, евгенол, епі- α -кадинол, цитраль (нераль і гераналь). Вивчено кореляційний зв'язок між біосинтезом окремих терпеноїдів ефірної олії *Ocimum basilicum* L.

Іл.1. Табл.4. Бібл.8.

Khristova Y.P. Variability of essential oil componental composition in *Ocimum basilicum* L. // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 75-79.

Six chemoforms of *Ocimum basilicum* L. have been selected. The maximum output of oil has been determined. It is 0,21% on raw mass or 1,1% on absolutly dry mass of plant. It was determined more then 100 combinations in the essential oil composition of *O. basilicum*. The main of them are: linalool, metylchavikol, epy- α -cadinol, cytral (neral and geranial). The correlation link between biosynthesis of some terpenoids in essential oil of *O. basilicum* has been studied.

Il.1. Tabl.4. Bibl.8.

УДК 581.192

Губанова Т.Б., Кузьмина Т.Н. Некоторые данные о биологически активных веществах *Cardamine graeca* L. // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 80-82.

Представлены предварительные данные о биологически активных веществах у *Cardamine graeca*. Обнаружены кардиостероиды, 8 фракций фенольных соединений. Идентифицированы рутин, кверцетин, хлорагеновая кислота.

Ил.1. Табл. 1. Библ.14.

Губанова Т.Б., Кузьмина Т.М. Деякі дані про біологічно активні речовини *Cardamine graeca* L. // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 80-82.

Представлені попередні дані про біологічно активні речовини у *Cardamine graeca*. Виявлені кардиостероїди, 8 фракцій фенольних з'єднань. Ідентифіковані рутинів, кверцетин, хлорагенова кислота.

Іл.1. Табл. 1. Бібл.14.

Gubanova T.B., Kuz'mina T.N. Some information about the bioactive matters of *Cardamine graeca* L. // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 80-82.

Preliminary information about bioactive matters in *Cardamine graeca* is presented. Found out cardiosteroides, 8 fractions of phenol compounds. Identified rutin, quercetin, chlorogenic acid.

Il.1. Tabl.1. Bibl.14.

УДК: 633.81: 581.1: 631.559 (477.75)

Палий И.Н., Ильницький О.А. Зависимость CO₂-газообмена *Agastache foeniculum* Pursh. от условий внешней среды // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С.83-85.

Установлена зависимость суточного хода динамики CO₂-газообмена от температуры воздуха, интегральной освещенности, разницы температур лист-воздух. Построена математическая модель, описывающая взаимосвязь между CO₂-газообменом и основными факторами внешней среды.

Ил.3. Табл. 1. Библ. 7.

УДК: 633.81: 581.1: 631.559 (477.75)

Палій І.М., Ільницький О.А. Залежність CO₂ – газообміну *Agastache foeniculum* Pursh. від умов зовнішнього середовища // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 83-85.

Встановлено залежність добового перебігу динаміки CO₂- газообміну від температури повітря, інтегральної освітленості, різниці температур листок - повітря. Побудовано математичну модель, що описує взаємозв'язок між CO₂ -газообміном і основними чинниками зовнішнього середовища.

Іл. 3. Табл. 1. Бібл. 7.

Paliy I.N., Ilnitsky O.A. Dependence of CO₂-gas exchange of *Agastache foeniculum* Pursh. from the environmental conditions // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 83-85.

Dependence of day's motion of the dynamics CO₂-gas on the temperature of air is set, integral luminosity, differences of temperatures leaf-air. A mathematical model is built, describing intercommunication between CO₂-gas and basic factors of external environment.

Il.3 Tabl.1. Bibl.7.

УДК 635.92:632.4

Головченко Л.А. Возбудители серой гнили растений тюльпана // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С.85-88.

Серую гниль растений тюльпана (*Tulipa* L.) в Беларуси вызывают два вида грибов рода *Botrytis*: *B. tulipae* (Lib.) Hopkins. и *B. cinerea* Pers. Авторы выделили в чистую культуру 6 изолятов вида *B. cinerea* и 27 изолятов вида *B. tulipae*. Изучены их морфолого-культуральные особенности. Установлен полиморфизм изолятов по морфологии колоний, скорости роста мицелия, интенсивности спорообразования. Изоляты вида *B. tulipae* в культуре относятся к склероциальному морфотипу, изоляты *B. cinerea* – к спорулирующему.

Табл. 1. Библ. 7.

Головченко Л.А. Збудники сірої гнилі рослин тюльпану // Бюл. Нікіт. ботан. саду. – 2008. – Вип. 97. – С. 85-88.

Сіру гниль рослин тюльпану (*Tulipa* L.) у Білорусі викликають два види грибів роду *Botrytis*: *B. tulipae* (Lib.) Hopkins. і *B. cinerea* Pers. Авторами виділено в чисту культуру 6 ізолятів виду *B. cinerea* та 27 ізолятів виду *B. tulipae*. Вивчено їх морфолого – культуральні особливості. Встановлено поліморфізм ізолятів за морфологією колоній, швидкістю зростання міцелію, інтенсивності спороутворення. Ізоляти виду *B. tulipae* в культурі належать до склероциального морфотипу, ізоляти *B. cinerea* – до споруючого.

Табл. 1. Бібл. 7.

Golovchenko L.A. Fungi of Botrytis Micheli as botrytiosis pathogen on tulip plants // Bul. Nikit. Botan. Gard. – 2008. – № 97. – P. 85-88.

Phytopathogenic fungi *Botrytis cinerea* Pers. and *B. tulipae* (Lib.) Hopkins cause botrytis blight or gray mold of tulip plants. It is the most common disease of *Tulip* L. in the Republic of Belarus. The authors isolated 6 strains of *B. cinerea* and 27 strains of *B. tulipae* from tulip plants. Different morphological and cultural properties of isolates were investigated (such as colony morphology, growth rate, spore germination). Sporulating morphotype was found for *B. cinerea*, collected from *Tulip* L. On the contrary, *B. tulipae* was characterized by sclerotial morphotype.

Tabl.1. Bibl.7.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

«Бюллетень ГНБС» (свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации КВ № 3465, внесен в перечень специальных изданий по биологическим наукам 08.09.1999 г. – «Бюллетень ВАК» № 5 за 1999 г., с.26 и в дополнительный список специальных изданий по сельскохозяйственным наукам 15.01.2003 г. – «Бюллетень ВАК» № 2 за 2003 г., с. 8) издается в Никитском ботаническом саду – Национальном научном центре (НБС–ННЦ).

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ СОВЕТ НБС–ННЦ ПРЕДЛАГАЕТ АВТОРАМ НОВЫЕ ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ В РЕДАКЦИЮ

Тематика статей: ботаника, охрана природы и заповедное дело, интродукция растений, дендрология, цветоводство, ландшафтный дизайн, биотехнология, биохимия, физиология и репродуктивная биология растений, агроэкология, энтомология и фитопатология, плодоводство и другие отрасли растениеводства, фитореабилитация человека и животных, научный маркетинг, методика исследований, история науки.

Принимаются статьи на украинском, русском и английском языках, набранные на компьютере (Word, шрифт Times New Roman, 14 pt., межстрочный интервал – 1,5; текст без переносов и выравнивания по ширине; размер всех полей 2,5 см; страницы не нумеруются) и распечатанные на бумаге формата А4 (1 экз.) с приложением копии на магнитном или оптическом носителе.

Статья должна иметь следующие элементы: постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами; анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор; выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается эта статья; формулирование целей статьи (постановка задачи); изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов; выводы из данного исследования.

Порядок изложения материала следующий: название статьи жирными прописными буквами; Ф.И.О. автора (ов) прописными буквами, ученая степень – строчными курсивом; название учреждения, город (если статья не из НБС–ННЦ) и страна (если статья не из Украины) строчными буквами; текст статьи (разделы «Введение», «Объекты и методы исследования», «Результаты и обсуждение», «Выводы», «Список литературы» - в алфавитном порядке, сначала кириллицей, затем – латиницей, примеры см. ниже) – названия разделов по центру строчными жирными. Таблицы: слово «Таблица» с ее номером – справа, название таблицы – ниже по центру строчными жирными, текст и цифры в таблице – строчными обычными. Рисунки: подписи к рисункам – под рисунком по центру строчными жирными. Графики и диаграммы представляются в виде отдельных файлов в формате TIFF, JPEG.

Названия видов растений и животных даются на латинском языке (курсивом) с указанием автора (обычным шрифтом), например: *Quercus pubescens* Willd. При последующем

упоминании этого же таксона его родовое название пишется сокращенно, а фамилия автора не приводится (*Q. pubescens*). Названия сортов растений в соответствии с «Международным кодексом номенклатуры для культурных растений» заключаются в одинарные кавычки, если перед этим названием нет слова «сорт». Для всех слов в названии сорта употребляются прописные начальные буквы (примеры: персик 'Золотой Юбилей', сорт персика Золотой Юбилей).

Рефераты на английском, русском и украинском языках (до 10 строк) подаются на отдельном листе по следующей форме: УДК, ниже – Ф.И.О. автора(ов), название статьи, ниже – текст реферата, под ним – количество таблиц, рисунков, источников (все строчными).

Объем рукописи, включая таблицы, рисунки и список литературы, для «Сборника научных трудов ГНБС» не должен превышать 22 страниц, для «Бюллетеня ГНБС» – 8 страниц. В тексте статьи ссылки на литературу обозначаются цифрой в квадратных скобках.

Библиографическое описание в списке литературы делать по форме 23, представленной в "Бюллетене ВАК Украины", № 6 за 2007 г. (с. 31-33).

ПРИМЕРЫ:

Характеристика источника	Пример оформления
Монографии: один, два или три автора	Сімонок В.П. Семантико-функціональний аналіз іншомовної лексики в сучасній українській мовній картині світу / Нац. юрид. акад. України. – Х.: Основа, 2000. – 331 с. – Бібліогр.: с. 291-329.
	Василенко М.В. Теорія коливань: Навч. посіб. – К.: Вища шк., 1992. – 430 с.
	Отраслевые проблемы текстильной промышленности: причины и пути решения: (Монография) / Р.Р. Ларина, О.Е. Ройтман; Донец, гос. акад. упр. – Севастополь: Изд. предприятие "Вебер"; Донецк: Б.и., 2002. – 131 с.: ил., табл. – Библиогр. с.: 121-124.
	Костіна Н.І. Моделювання фінансів / Н.І. Костіна, А.А. Алексеев, П.В. Мельник; Держ. податк. адмін. України, Акад. держ. податк. служби України. – Ірпінь: Акад. ДПС України, 2002. – 224 с.: іл., табл. – Бібліогр.: с. 217-222.
Больше трёх авторов	Оплата праці в сільськогосподарському виробництві / М-во аграр. політики України, Наук.-дослід. центр нормативів праці; Ю.Я. Лузан, В.В. Вітвіцький, О.А. Аврамчук та ін. – К.: Центр "Агропромпраця", 2000. – 462, [1] с.: іл., табл.
Многотомные издания	История русской литературы: В 4 т. / АН СССР. Ин-т рус. лит. (Пушкин. дом). – М., 1982. – Т. 3: Расцвет реализма. – 876 с.
	Інтелектуальна власність в Україні: правові засади та практика: У 4 т. / Акад. прав. наук України, Держ. патент. відомство України, Держ. агентство України з авт. і суміж. прав; За заг. ред. О.Д. Святоцького. – К.: Вид. Дім "Ін Юре", 1999. – Т. 1-4.
Переводные издания	Гайек Ф.А. Право, законодавство і свобода. Нове визначення ліберальних принципів справедливості і політичної економії / Пер. з англ. В. Дмитрук. – К.: Аквілон-Прес, 2000. – 447 с.
Справочники	Шишков М.М. США. Марочник статей и сплавов ведущих промышленных стран мира: [Справочник] / М.М. Шишков, А.М. Шишков. – Донецк: ООО "Юго-Восток", 2002. – 234 с.: ил., табл.
Словари	Библиотечное дело: Терминолог. слов. / Сост.: И.М. Суслова, Л.Н. Уланова. – 2-е изд. – М.: Книга, 1986. – 224 с.
Законодательные, нормативные акты	Господарський процесуальний кодекс України: Офіц. текст із змін. станом на 1 лип. 2002 р. / М-во юстиції України. – К.: Вид. дім "Ін Юре", 2002. – 129 с. – (Кодекси України)
Стандарты	ГОСТ 7.1-84. СИБИБД. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления. – Взамен ГОСТ 7.1-76; Введ. 01.01.86. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 77 с.
Сборники научных трудов	Обчислювальна і прикладна математика: Зб. наук. пр. – К.: Либідь, 1993. – 99 с.

Депонированные научные работы	Меликов А.З., Константинов С.Н. Обзор аналитических методов расчета и оптимизации мультимедийных систем обслуживания / Науч.-произв. корпорация "Киев, ин-т автоматики". – К., 1996. – 44 с. – Рус. – Деп. в ГНТБ Украины 11.11.96, № 2210 – Ук96. – Реф. в: Автоматизация производственных процессов. – 1996. – № 2.
Составные части книги	Литвин В.М. Акт проголошення незалежності України // Енциклопедія історії України. – К., 2003. – Т. 1: А-В. – С. 57–58.
сборника	Василенко Н.Є. Громадсько-політична та культурно-освітня діяльність І.М. Труби // Питання історії України. Історико-культурні аспекти: 36. наук. праць. – Дніпропетровськ, 1993. – С. 72-79.
журнала	Митрофанова И.В., Казас А.Н., Хохлов С.Ю. Особенности клонального микроразмножения хурмы // Бюл. Никит. ботан. сада. – 1998. – Вып. 80. – С. 153-158. Perez K. Radiation therapy for cancer of the cervix // Oncology. –1993. –Vol. 7, № 2. – P. 89-96.
Тезисы докладов	Литвин В.М. Втрати України в Другій світовій війні // Українська історична наука на сучасному етапі розвитку: II Міжнар. наук. конгрес укр. істориків. Кам'янець-Подільський, 17-18 верес. 2003 р. – Кам'янець-Подільський; К.; Нью-Йорк; Острог, 2005. – Т. 1. – С. 23-36.
Диссертации	Петров П.П. Активність молодих зірок сонячної маси: Дис. ... доктора фіз.-мат. наук: 01.03.02; – Захищена 09.12.2005; Затв. 09.03.2006. – К., 2005. – 276 с.: іл. – Бібліогр.: с. 240-276.
Авторефераты диссертаций	Петров П.П. Активність молодих зірок сонячної маси: Автореф. дис. ... доктора фіз.-мат. наук / Головна астроном. обсерват. НАНУ. – К., 2005. – 35 с.
Препринты	Зелинский Ю.Б. О нелинейных выпуклых областях и аналитических полиэдрах / Ю.Б. Зелинский, В.Л. Мельник. – К.: Ин-т математики АН Украины, 1993. – 21 с. – (Препринт / АН Украины. Ин-т математики; 93, 94).
Пособия	Система оперативного управления предприятием "GroosBee XXI". Версия 3.30: Рук. пользователя. Ч. 5, гл. 9 Подсистема учета производства / Сост. С. Беслик. – Днепропетровск: Арт-Прес, 2002. – 186 с.: ил., табл.
Отчет о научно-исследовательской работе	Проведение испытаний и исследований теплотехнических свойств камер КХС–2–12–ВЗ и КХС–2–12–КЗЮ: Отчет о НИР (промежуточ.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-ти. – ОЦО 102ТЭ; № ГР 800571; Инв. № В 119692. – М., 1981. – 90 с.
Авторские свидетельства	Линейный импульсный модулятор: А.с. 1626362. Украина. МКИ НОЗК7/02 / В.Г. Петров – № 4653428/21; Заявл. 23.03.92; Опубл. 30.03.93, Бюл. № 13. – 4 с.: ил.
Патенты	Пат. 4601572 США, МКИ G 03 B 27. Microfilming system with zone controlled adaptive lighting: Пат. 4601572 США, МКИ G 03 B 27 D.S.Wise (США); McGraw-Hill Inc. – № 721205; Заявл. 09.04.85; Опубл. 22.06.86, НКИ 355/68. – 3 с.
Каталоги	Каталог млекопитающих СССР. Плиоцен – современность / АН СССР. Зоол. ин-т; Под ред. И.М. Громова, Г.И. Барановой. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1981. – 456 с.
Электронный ресурс	Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс]: За даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України; Ред. О.Г. Осауленко. – К.: CD-вид-во "Інфодиск", 2004. – 1 електрон, опт. диск (CD-ROM): цв; 12 см. – (Всеукр. перепис населення, 2001). – Систем. вимоги: Pentium-266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. – Заголовок з титул. екрану. Спадщина [Електронний ресурс]: Альм. Українознав. Самвидав. 1988-2000 рр. Вип. 1-4 / Ред. альм. М.І. Жарких. – Електрон. текстові дані (150 Мб). – К.: Корона тор, 2005. – 1 електрон, опт. диск (CD-ROM): цв; 12 см. – Систем. вимоги: Windows 95/98/ME/NT4/ 2000/XP. Acrobat Reader. – Заголовок з титул. екрану.

Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси науки, культурі та освіті: (Підсумки 10-ї міжнар. конф. "Крим-2003") [Електронний ресурс] / Л.Й. Костенко, А.О. Чекмарьов, А.Г. Бровкін, І.А. Павлуша // Бібл. Вісн. – 2003 . – № 4. – С. 43. – Режим доступу до журн.: http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm .

Форум: Електрон, інформ. бюл. – 2005. № 118. – Режим доступу: http://www.mcforum.vinnitsa.com/mail-list/118.html . – Заголовок з екрану.

Статья должна быть подписана автором(ами) на последней странице. На отдельной странице печатается адрес, телефон, e-mail первого или ответственного автора. К тексту статьи прилагается направление от учреждения, где выполнялась работа, рецензия и экспертное заключение установленной формы о возможности опубликования статьи, для иногородних – также один конверт с маркой. Статьи аспирантов и соискателей сопровождаются отзывом научного руководителя.

Редакционно-издательский совет оставляет за собой право редактировать текст статьи, согласовывая отредактированный вариант с автором, а также отклонять не соответствующие требованиям и неправильно оформленные рукописи.

Рукописи статей отправляйте по адресу:

Редакционно-издательский совет Никитского ботанического сада, пгт. Никита, г. Ялта, АР Крым, 98648, Украина

Телефоны: (0654) 33-56-16, 33-53-98

E-mail НБС–ННЦ: nbs1812@ukr.net

СОДЕРЖАНИЕ

Ботаника и охрана природы

Волошин Р. Р. Эколого-фитоценотические особенности ценопопуляций <i>Pisum elatius</i> Vieb. в Крыму	5
Заиграева А.Л. <i>Adiantum capillus-veneris</i> L. и состояние его популяций на территории Ялтинского горно- лесного природного заповедника	8
Иванов С.П., Фатерыга А.В., Тягнирядно В.В. Сравнительная оценка эффективности опыления орхидей в урочище Аян	10
Тягнирядно В.В. Влияние рекреационной нагрузки на возрастную структуру можжевельника высокого в западной части Южного берега Крыма	15

Дендрология

Богачева Я.Г. Засухоустойчивость некоторых низких и стелющихся древесных растений в условиях Южного берега Крыма	18
Гулис А. Л. Влияние степени увлажнения субстрата на рост и развитие некоторых представителей рода <i>Rhododendron</i> L.	22
Кравченко О.Г. Изменчивость длины листьев у кедра ливанского (<i>Cedrus libani</i> A. Rich.) на Южном берегу Крыма	25
Харченко А.Л. Морфолого-анатомические особенности листа <i>Laurus nobilis</i> в условиях Южного берега Крыма	28

Цветоводство

Белоусова Н.Л. Декоративные качества видов семейства <i>Primulaceae</i> Vent., интродуцированных в Беларуси	32
Копань Ю.Г. Корреляционный анализ как метод оценки количественных признаков нового сорта хризантемы садовой в условиях Южного берега Крыма	36
Копань Ю.Г. Моделирование отдельных количественных признаков нового сорта хризантемы садовой в условиях Южного берега Крыма	39

Южное плодоводство

Корзин В.В. Степень самофертильности интродуцированных на Южный берег Крыма сортов и форм абрикоса.....	45
---	----

Биотехнология растений

Козлова О.Н. Анализ гетерогенности полипептидных фракций на начальных этапах побегообразования у <i>Dendrobium</i> sp. в культуре in vitro.....	49
Кузнецова Н.В. Влияние регуляторов роста на эффективность регенерации растений при клональном микроразмножении черешни (<i>Prunus avium</i> L.)	52
Мазур Т.В. Ростовая и биосинтетическая активность суспензионной культуры <i>Agastache rugosa</i> O. Kuntze	55

Биохимия растений

Башилов А.В. Биохимическая оценка практического использования <i>Polemonium caeruleum</i> L. в фармакологии	59
Башилов А.В., Спиридович Е.В., Тимофеева В.А. Семейство <i>Begoniaceae</i> – источник физиологически активных соединений различной фармакологической направленности	62

Гребенникова О.А., Особенности состава и содержания фенольных соединений в плодах алычи.....	66
Корнильев Г.В., Ежов В.Н. Об антиоксидантной активности листьев некоторых сортов нектарина	68
Николайчук А.М. Влияние хлористого водорода на активность фермента пероксидазы	71
Христова Ю.П. Изменчивость компонентного состава эфирного масла <i>Ocimum basilicum</i> L.	75
Физиология растений	
Губанова Т.Б., Кузьмина Т.Н. Некоторые данные о биологически активных веществах <i>Cardamine graeca</i> L.	80
Палий И.Н., Ильницкий О.А. Зависимость CO ₂ –газообмена <i>Agastache foeniculum</i> Pursh. от условий внешней среды	83
Фитопатология	
Головченко Л.А. Возбудители серой гнили растений тюльпана.....	85
Рефераты	88
Правила для авторов	100

ЗМІСТ

Ботаніка і охорона природи

Волошин Р.Р. Еколого-фітоценотичні особливості ценопопуляцій <i>Pisum elatius</i> Bieb. в Криму.....	5
Заїграєва Г.Л. <i>Adiantum capillus-veneris</i> L. та стан його популяцій на території Ялтинського гірсько - лісового природного заповідника	8
Іванов С.П., Фатерига О.В., Тягнірядно В.В. Порівняльна оцінка ефективності запилення орхідей в урочищі Аян	10
Тягнірядно В.В. Вплив рекреаційного навантаження на вікову структуру ялівцю високого у західній частині Південного узбережжя Криму	15

Дендрологія

Богачова Я.Г. Посухостійкість деяких низьких і сланких деревних рослин в умовах Південного узбережжя Криму	18
Гулis А. Л. Вплив ступеня зволоження субстрату на зростання та розвиток деяких представників роду <i>Rhododendron</i> L.	22
Кравченко О.Г. Мінливість довжини листків у кедра ліванського (<i>Cedrus libani</i> A. Rich.) на Південному узбережжі Криму	25
Харченко А.Л. Морфолого-анатомічні особливості листка <i>Laurus nobilis</i> в умовах Південного узбережжя Криму	28

Квітникарство

Белоусова Н.Л. Декоративні якості видів родини <i>Primulaceae</i> Vent., інтродукованих у Білорусі	32
Копань Ю.Г. Кореляційний аналіз як метод оцінки кількісних ознак нового сортименту хризантеми садової в умовах Південного берега Криму	36
Копань Ю.Г. Моделювання окремих кількісних ознак нового сортименту хризантеми садової в умовах Південного берега Криму	39

Південне плідівництво

Корзін В. В. Ступінь самофертильності інтродукованих на Південне узбережжя Криму сортів і форм абрикоса	45
---	----

Біотехнологія рослин

Козлова О.Н. Аналіз гетерогенності поліпептидних фракцій на початкових етапах пагоноутворення у <i>Dendrobium sp.</i> у культурі in vitro	49
Кузнєцова Н.В. Вплив регуляторів росту на ефективність регенерації рослин при клональному мікророзмноженні черешні (<i>Prunus avium</i> L.)	52
Мазур Т.В. Ростова та біосинтетична активність суспензійної культури <i>Agastache rugosa</i> O. Kuntze	55

Біохімія рослин

Башилов А.В. Біохімічна оцінка практичного використання <i>Polemonium caeruleum</i> L. у фармакології	59
Башилов А.В., Спіридович Є.В., Тимофєєва В.А. Родина <i>Begoniaceae</i> – джерело фізіологічно активних сполук різної фармакологічної спрямованості	62
Гребеннікова О.А. Особливості складу та вмісту фенольних сполук в плодах аличі.....	66

Корнільєв Г.В., Єжов В.М. Про антиоксидантну активність листя деяких сортів нектарина	68
Ніколайчук А.М. Вплив хлористого водню на активність ферменту пероксидази	71
Христова Ю.П. Мінливість компонентного складу ефірної олії <i>Ocimum basilicum</i> L.	75
Фізіологія рослин	
Губанова Т.Б., Кузьміна Т.М. Деякі дані про біологічно активні речовини <i>Cardamine graeca</i> L.....	80
Палій І.М., Ільницький О.А. Залежність CO ₂ – газообміну і чутливості до зневоднення <i>Agastache foeniculum</i> Pursh. від умов зовнішнього середовища	83
Фітопатологія	
Головченко Л.А. Збудники сірої гнилі рослин тюльпану	85
Реферати	88
Правила для авторів	100

CONTENTS

Botany and nature protection

Voloshin R. R. Ecological-phytocenological peculiarities of population <i>Pisum elatius</i> Bieb. in the Crimea	5
Zaigraeva A.L. <i>Adiantum capillus-veneris</i> L. and its population condition on the territory Yaltinsky mountain-forest nature reservation	8
Ivanov S.P., Fateryga A.V., Tyagniryadno V.V. Comparative evaluation of orchids pollination effectiveness in natural boundary Ayan	10
Tyagniryadno V.V. The Influence of Recreation on Age Structure of <i>Juniperus excelsa</i> Bieb. in the Western Part of the Crimean South Coast	15

Dendrology

Bogacheva Ya. G. The drought resistance of some low and creeping woody plants in the conditions of South Coast of the Crimea	18
Gulis A.L. Influence of soil substratum humidity level on growth and development of some representatives of genus <i>Rhododendron</i> L.	22
Kravchenko O.G. Variability of leaves length for <i>Cedrus libani</i> A. Rich. on Southern Coast of the Crimea	25
Kharchenko A.L. Morphological and anatomic leaf peculiarities of <i>Laurus nobilis</i> in the condition of South Coast of the Crimea	28

Floriculture

Belousova N.L. Ornamental qualities of species from <i>Primulaceae</i> Vent. family introduced in Belarus	32
Kopan Y.G. The correlation analysis as an evaluation method of quantitative characters for new assortment of chrysanthemums in conditions of Southern Coast of the Crimea	36
Kopan Y.G. Simulating of some quantitative characters of new chrysanthemums assortment in conditions of Southern Coast of the Crimea	39

South fruit growing

Korzin V.V. Self-fertility degree of introduced apricot varieties and forms in the Southern Coast of the Crimea	45
---	----

Plant biotechnology

Kozlova O.N. Analysis of polypeptide fractions heterogeneity on early stages of shoot regeneration of <i>Dendrobium</i> sp. in vitro	49
Kuznetsova N.V. Influence of growth regulators on efficiency of plant regeneration during clonal micropropagation of sweet cherry (<i>Prunus avium</i> L.)	52
Mazur T.V. Growth and biosynthetic activity of <i>Agastache rugosa</i> O. Kuntze suspension culture	55

Plant biochemistry

Bashilov A.V. Biochemical evaluation of practical use of <i>Polemonium caeruleum</i> L. in pharmacology	59
Bashilov A.V., Spiridovich E.V., Timofeeva V.A. Family <i>Begoniaceae</i> is the source of physiologically active compounds for the various pharmacological purpose	62
Grebennikova O.A. Features of composition and maintenance of phenol combinations in the garden-stuffs of cherry-plum.....	66

Kornilyev G.V., Ezhov V.N. Antioxidant activity of leaves from some nectarine varieties	68
Nikolaichuk A.M. Influence of hydrogen chloride on ferment peroxidase activity	71
Khristova Y.P. Variability of essential oil componental composition in <i>Ocimum basilicum</i> L. ...	75
Plant Physiology	
Gubanova T.B., Kuz'mina T.N. Some information about the bioactive matters of <i>Cardamine graeca</i> L.....	80
Paly I.N., Ilnitsky O.A. Dependence of CO ₂ -gas exchange and sensitiveness to the dehydration of <i>Agastache foeniculum</i> Pursh. from the environmental conditions	83
Phytopathology	
Golovchenko L.A. Fungi of <i>Botrytis Micheli</i> as botrytiosis pathogen on tulip plants	85
Summaries	88
Rules for the authors	100

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета
Никитского ботанического сада

Бюллетень Государственного
Никитского ботанического сада

Выпуск 97

Редактор Е.А. Бордунова

Компьютерная верстка Ю.Г. Копань

Свидетельство о государственной регистрации КВ № 3465 от 09.09.98 г.

Подписано в печать 25.12.2008 г. Формат 210х297. Бумага офсетная – 80 г/см².
Печать ризографическая. Уч.-изд. л. 14. Тираж 500 экз. Заказ № 24.

98648, Ялта, Никитский ботанический сад, редакционно-издательская группа.
Тел. (0654) 33-56-16, 33-53-98.

Издательство: ЧП Цветков С.Л., тел. 8 067 650-16-95