



# БЮЛЛЕТЕНЬ ГНБС

Выпуск 118

---

Ялта 2016

12+

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

---

# БЮЛЛЕТЕНЬ ГНБС

Выпуск 118

---

Ялта 2016

**Редколлегия:**

Плугатарь Ю.В. – главный редактор, Багрикова Н.А, Балыкина Е.Б., Ильницкий О.А., Исиков В.П., Клименко З.К., Коба В.П., Корженевский В.В., Маслов И.И., Митрофанова И.В., Митрофанова О.В., Опанасенко Н.Е., Работягов В.Д., Смыков А.В., Шевченко С. В., Шишкин В.А. – ответственный секретарь, Ярош А.М. – зам. главного редактора

THE STATE NIKITA BOTANICAL GARDENS

---

# **BULLETIN SNBG**

**Number 118**

---

**Yalta 2016**

**Editorial Board:**

Plugatar Yu.V. – chief editor, Bagrikova N.A., Balykina E.B., Ilnitsky O.A., Isikov V.P., Klymenko Z.K., Koba V.P., Korzhenevsky V.V., Maslov I.I., Mitrofanova I.V., Mitrofanova O.V., Opanasenko N.E., Rabotyagov V.D., Smykov A.V., Shevchenko S.V., Shyshkin V.A. – responsible secretary, Yarosh A.M. – deputy chief editor

## СОДЕРЖАНИЕ

**Дендрология**

- Максимов А.П., Плугатарь Ю.В., Спотарь Г.Ю., Новикова В.М.  
Особенности роста и развития сабаля малого (*Sabal minor* (Jacq.) Pers.) в  
Никитском Ботаническом саду..... 7

**Эфиромасличные и лекарственные растения**

- Работягов В.Д., Митрофанова О.В.  
Изменчивость и наследование содержания эфирного масла у аллотриплоидных  
гибридов лаванды..... 18
- Хлыпенко Л.А., Орёл Т.И.  
Компонентный состав эфирного масла *Elsholtzia stauntonii* сорта Розовое Облако... 23
- Семенова Е.Ф., Шпичка А.И., Преснякова Е.В., Меженная Н.А.  
К вопросу организации процессов накопления эфирного масла в лепестках *Rosa*  
(Rosaceae) и мицелии *Eremothecium* (Eremotheciaceae)..... 27

**Биохимия растений**

- Палий А.Е., Палий И.Н., Марко Н.В., Работягов В.Д.  
Биологически активные вещества *Nepeta cataria* L..... 38
- Корнильев Г.В., Палий А.Е., Работягов В.Д., Феськов С.А.  
Биологически активные вещества водно-этанольного экстракта сортообразца  
*Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 'Ветвистый' коллекции Никитского  
ботанического сада..... 44

**Фитомониторинг**

- Клименко Н.И., Палий И.Н.  
Рост и состояние декоративных растений нижнего яруса Арборетума Никитского  
ботанического сада в зависимости от условий освещенности..... 51

**Флора и растительность**

- Никифоров А.Р., Никифорова А.А.  
Ритмологические различия в развитии растений *Lagoseris callicephalo* и *Lagoseris*  
*purpurea* (Asteraceae)..... 58
- Наумов С.Ю.  
Структура листьев травянистых растений на примере видов подсемейства  
Arioideae Drude (Ariaceae Lindl.)..... 63
- Наумов С.Ю., Сигидиненко Л.И.  
Интродукция *Eremurus Robustus* (Regel) Regel в Луганске..... 70

**Защита растений**

- Балыкина Е.Б., Иванова О.В., Работягов В.Д., Хохлов Ю.С.  
Фитосанитарная оценка состояния лавандина в условиях закрытого грунта..... 75
- Бурзиева Е.В., Руденко М.И.  
Особенности опыления лука сицилийского подвид диоскорида на территории  
Крымского природного заповедника..... 81
- Правила для авторов**..... 87

## CONTENTS

**Dendrology**

- Maksimov A.P., Plugatar Yu.V., Spotar G.Yu., Novikova V.M.  
Growth and development peculiarities of *Sabal minor* (Jacq.) Pers. in Nikita Botanical Gardens..... 7

**Essential oil-bearing and medicinal plants**

- Rabotyagov V.D., Mitrophanova O.V.  
Variability and inheritance of essential oil content within allotriploid *Lavandula* hybrids... 18  
Khlypenko L.A., Oryol T.I.  
Component composition of *Elsholtzia stauntonii* essential oil, Rozovoye oblako cultivar. 23  
Semenova Ye.F., Shpichka A.I., Presnyakova Ye.V., Mezhenaya N.A.  
Processes of essential oil accumulation in petals of *Rosa* (Rosaceae) and *Mycelium Eremothecium* (Eremotheciaceae)..... 27

**Plant biochemistry**

- Paliy A.Ye., Paliy I.N., Marko N.V., Rabotyagov V.D.  
Biologically active substances of *Nepeta cataria* L..... 38  
Kornilyev G.V., Paliy A.Ye., Rabotyagov V.D., Feskov S.A.  
Biologically active substances of aqueous-ethanolic extract of *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 'Vetvisty' specimen of Nikita Botanical Gardens collection..... 44

**Phytomonitoring**

- Klymenko N.I., Paliy I.N.  
Lower layer ornamental plants of Arboretum in Nikita Botanical Gardens and their growth and status depending on illumination conditions..... 51

**Flora and vegetation**

- Nikiforov A.R., Nikiforova A.A.  
Rhythmological differences at development of *Lagoseris Callicephala* and *Lagoseris Purpurea* (Asteraceae)..... 58  
Naumov S.Yu  
Leaf structure of herbaceous plants, cultivars of Apioideae Drude subfamily (Apiaceae Lindl.) as study cases..... 63  
Naumov S.Yu., Sigidinenko L.I.  
Introduction of *Eremurus robustus* (Regel) Regel in Lugansk..... 70

**Plant protection**

- Balykina Ye.B., Ivanova O.V., Rabotyagov V.D., Khokhlov Yu.S.  
Phytosanitary state rating of Lavandin indoors..... 75  
Burziyeva Ye.V., Rudenko M.I.  
Pollination features of *Allium siculum* subsp. *dioscoridis* within Crimea natural preserve. 81  
**Rules for authors**..... 87

УДК 635.054:57.017(477.75)

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ САБАЛЯ МАЛОГО  
(*SABAL MINOR* (JACQ.) PERS.) В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ****Александр Павлович Максимов, Юрий Владимирович Плугатарь,  
Геннадий Юрьевич Спотарь, Вера Михайловна Новикова**Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита  
cubric@mail.ru

Описана история интродукции сабаля малого (*Sabal minor* (Jacq.) Pers.) в Никитском ботаническом саду и показана распространённость этого вида на Южном берегу Крыма. Приведены данные фенологических наблюдений и количественные биометрические показатели прироста и отмирания листьев в среднем за вегетационный период. Определены причины и факторы, вызывающие нерегулярность цветения и плодоношения этого вида – бедные щепенистые почвы и недостаточный полив растений. Приведены иллюстрации по декоративности цветения и плодоношения сабаля малого. Показана морфология и анатомия семян, зародыша и эндосперма. Прослежен процесс прорастания семян и процесс дифференциации проростка на корневую и стеблевую часть. Разработаны рекомендации по агротехнике культивирования сабаля малого в условиях Южного берега Крыма.

**Ключевые слова:** *Sabal minor* (Jacq.) Pers., описание, распространённость, фенология, цветение, плодоношение, морфология, анатомия, прорастание семян, культивирование, Южный берег Крыма.

**Введение**

Использование пальм в озеленении Южного берега Крыма (ЮБК) является весьма актуальным. Значительно повышается декоративная и эстетическая ценность зелёных насаждений курорта, особенно при соответствии биологии используемого в озеленении вида конкретным условиям его произрастания, когда в полную меру проявляются все ростовые возможности того или иного экзотического растения. Выявление причин и факторов, влияющих на успешный рост и нормальное развитие сабаля малого (*Sabal minor* (Jacq.) Pers.), имеет научную новизну и практическую ценность регионального значения. Этот вид прошёл свой 200-летний путь интродукционного испытания в арборетуме Никитского ботанического сада (НБС) и зарекомендовал себя вполне зимостойким. Однако проведённое нами обследование зелёных насаждений ЮБК и 30-летний период наблюдений за опытными растениями этого вида показал, что основной причиной гибели отдельных экземпляров являлось несоответствие условий произрастания их биологической требовательности. На основании анализа всех факторов среды, оказывающих то или иное воздействие на растения, нами разработаны рекомендации по агротехнике успешного культивирования сабаля малого в условиях ЮБК. Второй, не менее актуальной задачей было изучение биологии и репродуктивных возможностей этого вида в условиях интродукции. Исследования по цветению, опыляемости цветков, плодоношению, качеству семян и биологии их прорастания позволят регулярно получать семена и выращивать растения из семян местной репродукции. Решение этих вопросов актуально, имеет научную новизну и практическую ценность. Более широкое внедрение сабаля малого в озеленение ЮБК с учетом соблюдения соответствия условий мест произрастания биологической требовательности вида, позволит представить его в более декоративном и величественном состоянии. Разработанные приёмы ландшафтной архитектуры

использования этого вида в озеленении позволит решить вопрос об увеличении декоративной ценности и усилении в целом эстетического облика зелёных насаждений.

### Объекты и методы исследования

Объектами наших исследований явились коллекционные растения сабаля малого в Приморском парке арборетума НБС (куртина 148 и 154) интродукции 1913 г. и 1914 г. и в Нижнем парке (куртина 107) интродукции 1984 г. Кроме этого наблюдения велись за всем количеством выявленных растений этого вида как на ЮБК так и в г. Севастополе.

Целью настоящей работы являлось следующее: 1. Выявить причины гибели некоторых растений сабаля малого на ЮБК путем сравнительного анализа климатических данных родины и районов интродукции и разработать рекомендации по его успешному культивированию. 2. Изучить особенности его роста и развития в условиях ЮБК и выявить причины, отрицательно влияющие на вегетативную и генеративную сферы растения. 3. Изучить семенную продуктивность растения, определить количество, качество и величину собранных семян, реальную и потенциальную их продуктивность.

Основной задачей было поставлено следующее: Изучить биологию прорастания семян и разработать рекомендации по семенному размножению сабаля малого с целью дальнейшего его внедрения в зелёные насаждения ЮБК и г. Севастополя.

Методы исследования: сравнительно – аналитические с использованием климадиаграмм, построенных по изобретённому способу Вальтера и Лита; визуальные фенологические наблюдения по общепринятым методикам; наблюдения за повреждениями от морозов в суровые зимы с использованием разработанной нами 6-бальной шкалы обмерзания применительно к пальмам, где: 0 – повреждения отсутствуют; 1 – повреждены кончики листовых сегментов; 2 – повреждена половина листовой пластинки; 3 – листовая пластинка повреждена до места расхождения сегментов (рахиса); 4 – повреждена вся листовая пластинка и часть черешка; 5 – повреждены все листья кроны, но корни и образовательные ткани переннующей и спящих почек сохраняются и растение восстанавливается; 6 – повреждены все жизненно важные органы и растение погибает [1, 2,].

Климат на северной границе естественного ареала в США и районов интродукции на Черноморском побережье России сабаля малого представлен в виде климадиаграмм, построенных нами по методике Н. Walter и Н. Lieth с дополнениями (рис.1). Они наглядно показывают принципиальную разницу климатов, которая даёт возможность разработать агротехнику его культивирования в тех или иных районах интродукции [3, 9].

Условные обозначения, объясняющие климадиаграммы, следующие: **a** – населенный пункт, высота наблюдений над уровнем моря (в скобках), во второй строке индекс метеопункта и его координаты; **b** – средняя годовая температура (°C) и среднее годовое количество осадков (мм); **c** – период наблюдения [в квадратных скобках], лет; **d** – кривая среднемесячного количества осадков (толстая линия); **e** – кривая среднемесячной температуры (тонкая линия); **f** – кривая среднего минимума температуры (штриховая линия); **g** – кривая абсолютного минимума температуры (пунктирная линия); **h** – абсолютный минимум с начала 20-го века, °C.

Кривые температур и осадков находятся в соотношении друг к другу, а именно 10°C соответствуют 20-ти мм осадков. Если кривая осадков находится ниже кривой среднемесячной температуры, поле между ними запунктировано (сухой период). Если кривая осадков выше – поле заштриховано (влажный период). Осадки выше 100 мм представлены в соотношении 1:10 и зачернены. Неблагоприятные холодные времена года обозначены на абсциссе для каждого месяца полями: закрашенными, если средний минимум месяца ниже 0°C; заштрихованными, если абсолютный минимум ниже 0°C.

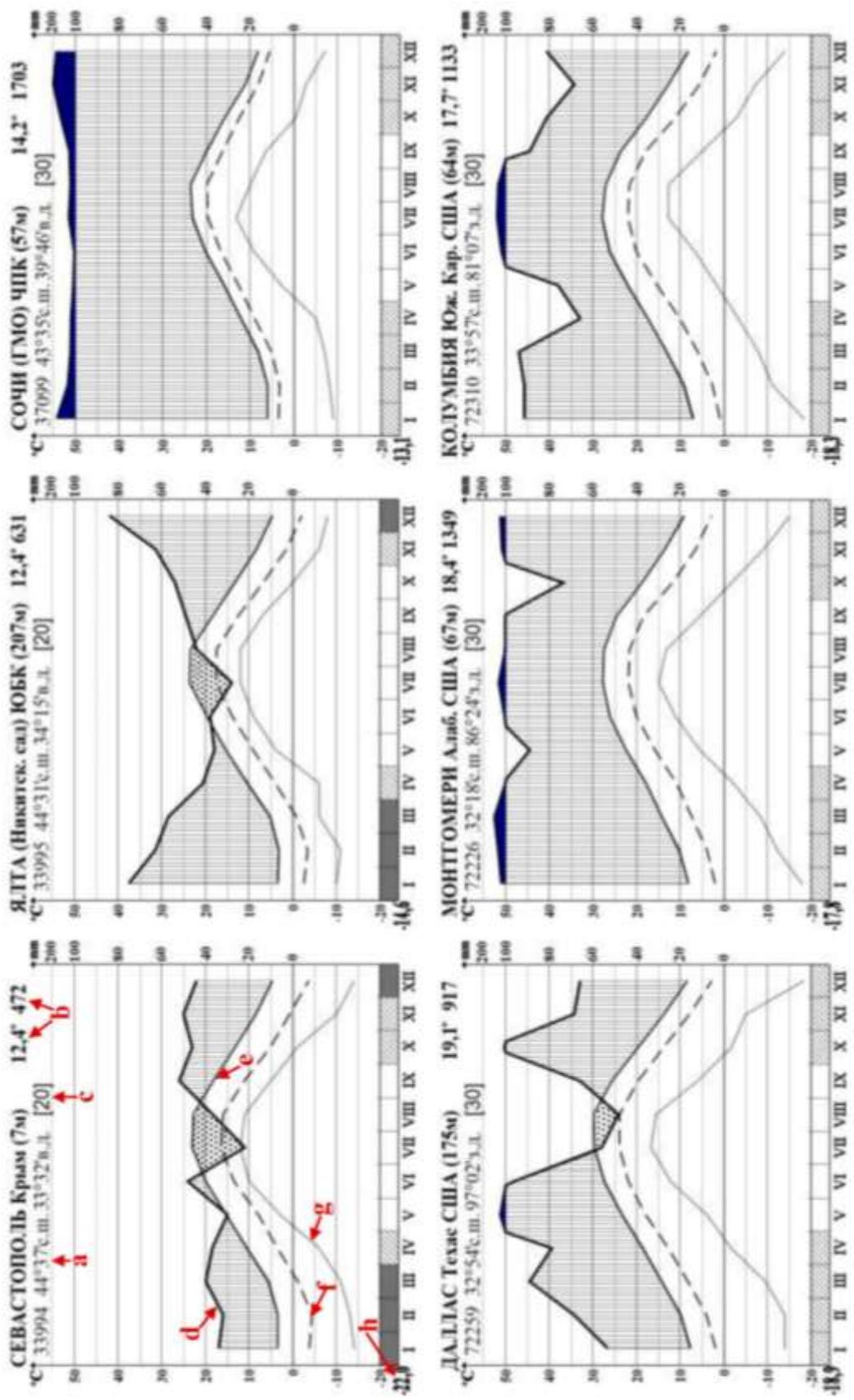


Рис. 1 Климатодиаграммы районов интродукции на Черноморском побережье России и на северной границе естественного ареала в США [5, 6, 15]

В засушливый вегетационный период наблюдали визуальные повреждения от засух по приросту и состоянию кроны растений. Биометрические исследования заключались в подсчёте баланса образовавшихся и отмерших листьев кроны, количества и длины сформировавшихся цветоносов, количества, качества и величины собранных семян, реальной продуктивности (в процентах от потенциальной продуктивности соцветия, то есть от общего количества заложенных в соцветии семязачатков). Все замеры производились с помощью штангенциркуля, мерной линейки и мерной рулетки. Особую научную ценность представляют результаты исследования качества семян, выполненности эндосперма, зародыша и внешних покровов. Продольные срезы и препарирование семян с целью извлечения зародыша для фиксации проводили с помощью скальпеля. Процесс прорастания семян сабаля малого изучался в лабораторных условиях на увлажнённой фильтровальной бумаге с использованием чашек Петри.

### Результаты и обсуждение

Сабаль малый – это кустовая пальма с подземным стволом, иногда образует и надземный, но небольшой. Листья прикорневые веерообразные, жёсткие, сизо-зелёные, в зависимости от условий они могут вырастать от 30 см до 1,5 – 2 м. Черешок листа равен длине листовой пластинки или чуть длиннее её. Края черешка голые, острые, язычок на конце черешка перед листовой пластинкой длиной от 2 – 3 до 4 – 7 см, с загнутым кверху краем. Листовые пластинки длиной 70 – 100 см, которые радиально рассечены на складчатые линейные сегменты до 40 шт. Сегменты коротко рассечённые и заострённые на концах, но не острые, шириной 3 – 6 см; разрез срединных сегментов длиннее краевых. Соцветий на пальме от одного до трёх, они сложнометельчатые, прямостоячие, разветвлённые в верхней части, длиной до 2 – 2,5 м и шириной 2 – 3 см у основания. Цветки актиноморфные 3,5 – 5,2 мм в диаметре. Плод – шаровидная костянка с тонким околоплодником, 7 – 10 мм в диаметре, буровато-чёрная или почти чёрная, блестящая. Семена округлые 5 – 7 мм в диаметре, коричневого цвета, слегка сплюснутые (рис. 2).

Естественный ареал распространяется в США от центральной Флориды до восточной части Северной Каролины, на западе от Оклахомы до центрального Техаса (рис. 3). Так же разобщенные участки были обнаружены в Восточной Сьерра-Мадре штата Нуэво-Леон, Мексика. Является более распространённым, чем любые другие виды сабаля в Соединённых Штатах Америки. Предпочитает расти на болотах и на сырых почвах, по берегам рек и водоёмов, местами образует заросли; но встречается и в более засушливых районах, например, на склонах сухих холмов штата Техас. Сабали малые, растущие в штате Луизиана (*Sabal minor* (Jacq.) Pers.) 'louisiana', имеют довольно большие и развитые стволы, и одно время считались отдельным видом. Согласно современной классификации, является одной из форм сабаля малого [4, 7, 8]. Выращивается в качестве декоративного растения в странах с субтропическим климатом [10, 11, 12].

Сабаль малый считается одной из самых морозостойких пальм мира [9, 13]. При сравнении климатодиаграмм (см. рис. 1, см. рис. 3) пунктов, расположенных на северной границе ареала произрастания сабаля малого в США, заметно, что температурный режим сравнительно одинаков: абсолютный минимум с начала 20-го века лежит в пределах  $-18,9^{\circ}\text{C}$  для Далласа до  $-17,8^{\circ}\text{C}$  для Монтгомери, средний минимум самого холодного месяца января не опускаются ниже  $0^{\circ}\text{C}$  и имеют значения от  $0,9^{\circ}\text{C}$  для Колумбии до  $2,1^{\circ}\text{C}$  для Монтгомери. Более теплые показатели в Монтгомери обусловлены тем, что он расположен южнее границы ареала, чем другие пункты

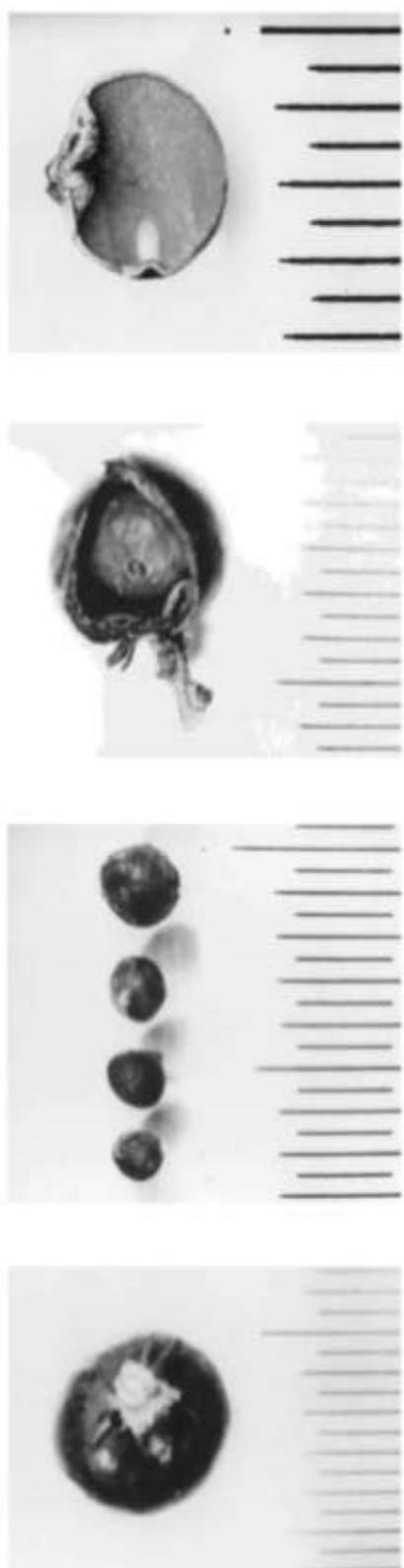


Рис.2 Плоды сабала малого: а) общий вид плода; б) вариации размеров; в) околоплодник и семя; г) продольный разрез семени



Рис. 3 Естественный ареал распространения в США [14] и потенциальный диапазон посадки [11]

Сопоставляя температурные показатели пунктов в Крыму: Ялта (Никитский сад) и Севастополь видно, что среднегодовая температура одинакова: 12,4°C, однако разница видна в средних минимумах температур самого холодного месяца февраля: –4,4°C в Севастополе и –3,4°C в Ялте, и особенно в абсолютных минимумах с начала 20-го века: –22,0°C для Севастополя и –14,6°C в Ялте (Никитский сад).

Такая разница в абсолютных минимумах обусловлена отсутствием у Севастополя преграды от холодных фронтов, по сравнению с ЮБК, и имеет решающее значение для видового состава растительности. Необходимо отметить, что разница в высоте над уровнем моря в 200 м значительно сблизил температурные показатели этих пунктов наблюдения.

В Сочи в сравнении с пунктами США климат мягче и влажнее в 1,5 – 1,9 раза. Средний минимум февраля составляет 3,3°C при абсолютном минимуме –13,1°C.

Заметно, что количество осадков в рассматриваемых пунктах Крыма значительно меньше (в 1,5 – 2,9 раза), чем на границе ареала распространения сабаля малого в США. Абсолютные минимумы температур в Ялте (Никитский сад) существенно сглажены, однако по Севастополю они превышают показатели США. Только в г. Околоне, штат Миссисипи, который расположен чуть севернее, в районе границы ареала, зафиксирован абсолютный минимум –21,1°C, сопоставимый с минимумом Севастополя –22,0°C, при среднем минимуме января 0,3°C. Средний минимум температур за самый холодный месяц по сравнению с Колумбией для Никитского сада ниже на 4,3°, и ниже на 5,3° для Севастополя. Таким образом, для побережья Севастополя минимальные зимние температуры более низкие, но вполне сопоставимые с северной границей ареала в США.

Северная граница природного ареала в США лежит в зоне морозостойкости USDA 8a, что соответствует диапазону усредненных ежегодных минимальных температур от –9,4 до –12,2°C. В источнике [11] указывается, что потенциальный диапазон посадки располагается от 7b до 11 зоны морозостойкости USDA (см. рис. 3), т.е. до усредненной ежегодной минимальной температуры –15°C. По климатодиаграмме Севастополя (см. рис.1) видно, что абсолютный минимум за 20 лет наблюдений (1986 – 2005 г.г.) был не менее –14°C. Необходимо отметить, что это относится только к прибрежному району Севастополя.

Впервые сабаль малый был интродуцирован в НБС Х.Х. Стевенем в 1814 г. из оранжереи ботанического сада князей Разумовских в Горенках. С.Г. Сааков [7, 8, 9] отмечает, что этот экземпляр погиб по неизвестным причинам. Год гибели и возраст этого растения им указаны не были. Повторно сабаль малый был интродуцирован в Никитский ботанический сад почти через 100 лет, в 1913 г. из Сухума и в 1914 г. из Санкт-Петербургского ботанического сада. Большая часть полученных растений была высажена в Приморском парке арборетума НБС на куртинах 148 и 154, а небольшая часть оставлена в оранжерее НБС № 2 для сохранения вида в случае гибели растений, высаженных в открытом грунте. При создании пальмария Нижнего парка арборетума НБС (куртина 107) в 1984 г. были высажены три 5-летних саженца сабаля малого, интродуцированных из Сочи. При обследовании парков ЮБК 1985 г. сабаль малый был обнаружен только в Симеизе и в единственном экземпляре. К началу 2000 годов как на Южном берегу Крыма, так и в Севастополе озеленение частной застройки стало принимать современные очертания и многие хозяева стали высаживать на своих территориях кроме привычных плодовых и экзотические растения, в т. ч. и пальмы. В 2003 г. было проведено повторное обследование парков ЮБК и г. Севастополя, где были обнаружены растения этого вида в значительно большем количестве. С 1990 г. велись также наблюдения за единственным экземпляром этого вида в Симеизе. А с 2003 г. регулярно и особенно тщательно в суровые зимы 2005/2006 гг. и 2014/2015 гг.

подверглись наблюдению растения, высаженные в г. Севастополе. В Приморском парке и Симеизе представлены растения типичной формы с серо-зелёными листьями, а в Нижнем парке и г. Севастополе сабалем малым ф. Луизиана, которая имеет голубо-синие листья.

В Приморском парке арборетума НБС три плодоносящих, более чем 100-летнего возраста растений сабаля малого не достигают в высоту (листья кроны) более 1,5 м. Количество листьев кроны, в среднем, колеблется от 5 до 7. Ежегодно образуется 1-3 новых листа и практически столько же листьев отмирает, причём габитуальные характеристики одного и того же экземпляра в 1984 г. не отличаются от таковых в 2014 г. Это объясняется, прежде всего тем, что щербенистые почвы куртины не дают в полную силу развиваться подземному стволу, а недостаточный полив значительно сокращает рост вегетативных и репродуктивных органов растения, а иногда и приводит к хлорозу. Кроме этого внешний надземный пневматофор конца подземного U-образного ствола трансформируется в сухой пучок образований, похожих на засохшее основание черешков листьев. Практически растение отказывается от органа обеспечения воздухом как от ненужного, если оно не растёт на болоте. А сабаль малый это болотное растение и его необходимо высаживать в условиях интродукции только на спланированных горизонтальных участках с достаточным увлажнением или с обеспечением обильного полива в вегетационный период.

Для посадки растений необходимо правильно подготовить почву участка, которая должна быть одновременно рыхлой, без каких-либо щербенистых фракций, лучше суглинистой. В условиях ЮБК лучшее соотношение почвенных ингредиентов для сабаля малого следующее: 4 части чернозёма, 2 части речного песка, 1 часть торфа и 1 часть перепревшего навоза. Это даст возможность растению этого вида сформировать полноценный крупный подземный ствол с конусовидным внешним пневматофором, мощную крону листьев, образовывать ежегодно полноценные репродуктивные органы и производить достаточное количество всхожих семян для массового выращивания в питомниках с целью широкого внедрения сабаля малого в озеленение ЮБК.

Данные многолетних фенологических наблюдений показывают, что начало ростовых процессов после зимнего периода вынужденного покоя происходит 12 – 16 апреля и продолжается до 27 ноября – 16 декабря. В глубокий покой этот вид не впадает. Период вегетации у сабаля малого ограничивается действием отрицательных температур, как в осенне-зимний, так и в ранневесенний период и составляет в среднем 229 – 233 дня. Образование цветоноса из центрального пучка листьев начинается от 18 мая до 11 июня с формирования стрелки основного соцветия. Как правило, после этих дат через 5 – 7 дней из стрелки основного соцветия дифференцируются стрелки элементарных соцветий. Через 1 – 3 дня после дифференциации элементарных соцветий от основного, на них начинают появляться цветки. Цветение достигает своего апогея 10 – 30 июня и продолжается до 21 июня – 08 июля. Общая продолжительность цветения сабаля малого составляет в среднем около 2-х недель, но в различные годы колеблется в пределах 4 – 7 дней в сторону его уменьшения или увеличения. Однако сроки цветения по многолетним данным значительно растянуты во времени и колеблются от 24 мая до 26 июня, что составляет более чем месячную его продолжительность (рис. 4). Завязывание семян в процессе цветения происходит в течение 1 – 3 дней после образования цветка. Очерёдность опыления цветков насекомыми зависит от времени их образования и сдвигается, как правило, на 1 – 3 дня от даты готовности к опылению. Опылённые или неопылённые цветки основного и элементарных соцветий начинают опадать через 2 – 4 дня после их образования.



Рис. 4 Цветущий сабаль малый и его цветы. Приморский парк НБС



Рис. 5 Сабаль малый в плодах и его плодородный побег. Приморский парк НБС

В процентном отношении этот отпад составляет от 27 до 36% от общего количества образовавшихся семязачатков в соцветии.

Опадение завязавшихся семян начинается от времени их завязывания до недельного возраста и составляет от 14 до 23%. Суммарный опад отбракованных растением цветков и отторжение части плодов составляет от 41 до 59%. Общее количество семязачатков на одном соцветии подсчитывалось в течение всех лет наблюдений и составляет от 1897 до 2785. В итоге на одном основном и элементарных соцветиях в количестве 7 – 11 шт. мы получаем от 1000 до 2000 семян. Реальная продуктивность соцветия составила от 986 до 2005 плодов. То есть последующий опад плодов в процессе их созревания по различным причинам составляет от 11 до 13%. Созревание этих, оставшихся на основном и элементарных соцветиях завязавшихся семян происходит, как правило, до конца периода вегетации сабаля малого. Коэффициент продуктивности, представляющий собой отношение показателей реальной семенной продуктивности к потенциальной, выраженный в процентах составляет у сабаля малого от 52 до 72%. К концу этого периода семена полностью вызревают в условиях ЮБК (см. рис. 2, рис. 5).

Качество собираемых ежегодно семян в Приморском парке арборетума НБС определялось методом флотации и всегда жизнеспособных было выше 90%, а нежизнеспособных ниже 10% от общего их количества. Размеры плодов и семян сабаля малого, собранные с опытных растений в НБС на 1/3 меньше по сравнению с описанными в условиях естественного ареала и характеризуются следующими показателями. С околоплодником диаметр плода составляет:  $\bar{x}=7,29$  мм;  $S\bar{x}=0,10$  мм;  $V=13,25\%$ , а без околоплодника  $\bar{x}=4,08$  мм;  $S\bar{x}=0,03$  мм;  $V=7,59\%$ . Это может быть объяснимо как индивидуальными наследственными особенностями данных экземпляров, так и неблагоприятными почвенно-климатическими факторами района интродукции (каменистость и недостаточное увлажнение почв). Подобная экологическая неоднородность семян особенно часто проявляется при интродукции, т.е. при смене условий их выращивания [3]. Дальнейшее внедрение сабаля малого в озеленение ЮБК при соответствии условий произрастания биологической требовательности вида, позволит получить достоверные ответы на эти вопросы.

Проращивание очищенных от околоплодника семян сабаля малого в чашках Петри на увлажнённой фильтровальной бумаге, проводилось при комнатной температуре (+16, 19°C) при полном солнечном освещении на подоконнике (рис. 6). Уже на третий день у отдельных семян начинает показываться проросток будущего корня (по классификации И.Г. Серебрякова [4] это побег первого порядка). Для всей партии семян (100 шт.) процесс удлинения побегов первого порядка продолжается в течение 6 – 11 дней. Некоторые семена вообще не прорастают (3 – 4%), несмотря на то, что последующее препарирование показало высокое качество выполненности всех их структур. Через 1 – 2 дня на проростке образуется корневой чехлик, который защищает рост апикальных меристем от новых, предполагаемых на генетическом уровне, внутрпочвенных условий. Достигнув 1 – 2 см длины, проросток на расстоянии 0,2 – 0,5 см от семени образует «пяточку», из которой формируется будущий стебель (побег второго порядка), который впоследствии трансформируется в периннирующую почку с образованием кроны листьев и терминальных соцветий, а побег первого порядка формирует все структуры подземной части растения. Причём скорость роста апикальных меристем с отрицательным геотропизмом почти в 2 раза превышает таковые с их положительной направленностью. Это обеспечивает впоследствии развитие мощного подземного ствола U-образной формы (рис. 7) с развитием полноценного конусообразного надземного пневматофора.

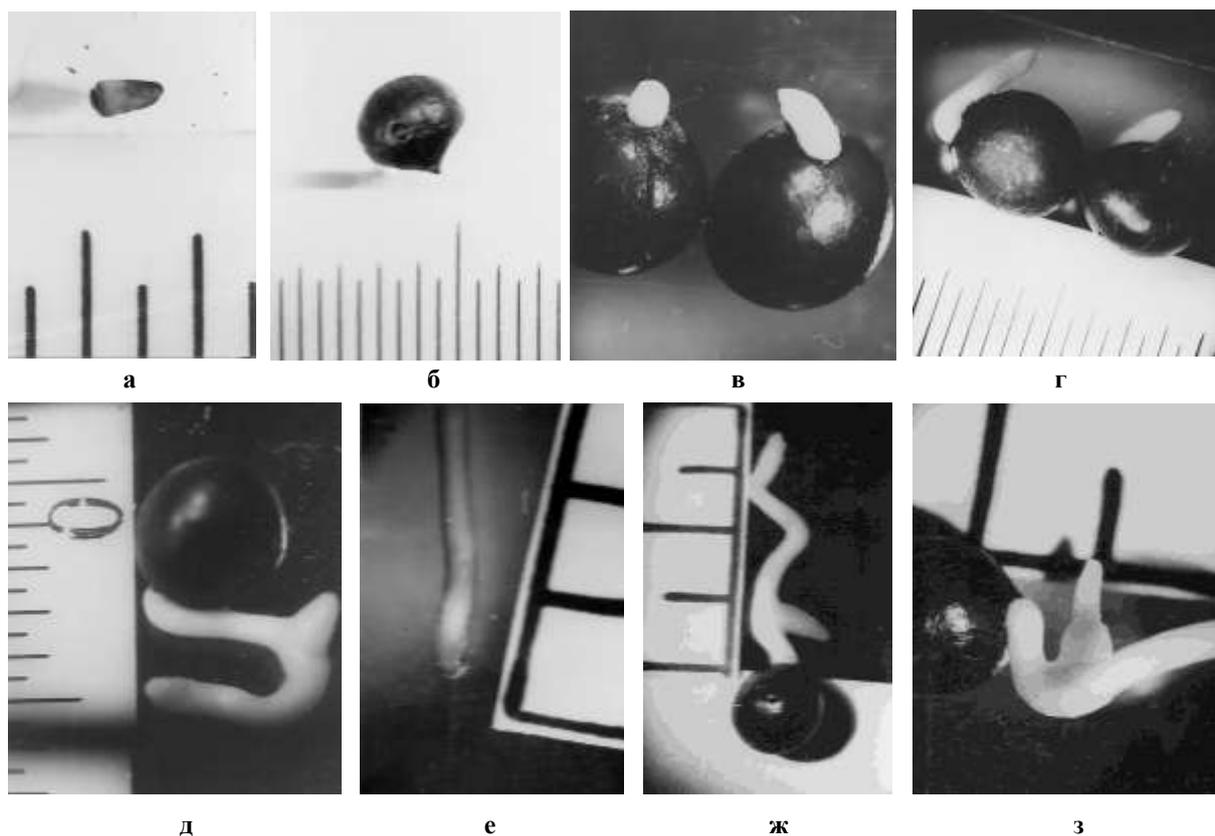


Рис. 6 Особенности прорастания сабаля малого: а) зародыш семени; б) место нахождения зародыша; в) наклонувшиеся семена; г) проросток корня; д) фаза развития проростка; е) корень и корневой чехлик; ж) образование «пяточки» – будущего стебля; з) выход стебля из «пяточки»



Рис. 7 Подземная часть молодого растения



Рис. 8 Сабаль малый в дендрарии г. Сочи

На рис. 8 представлены посадки Сабаля малого в г. Сочи, где климатические условия обеспечивают достаточное увлажнение и менее суровы морозные периоды.

### Выводы

Сабаль малый – является очень перспективным для ЮБК, но медленно растущим видом. Самое главное достоинство этого вида – высокая зимостойкость. Это самый важный лимитирующий фактор, ограничивающий возможность культивирования многих видов пальм на ЮБК. При правильной подготовке почвы и обеспечении высокого уровня агротехники сабаль малый может показать себя в субаридных условиях интродукции на ЮБК и ЧПК не хуже, чем в естественном ареале. Посадочные ямы для саженцев сабаля малого следует готовить размером 2 x 2 x 2 м с полной заменой почвогрунта наиболее подходящей смесью (4 части чернозёма, 2 части речного песка, 1 часть торфа и 1 часть перепревшего навоза). Высаживать растения рекомендуется только на выровненных участках, где могут быть применены системы поверхностного и внутрикорневого полива. Мульчирование «приствольных» кругов слоем опилок из листопадных лиственных пород толщиной 15 – 20 см приводит к снижению, а затем и к исчезновению проявлений хлороза у сабаля малого. Высокий уровень агротехники содержания обеспечивает полноценное развитие подземного ствола, приводит к увеличению количества и размеров листьев, соцветий, цветков и семян. Вегетационный период субаридных районов ЮБК и ЧПК вполне достаточен по времени, по данным фенологических наблюдений, для прохождения всех стадий роста и развития растений. Качество семян сабаля малого в НБС очень высокое и составляет от 91 до 96% от общего количества отобранных методом флотации семян. Однако самосева этого вида в исследуемых районах обнаружено не было. Возможность культивирования сабаля малого без укрытия на период экстремальных отрицательных температур на ЮБК возможна от Ласпи на юго-западе до Судака на северо-востоке, а на ЧПК от Адлера на юго-востоке до Геленджика на северо-западе. В более суровых климатических условиях в Крыму (Севастополь, Феодосия) и на Черноморском побережье Краснодарского края (Новороссийск, Анапа) сабаль малый может быть использован в озеленении только в ограниченном количестве в наиболее теплых, защищённых от холодных ветров местоположениях с обеспечением кратковременного укрытия растений на период действия экстремальных отрицательных температур.

### Список литературы

1. Максимов А.П., Важов В.И., Антюфеев В.В. Морозостойкость пальм на Южном берегу Крыма // Труды Гос. Никитского ботан. сада. Ялта – 1988. – Т. 106. – С. 63 – 75.
2. Максимов А.П., Новикова В.М. Результаты интродукционного испытания *Sabal minor* (Jacq.) Pers. на Южном берегу Крыма. – Тезисы докладов VIII съезда Украинского ботанического общества (УБО). – Наукова думка. – 1987. – С. 229.
3. Максимов А.П. Результаты интродукции пальм (*Arecaceae* С.Н. Schultz) на Южном берегу Крыма // Гос. Никитский ботанический сад. Ялта – 1989. – С. 24. Депонирована в ВИНТИ 17.07.1989 г. № 4735 – В – 89.
4. Методические указания по семеноведению интродуцентов. – АН СССР, Главный ботанический сад. – М.: 1980. – 64 с.
5. Погода и климат. 2004-2016. – <http://www.pogodaiklimat.ru/>
6. Прудок А.И. Адаменко Т.И. Агроклиматический справочник по Автономной республике Крым (1986-2005 г.г.). – Симферополь: ЦГМ в АРК, 2011. – 341 с.
7. Сааков С.Г. Итоги интродукции пальм на территории СССР // Труды Ботан. института АН СССР. Л. – 1952. – Сер. 6. Вып. 2. – С. 16 – 75.
8. Сааков С.Г. Пальмы и их культура в СССР. – М.-Л., 1954. – 320 с.
9. Сааков С.Г., Шипчинский Н.В., Пилипенко Ф.С. *Palmae* Juss. – Пальмы. В кн.: Деревья и кустарники СССР / Под ред. С.Я. Соколова. – М.-Л., 1951. – Т. 2. – С. 56 – 85.

10. *Bomhard M.L.* Palm trees in the United States. – *Agris. Inform. Bull/ U.S.D.A.*, vol. 22, 1963. – P. 1 – 28.
11. *Gilman E. F.* Sabal minor Bluestem Palmetto, Dwarf Palmetto // series of the Environmental Horticulture Department, UF/IFAS Extension. – 1999. – FPS518. – С. 1-2.
12. *McCurrach J.C.* Palms of the world. – New York. – 1960. – 290 p.
13. *Mowry H.* Native and exotic palms of Florida. – *Bull. Florida Agric. Exp. Sta.* - №228, 1931. – P. 1 – 71.
14. The Department of Forest Resources and Environmental Conservation, Virginia Tech. 2015 г. – <http://dendro.cnre.vt.edu/dendrology/syllabus/factsheet.cfm?ID=351>
15. Weatherbase. 1999-2016. – <http://www.weatherbase.com/>

Статья поступила в редакцию 12.04.2016 г.

**Maksimov A.P., Plugatar Yu.V., Spotar G.Yu., Novikova V.M. Growth and development peculiarities of *Sabal minor* (Jacq.) Pers. in Nikita Botanical Gardens // Bull. Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 7-18.**

The article presents history of *Sabal minor* (Jacq.) Pers. introduction in Nikita Botanical Gardens and distribution of this cultivar along the South Coast of the Crimea. It contains data of phenological observations and average quantitative biometric parameters of leaf growth and dying out during vegetative period. Reasons and factors causing irregular blooming and fruiting were determined in terms of the research that is poor rubbly soils and insufficient irrigation. Ornamentality of *Sabal minor* blooming and fruiting is also illustrated here. The article includes data of morphology and anatomy of seeds, embryo and endosperm. Process of seed germination and germ differentiation on root and stem part were traced back as well. At the same time the article contains recommendations in agrotechnology of *Sabal minor* cultivation under conditions of South coast of the Crimea.

**Key words:** *Sabal minor* (Jacq.) Pers., description, distribution, phenology, blooming, fruiting, morphology, anatomy, seed germination, cultivation, South coast of the Crimea

## ЭФИРОМАСЛИЧНЫЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

УДК 581.192:633.812

### ИЗМЕНЧИВОСТЬ И НАСЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА У АЛЛОТРИПЛОИДНЫХ ГИБРИДОВ ЛАВАНДЫ

Валерий Дмитриевич Работягов, Ольга Владимировна Митрофанова

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта  
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт. Никита  
[onlabor@yandex.ru](mailto:onlabor@yandex.ru)

Рассматривается вопрос подбора родительских пар по синтетическому созданию аллотриплоидных гибридов лаванды с двумя геномами *Lavandula angustifolia* Mill. и одним геномом *L. latifolia* Medic. с высоким содержанием эфирного масла. Приводятся сравнительные данные по массовой доле эфирного масла у синтезированных аллотриплоидов от скрещивания индуцированного амфидиплоида с сортами лаванды узколистной. Обсуждаются закономерности изменчивости и наследования массовой доли эфирного масла у гибридов от разных комбинаций скрещивания. Получены гетерозисные межвидовые гибриды с содержанием эфирного масла 10,0% и 10,25% от абсолютно сухой массы сырья.

**Ключевые слова:** Лаванда; аллотриплоид; амфидиплоид; гетерозис; массовая доля эфирного масла; комбинация скрещивания.

### Введение

Селекция лавандина, перспективного для производства как эфиромасличной культуры, связана с получением межвидовых гибридов  $F_1$  на диплоидном уровне от скрещивания лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia*) с лавандой широколистной (*L. latifolia*). Получаемые при этом гибриды характеризуются гетерозисом чем и обуславливается интерес к ним [1, 7-10]. Отсутствие теоретического обоснования по подбору родительских пар затрудняет проведение направленной селекции и синтеза гибридов с заданными свойствами. По нашему мнению, перспективным направлением может быть создание гибридного генотипа путем межвидовой гибридизации с привлечением индуцированных полиплоидных форм [3-5]. При этом требуется предварительное заключение закономерностей наследования в подобных комбинациях скрещивания. Для решения поставленной задачи были индуцированы амфидиплоидные формы и проведены направленные скрещивания с подробным анализом получаемого потомства с целью разработки теоретических подходов к подбору родительских пар для скрещивания и прогнозирования его результатов.

### Объекты и методы исследования

Исходные родительские формы были представлены следующими хемотипами. Лаванда узколистная: сорт Рекорд с массовой долей эфирного масла 2,1% на сырой вес сырья или 5,8% на абсолютно сухую массу сырья, сорт Прима с массовой долей эфирного масла 1,8% и 5,2% на сухое сырье, сортообразец Беянка с массовой долей эфирного масла 1,6: на сырую массу и 4,65% сухое вещество. Амфидиплоид № 48 взят в качестве материнской формы, у которой массовая доля эфирного масла составляет 2,5% на сырую массу сырья или 6,7% на абсолютно сухую массу. Между амфидиплоидом и тремя сортами лаванды узколистной произведены межвидовые скрещивания и полученные гибриды исследовали на содержание эфирного масла.

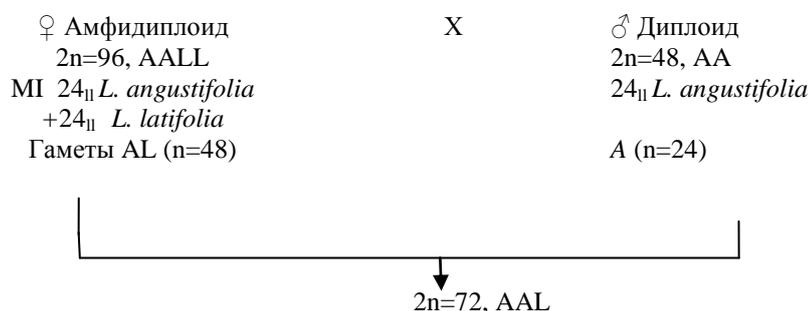
Для создания аллотриплоидных гибридов  $F_1$  лаванды использовался метод искусственной гибридизации. Искусственную гибридизацию удобнее проводить в утренние часы. Техника межвидовых скрещиваний заключалась в следующем: кастрацию проводили накануне раскрытия цветка (в фазе «куколка») путем удаления пинцетом венчика с приросшими к нему тычинками, при этом остальные бутоны и ранее раскрывшиеся цветки удаляли. Для выхода рыльца верхушку чашечки надрезали на 1/3. После кастрации, цветонос с соцветием обматывали ватой и накрывали пергаментным изолятором. Опыление проводили на второй - третий день пылью созревших пыльников с отцовского растения [5, 6]. У всех полученных растений от межвидовых скрещиваний определяли массовую долю эфирного масла в сыром растительном сырье, путем гидродистилляции соцветий на аппаратах Клевенджера и пересчитывали на абсолютно сухую массу сырья. Экспериментальные данные подвергали статистической обработке [2].

### Результаты и обсуждения

Для создания гибридов лаванды с высоким содержанием эфирного масла в межвидовую гибридизацию были включены индуцированный амфидиплоид и диплоидные сорта лаванды узколистной. Как показали исследования, генетическая система амфидиплоидных форм лаванды характеризуется высокой устойчивостью и воспроизводится семенным путем. Это можно объяснить тем, что развиваются только зиготы, образовавшиеся в результате слияния 48-хромосомных гамет с полными геномами родительских видов. Амфидиплоид взят в качестве материнского растения.

Гибридные генотипы, полученные от скрещивания амфидиплоида с диплоидом лаванды узколистной, имеют соматическое число хромосом  $2n=72$ , включают два

генома *Lavandula angustifolia* (AA) и один геном *L. latifolia* (геномный состав AA-L), являются аллотриплоидами, их образование можно представить следующим образом:



**Комбинация скрещивания: Амфидиплоид x Рекорд, Амфидиплоид x Прима, Амфидиплоид x Беянка**

Анализ содержания эфирного масла показал, что исходные формы – сорта Рекорд, Прима и Беянка контрастны по содержанию эфирного масла. Среднее значение его самое низкое у сорта Беянка, а самое высокое у амфидиплоида № 48. Интервал варьирования четко дифференцирован (табл. 1), степень изменчивости этого показателя у них невелика. Следует заметить, что исходные формы существенно различаются как по среднему, так и по крайним значениям. Особенно велико различие по минимальному его содержанию (табл. 1).

Гибридизация амфидиплоида с диплоидными сортами во всех комбинациях скрещивания приводит к увеличению интервала и степени изменчивости содержания эфирного масла с проявлением гетерозисных форм. При этом величина гетерозисного эффекта определяется уровнем его содержания у отцовской формы. Так, при использовании в качестве отца высокомасличного сорта Рекорд гетерозисный эффект составляет 196%, а при использовании сорта Беянка – 117%.

Таблица 1

**Содержание эфирного масла у родительских форм и гибридов F<sub>1</sub>  
(% на а.с.м. растительного сырья)**

Сорт, клон, гибрид	Среднее содержание x±Sx	Пределы варьирования	Коэффициент вариации
<i>L. angustifolia</i> - Рекорд	5,8±0,2	5,4-6,2	4,2±0,4
<i>L. angustifolia</i> - Прима	5,2±0,2	4,8-5,5	5,6±0,6
<i>L. angustifolia</i> - Беянка	4,65±0,2	3,5-5,2	5,1±0,6
Амфидиплоид №48	6,7±0,9	6,4-6,9	5,6±0,7
Амфидиплоид x Беянка	7,1±1,2	3,75-9,5	35,3±4,8
Амфидиплоид x Прима	7,5±1,1	4,5-9,5	30,0±3,4
Амфидиплоид x Рекорд	7,8±1,2	5,0-10,5	23,5±2,8

Таким образом, в отношении величины гетерозисного эффекта наблюдается влияние отцовской формы. Сравнительное изучение комбинаций скрещивания показало, что доля растений с гетерозисным эффектом достигает максимально 70% в комбинации скрещивания (Амфидиплоид x Рекорд), несколько ниже в комбинации (Амф. x Прима) – 50% и минимальное число в комбинации (Амф. x Беянка) – 25,7% (табл. 2). В первой комбинации скрещивания у гибридов и максимально высокое содержание эфирного масла, а самое низкое в третьей комбинации.

Таблица 2

**Характер наследования содержания эфирного масла у межвидовых гибридов F<sub>1</sub> (% от общего числа растений в каждой комбинации скрещивания)**

Тип наследования	Комбинация скрещивания		
	Амфидиплоид 48 х Рекорд	Амфидиплоид 48 х Прима	Амфидиплоид 48 х Белянка
Превысили лучшего родителя	70,0	50,0	25,7
Равные лучшему родителю	13,3	18,0	34,3
Промежуточный	10,0	14,3	31,4
Равные худшему родителю	5,0	10,7	5,6
Ниже худшего родителя (депрессия)	1,7	7,0	3,0

Исследование показывает, что наблюдается четкая зависимость выхода гибридов с гетерозисом от содержания эфирного масла у родительских форм (см. табл.2). С увеличением этого показателя увеличивается и число гетерозисных гибридов. Однако следует отметить, что в третьей комбинации скрещивания значительно возросло число гибридов с содержанием эфирного масла на уровне лучшей родительской формы: соответственно 34,3%, в то время как во второй – 18% и 13% в первой.

Высокая эфиромасличность гибридов в комбинации скрещивания (Амф. х Рекорд) обусловлена, вероятно, генетическими особенностями родительских форм, в частности у них выявляется широкий спектр изменчивости по содержанию эфирного масла при самоопылении, что свидетельствует об их гетерозиготности. Гетерозиготный характер исходных генотипов определяет эффект гетерозиса, что увеличивает возможности отбора гибридов с высоким содержанием эфирного масла.

Наиболее наглядно сравнение разных комбинаций скрещивания по содержанию эфирного масла представлено на графике 1. Здесь мы видим распределение аллотриплоидных гибридов по массовой доле эфирного масла. Кривая распределения гибридов в комбинации скрещивания (Амф. х Белянка) имеет правильный характер. Интервал варьирования массовой доли эфирного масла смещен как в сторону с самым низким содержанием (3,75%) с проявлением депрессии, так и в сторону с высоким (9,5% на а.с.м. сырья). Основное число гибридов расположено в интервале с содержанием эфирного масла от 4,5% до 7% и составляет 71,4% от общего числа растений. Число растений с выходом эфирного масла от 7,0 до 8,25% составляет 11,4%, и лишь один гибрид имеет выход эфирного масла 9,4%.

В комбинации скрещивания (Амф. х Прима) кривая распределения имеет правильный вид, но смещена в сторону с более высоким содержанием эфирного масла. Интервал варьирования содержания колеблется в пределах от 4,5% до 9,5%. Основная масса аллотриплоидных гибридов лаванды расположена с более высоким содержанием эфирного масла по сравнению с третьей комбинацией скрещивания в интервале от 5,75-8,25% и составляет 80% от общего числа гибридов. Следует отметить, что в этой комбинации скрещивания удалось получить гибриды с высоким содержанием эфирного масла в интервале от 8,25% до 9,5%, что позволяет вести отбор на высокий выход эфирного масла (рис. 1).

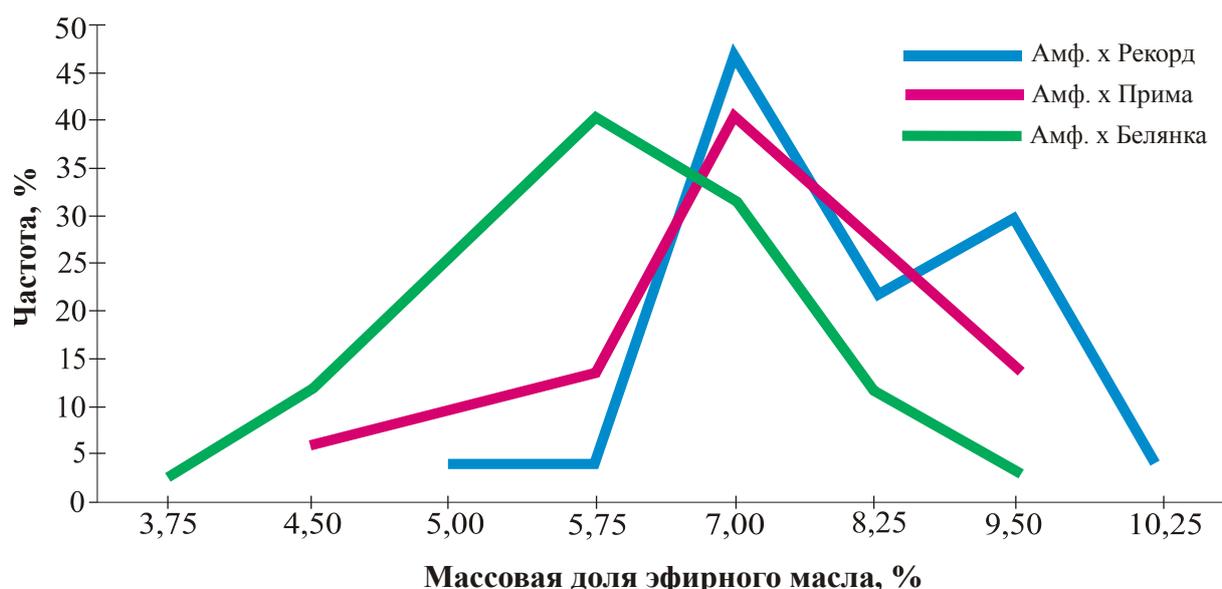


Рис. Распределение межвидовых гибридов  $F_1$  по содержанию эфирного масла в разных комбинациях скрещивания

Самый удачный подбор родительских пар по созданию аллотриплоидных гибридов с высокой массовой долей эфирного масла оказалось скрещивание (Амф. 48.8 х Рекорд). Характер распределения гибридов по содержанию эфирного масла представлен на рисунке. Здесь интервал варьирования расширяется в сторону более высоких значений этого показателя. Большой интерес для селекции представляют гибриды, расположенные в интервале варьирования массовой доли эфирного масла от 8,25% до 10,25%, их число составляет 25%. Возможность отбора гибридов с гетерозным эффектом очень велика. В этой комбинации скрещивания удалось синтезировать гибриды с самым высоким содержанием эфирного масла 10,0% и 10,25% на абсолютно сухую массу сырья, что представляет интерес для селекции.

Таким образом, в скрещиваниях амфидиплоидов с лавандой узколистной сортов Рекорд и Прима открывается возможность синтезировать в гибридном потомстве значительный гетерозисный эффект с очень большими возможностями отбора аллотриплоидов на высокое содержание эфирного масла.

### Выводы

Изучение комбинационной способности родительских пар по созданию гибридов с высоким содержанием эфирного масла показало, что для их получения необходимо проводить направленные межвидовые скрещивания в комбинации амфидиплоида с *L. angustifolia* сортом Рекорд, которые позволяют синтезировать аллотриплоиды с двумя геномами *L. angustifolia* и одним геномом *L. latifolia* до 3,6% с массовой долей эфирного масла 9,9% и 10,25%.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект №14-500079).*

### Список литературы

1. Акимов Ю.А., Работягов В.Д. Внутривидовая и внутриклоновая изменчивость эфирного масла у *L. angustifolia* и *L. latifolia* при семенном размножении // Раст. ресурсы. – 1987. – №3. – С. 417.
2. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1975. – 424 с.

3. *Работягов В.Д.* Проблема синтеза лавандина. // Тр. Гос. Никитского ботан. сада. – 1983. – Т.91. – С.92.
4. *Работягов В.Д.* Преодоление стерильности у лавандинов (*L. angustifolia* и *L. latifolia*) // Цитология и генетика. – 1975. – Т.9. – №5. – С.443.
5. *Работягов В.Д., Акимов Ю.А.* Наследования содержания и состава эфирного масла при межвидовой гибридизации лаванды // Генетика. – 1986. – Т. 22. – №7. – С. 1163
6. *Шоферистова Е.Г., Работягов В.Д., Машанов В.И.* Органогенез и биология цветения лаванды и лавандина // Ботан. журн. – 1977. – Т. 62. – С. 1479.
7. *Mala V.D., Beck A. et al.* La selection du Lavandin // Riv. Ital. 1981. V.63. №3. P.163.
8. *Martin C., Zola A.* Etude sur de nouvelles varietes de Lavandin // Riv. Ital. 1973.
9. *Paris R., Dillemann W.* Le Probleme du Lavandin et les lois de L'Hybridation // La France et ses Parfums, 1959.№13. P.14.
10. *Tucker A.O., Hensen K.L.W.* The cultivars of Lavander and Lavandin (Labiata / e) // Bailey. 1985. V.22. №4. P.168.

Статья поступила в редакцию 18.11.2015 г.

**Rabotyagov V.D., Mitrophanova O.V. Variability and inheritance of essential oil content within allotriploid Lavandula hybrids** // Bull. Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 18-23.

The article concerns the problem of breeding pairs fitting according to synthetic selection of allotriploid *Lavandula* hybrids with two genomes (*Lavandula angustifolia* Mill) and one (*L. latifolia* Medic) having high concentration of essential oil. There are comparison data of essential oil mass fraction in synthesised allotriploids as a result of crossing of introduced amphidiploid and *Lavandula officinalis* L. cultivars. Mechanisms of mass fraction variability and inheritance of hybrids – results of different crossing combinations – are discussed in terms of the research as well. Heterotic interspecific hybrids with 10,0% and 10,25% from the total dry material were obtained in course of the study.

**Key words:** *Lavandula*; allotriploid; amphidiploids; heterosis; essential oil mass fraction; crossing combination.

УДК 665.52:582.929.4

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *ELSHOLTZIA STAUNTONII* СОРТА РОЗОВОЕ ОБЛАКО

Людмила Анатольевна Хлыпенко, Таисия Ивановна Орёл

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита  
taisyaorel@yandex.ru

Приводятся данные о массовой доле и компонентном составе эфирного масла *Elsholtzia stauntonii* сорта Розовое Облако, даны рекомендации по его использованию в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности.

**Ключевые слова:** эльсгольция Стаунтона; сорт; эфирное масло; компонентный состав; розфуран.

### Введение

Создание высокопродуктивных сортов эфиромасличных растений и введение их в промышленную культуру расширяет ассортимент эфирных масел, являющихся основными компонентами при производстве парфюмерно-косметических изделий, ликеро-водочных и безалкогольных напитков, ряда медицинских препаратов.

Эльсгольция Стаунтона (*Elsholtzia stauntonii* Benth.) в естественных условиях произрастает в Северном Китае. В Никитском ботаническом саду (НБС) в условиях культуры изучается с 1967 года [3]. Эфирное масло эльсгольции обладает ярко выраженной антимикробной активностью в отношении *Staphylococcus aureus* 209P, антибактериальной активностью к *Escherichia coli* М-17, *Proteus vulgaris*. Оно получило высокую оценку специалистов (4,5 балла) для использования в парфюмерно-косметических изделиях [2]. Эфирное масло эльсгольции входит в состав ароматизаторов, созданных на базе отечественного сырья [3].

Использование эфирных масел в пищевой промышленности в качестве натуральных ароматизаторов и консервантов требует детального изучения их компонентного состава.

Цель работы – определение компонентного состава эфирного масла *Elsholtzia stauntonii* Benth. сорта Розовое Облако.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлось эфирное масло эльсгольции Стаунтона (*Elsholtzia stauntonii* Benth.) сорта Розовое Облако, полученное из надземной части растений, произрастающих на интродукционно-коллекционном участке НБС в период массового цветения (II декада сентября). Массовую долю эфирного масла определяли методом гидродистилляции по Гинзбергу из свежесобранного сырья [1]. Компонентный состав эфирного масла исследовали на хроматографе Agilent Technology 6890N с масс-спектрометрическим детектором 5973N. Колонка НР-1 длиной 30 м; внутренний диаметр – 0,25 мм. Температура термостата программировалась от 50 до 250<sup>0</sup>С со скоростью 4<sup>0</sup>С/мин. Температура инжектора – 250<sup>0</sup>С. Газ-носитель – гелий, скорость потока 1 см<sup>3</sup>/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230<sup>0</sup>С. Температура источника поддерживалась на уровне 200<sup>0</sup>С. Электронная ионизация проводилась при 70 eV в ранжировке масс m/z от 29 до 450. Компоненты эфирного масла идентифицировали по результатам сравнения полученных в процессе хроматографирования масс-спектров химических веществ, входящих в исследуемые смеси, с данными библиотеки масс-спектров NIST05-WILEY2007 (около 500000 масс-спектров) [5].

### Результаты и обсуждения

*Elsholtzia stauntonii* Benth (эльсгольция Стаунтона) – полукустарник семейства *Lamiaceae* (яснотковые). Сорт Розовое Облако входит в список сортов растений, включенных в Государственный реестр селекционных растений, допущенных к использованию и рекомендованных для выращивания в республике Крым в 2015 году.

В условиях культуры пятилетние растения имели высоту до 100 см, диаметр 80 см, куст компактный. Листья сидячие, супротивные, темно-зеленые, ланцетовидные с двоякопильчатым краем, крупные, 10 см длиной и 2,5-3 см шириной. Верхняя сторона листа гладкая, нижняя слегка опушена. Верхушка листа заостренная. Соцветие – колосовидный тирс длиной 10-15 см, диаметром 1,5-2 см. Цветки мелкие, 6-9 мм длиной и 2,5-3 мм в диаметре, венчик насыщенно розовый (пурпурный) (рис. 1).



Рис. 1 Растения *Elsholtzia stauntonii* сорта Розовое Облако на интродукционно-коллекционном участке в Никитском ботаническом саду

Чашечка цветка неоппадающая, пятичленная, сросшаяся, булабовидная, зубцы отогнутые. Плод – орешек, светло-коричневый, гладкий, округлый, мелкий. Масса 1000 семян – 0,21 г. Начало вегетации в условиях Южного берега Крыма отмечается в конце марта – начале апреля. Бутонизация наблюдается в июле, начало цветения – в 1 декаде сентября, массовое – во 2 декаде, конец в 3 декаде сентября. Цветение продолжается 20-25 дней. Семена созревают в конце 1 – начале 2 декады октября [4]. Урожайность сырья до 100 ц/га, массовая доля эфирного масла 0,4-0,5% от сырой массы, сбор эфирного масла 40-50 кг/га в зависимости от погодных условий года.

Эфирное масло *Elsholtzia stauntonii* – легкоподвижная жидкость оранжевого цвета, передающая все ароматы растения. По органолептической оценке оно относится к фруктово-бальзамическому типу с нотами сухофруктов.

В результате проведенных исследований в эфирном масле эльсгольции Стаунтона сорта Розовое Облако выявлено 36 компонентов, из которых 30 – идентифицированы (рис. 2, табл.).

В эфирном масле по массовой доле преобладают монотерпеновые производные фурана, который является кислородсодержащим гетероциклическим соединением. Доминирующие компоненты: розфуран – 41,1% и его оксид – розфуранэпоксид – 24,0%; сесквитерпен кариофиллен – 8,5% (рис. 2), что согласуется с литературными данными для эфирного масла эльсгольции Стаунтона и характерно для данного вида в целом. Производные фурана редко встречаются в эфирных маслах, эти соединения характерны только для родов *Elsholtzia* и *Perilla* [1]. В эфирном масле *Elsholtzia stauntonii* сорта Розовое Облако содержатся такие ценные компоненты, как фенольное ароматическое вещество эвгенол – 1,5%, монотерпеновый спирт линалоол – 1,1%, а также сесквитерпены  $\alpha$ -гумулен – 2,7% и гермакрен Д – 1,1%. Массовая доля каждого из остальных компонентов не достигает 1%.

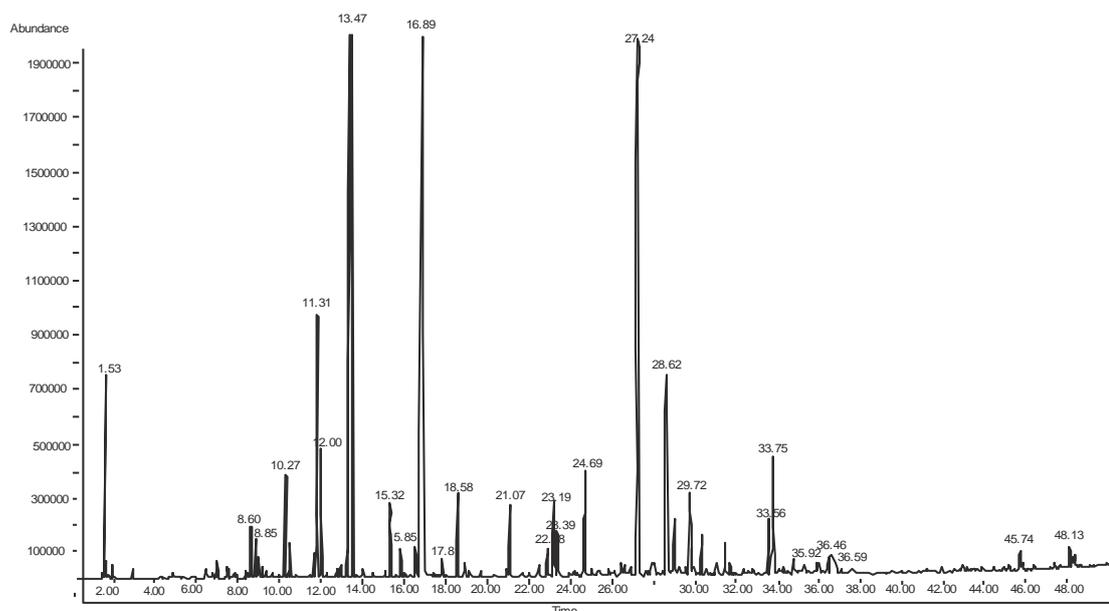


Рис. 2 Хроматограмма эфирного масла *Elsholtzia stauntonii* Benth. сорта Розовое Облако

В состав эфирного масла *Elsholtzia stauntonii* кроме гетероциклических соединений пирана, фурана и его производных входят сесквитерпены – 15,8%, кетоны – 6,7% (артемизиякетон 2,8%, ацетофенон 1,4% и другие), алифатические спирты – 1,4%, монотерпеновые спирты – 1,1%, монотерпены – 0,7%. Массовая доля этих соединений в эфирном масле незначительна.

Таблица

Компонентный состав эфирного масла *Elsholtzia stauntonii* сорта Розовое Облако

Наименования компонентов	Время выхода, мин.	Массовая доля компонентов, %
Этанол	1,53	0,90
1-октен-3-ол	8,60	0,40
Октанон-3	8,85	0,40
Мирицен	9,00	0,20
Пара-цимен	10,27	1,00
1,8-цинеол	10,55	0,30
γ-терпинен	11,66	0,30
Артемизиякетон	11,82	2,80
Ацетофенон	12,00	1,40
Розфуран	13,47	41,10
Линалоол	13,51	1,10
Камфора	15,33	0,90
Розфуранэпоксид	16,89	24,00
Фуран	18,58	1,80
Пиран	22,88	1,30
Эвгенол	24,69	1,45
Кариофиллен	27,24	8,54
α-гумулен	28,60	2,70
Гермакрен Д	29,72	1,10
α-куркумен	29,84	0,20
Кадинен	31,44	0,40
Спатуленол	33,56	0,80
Кариофилленоксид	33,75	1,84
Гумуленэпоксид	34,74	0,20

Проведенные исследования подтверждают целесообразность культивирования этого сорта для получения ценного эфирного масла, которое может быть использовано в производстве парфюмерно-косметической продукции, в пищевой промышленности для ароматизации напитков и в качестве натурального консерванта.

### Выводы

Определён компонентный состав эфирного масла *Elsholtzia stauntonii* сорта Розовое Облако, идентифицировано 30 компонентов. Установлено, что доминирующими компонентами являются розфуран – 41,1%, розфуранэпоксид – 24,0% и кариофиллен – 8,5%. Эфирное масло может быть использовано в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности.

### Список литературы

1. Гинзберг А.С. Упрощенный способ определения количества эфирного масла в эфирноносках // Химико-фармацевтическая промышленность. – 1932. – № 8-9. – С. 326-329.
2. Дмитриев Л.Б., Бакова Н.Н., Клюев Н.А., Машанов В.И., Грандберг И.И. Компонентный состав эфирного масла *Elsholtzia stauntonii* Benth // Изв. Тимирязевской с.-х. акад. – М: Агропромиздат. – Вып.5. – 1987. – С. 167-170.
3. Машанов В.И., Андреева Н.Ф., Машанова Н.С., Логвиненко И.Е. Новые эфирномасличные культуры. – Симферополь: Таврия, 1988. – С. 145-150.
4. Работягов В.Д., Хлыпенко Л.А., Бакова Н.Н., Машанов В.И. Аннотированный каталог эфирномасличных, пряно-ароматических и пищевых растений коллекции Никитского ботанического сада. – Ялта, 2007. – С. 45.
5. Jennings W., Shibamoto T. Qualitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography. – New York: Academic Press, 1980. – 472 p.

Статья поступила в редакцию 18.11.2015 г.

**Khlypenko L.A., Oryol T.I. Component composition of *Elsholtzia stauntonii* essential oil, Rozovoye oblako cultivar.** // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 23-27.

The article presents data about mass fraction and component composition of *Elsholtzia stauntonii* essential oil, Rozovoye oblako cultivar, and recommendations for use it in perfume and cosmetic industries.

**Key words:** *Elsholtzia stauntonii*; cultivar; essential oil; component composition; rosefuran.

УДК 581.82:581.135.3

## К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ НАКОПЛЕНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА В ЛЕПЕСТКАХ *ROSA* (ROSACEAE) И МИЦЕЛИИ *EREMOTHESCIUM* (EREMOTHESCIACEAE)

Елена Федоровна Семенова, Анастасия Иосифовна Шпичка, Елена Викторовна Преснякова, Наталия Александровна Меженная

Пензенский государственный университет, г. Пенза  
440026, г. Пенза, ул. Красная, 40  
sef1957@mail.ru

Плантационное выращивание розы эфирномасличной не способно удовлетворить увеличивающийся спрос промышленности, что ведет к возрастанию интереса к штаммам грибов

*Eremothecium ashbyi* и *E. gossypii*. Были выявлены особенности секреторных структур видов розы и штаммов эремотеция. Исследование аспектов биосинтеза, накопления и выделения эфирного масла розового направления запаха важны как для разработки способов его получения, так и для характеристики биологической роли вторичных метаболитов розы и эремотеция.

**Ключевые слова:** эфирное масло; маслонакопление; сферосомы; секреторные структуры; *Rosa*; *Eremothecium*

### Введение

Эфирномасличные культуры объединяют довольно обширную группу растений, отличительной особенностью которых является способность к биосинтезу и накоплению эфирных масел. Одним из растений, масло которого высоко ценят во всем мире на протяжении тысячелетий, является роза (*Rosa* L.). В эфирномасличном производстве наибольшее распространение получили роза дамасская (*R. damascena* Mill.), роза французская (*R. gallica* L.), роза белая (*R. alba* L.), роза столепестная (*R. centifolia* L.), а также гибриды и сорта на их основе [9, 13].

Однако в настоящее время в связи с ограничениями, обусловленными сильным влиянием экологических факторов и трудоемкостью, плантационное выращивание не способно удовлетворить в полном объеме увеличивающийся спрос пищевой, парфюмерно-косметической, химико-фармацевтической промышленности на натуральные душистые вещества, что ведет к возрастанию интереса к альтернативным источникам их получения. Было выявлено, что количество синтезированного масла в клеточной культуре розы на порядок ниже, чем в лепестках интактного растения. При этом состав экстрагируемых масел отличался от традиционного розового масла. В 90-е годы прошлого века была показана возможность получения ароматического продукта на основе штаммов гомоталличных аскомицетов *Eremothecium ashbyi* Guilliermond и *E. gossypii* Kurtzman, сходного по составу с эфирным маслом из свежих цветков розы [2, 3, 10, 13].

Тем не менее, в ранних работах вопросы, связанные с процессами накопления эфирного масла на клеточном уровне у изучаемых организмов, в сравнительном аспекте не были рассмотрены и представляют большой интерес [10]. Целью исследования являлось проведение сравнительного анализа структурных особенностей организации накопления эфирного масла у *Rosa* и *Eremothecium*, состава и количества синтезируемых веществ на разных стадиях их развития.

### Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили виды *Rosa*: *R. alba* L., *R. centifolia* L., *R. gallica* L., *R. damascena* Mill., *R. rugosa* Thunb., *R. canina* L., *R. cinnamomea* L., *R. odessiana* hort., *R. lutea* Mill., штаммы *E. ashbyi* Guilliermond: ВКМФ-124, ВКМФ-3009, ВКМФ-4565D, ВКМФ-4566D, ВКПМФ-36, ВКПМФ-340 и *E. gossypii* Kurtzman: ВКМФ-2627, ВКМФ-3276, различающиеся уровнем синтеза и накопления монотерпеновых и ароматических спиртов как главных компонентов эфирного масла розового направления запаха.

Исследования проводились на растениях, выращенных в коллекционных участках (поселок Крымская Роза Белогорского района Республики Крым), расположенных в северной предгорной части Крымского полуострова, а также в условиях Ботанического сада им. И.И. Спрыгина (г. Пенза). Растительный материал фиксировали в поздние фазы онтогенеза (генеративный период, фазы бутонизации и цветения) в ацеталкоголе (1:3) и 6% формалине; поперечные срезы готовились бритвой от руки или с использованием замораживающего микротомы по общепринятой методике [6].

Микромицеты поддерживали на скошенных соево-сахарозном, картофельно-глюкозном, глюкозо-пептонном с дрожжевым экстрактом агаром, средах Сабуро и Чапека, сусло- и мальт-агаром. Культивирование штаммов осуществлялось в жидких питательных средах и условиях в соответствии с ранее опубликованными работами [10].

Микроскопию нативных и окрашенных метиленовым синим, йодом, суданом III, черной тушью препаратов осуществляли с использованием микроскопов МИКМЕД-1, БИОМЕД-6 (кратность увеличения 4, 10, 40, 100). Фотографирование микро- и макрообъектов проводили цифровыми фотокамерами Nikon Coolpix 2500, Nikon Coolpix 6300, Panasonic DMC-FX100. Описания микропрепаратов составлены в соответствии с современной методической и справочной литературой [6].

Образцы для электронной микроскопии (24, 36, 48, 56, 64 ч культивирования микромицета) готовили, используя в качестве фиксатора 5%-ный раствор глутаральдегида в фосфатном буфере (рН 5,8-7,0, в зависимости от рН культуральной жидкости на определенной стадии развития изучаемого штамма). Фиксацию проводили в течение 24 ч, после чего материал отмывали фосфатным буфером в течение 10 минут и дофиксировали 1,0-1,5 ч 1%-ным водным раствором OsO<sub>4</sub>. Затем осуществляли стандартную электронно-микроскопическую проводку и заливку, включающую дополнительное контрастирование в течение 12 ч в 5%-ном уранилацетате, приготовленном на 70%-ном этаноле. Ультратонкие срезы получали на ультрамикротоме, окрашивали цитратом свинца по Рейнольдсу 5 мин и исследовали под микроскопом JEM-100 С при увеличении в 15...41 тыс. раз.

Для количественного определения эфирного масла использовали методику, изложенную в Государственной фармакопее (ГФ XI) [4], или гравиметрию после экстракции органическим растворителем сырья в трехкратной повторности с последующим его удалением при помощи роторного испарителя под вакуумом. Определение компонентного состава масла проводилось на газовом хроматографе с полярной колонкой и пламенно-ионизационным детектором.

Экспериментальные данные математически обрабатывали по Г.Ф. Лакину [5], уровень значимости  $p=0,95$ .

### Результаты и обсуждение

Результаты анатомического изучения лепестков роз (шиповников) в момент их раскрытия показали, что адаксиальные эпидермальные клетки многоугольные, плотно прилегают друг к другу, вытягиваются в сосочки конусовидной формы, покрыты кутикулой, морщинистость которой сильно выражена; абаксиальные клетки удлиненной формы со слабоизвилистыми или прямыми стенками и кутикулой (рис. 1). Отдельные группы адаксиальных сосочковидных (у *R. alba*, *R. gallica*, *R. damascena* также и абаксиальных) эпидермальных клеток способны синтезировать и секретировать эфирное масло, которое скапливается в мелкокапельном состоянии под кутикулой и вызывает ее отслаивание, тем самым образуя железистые пятна. Клетки эпидермиса большинства видов окрашены за счет пигментов, растворенных в содержимом вакуолей и придающих лепесткам роз в период бутонизации и цветения различные оттенки розового: *R. damascena*, *R. cinnamomea*, *R. canina*, *R. odessiana* и красного: *R. gallica*, *R. centifolia*, *R. rugosa*. Устьица аномоцитного типа мелкие, располагаются преимущественно с нижней стороны лепестка и встречаются редко.

Паренхимная ткань состоит из слоев неокрашенных клеток с тонкими оболочками, округлой или неправильной формы, которые образуют большое количество межклетников, причем у *R. canina* их существенно меньше. Количество слоев паренхимы варьирует от 4-6 (*R. lutea*, *R. centifolia*, *R. cinnamomea*) до 10-12 (*R.*

*gallica*, *R. alba*, *R. rugosa*). Механическая ткань отсутствует. Проводящая ткань представлена спиральными трахеидами в паренхимной обкладке, состоящей из мелких, плотно примыкающих друг к другу, клеток. Трахеиды располагаются группами по 8-10 или по 3-4 (*R. gallica*, *R. rugosa*).

К моменту раскрытия цветка розы эндогенные секреторные структуры – эфирномасляные лизигенные вместилища овальной формы – располагаются в толще паренхимной ткани и содержат капли эфирного масла (рис. 1, табл. 1).

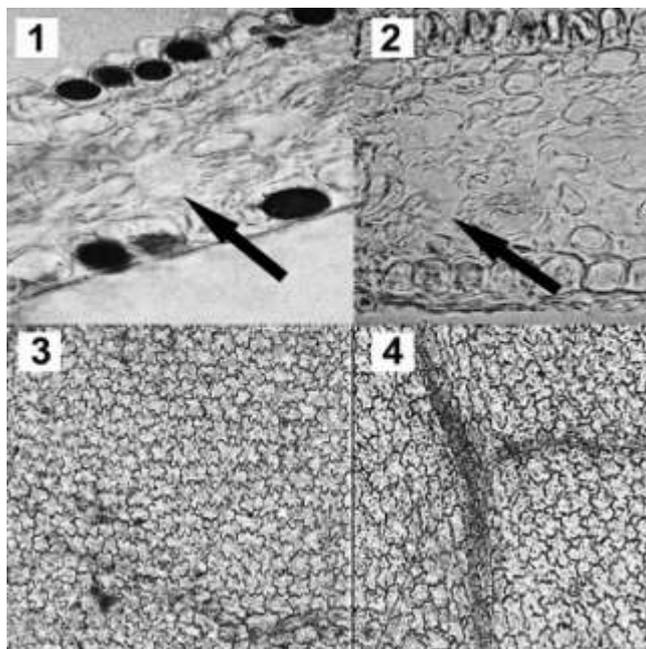


Рис. 1 Анатомическое строение лепестков розы: 1 (*R. rugosa*), 2 (*R. gallica*) – поперечный срез (лизигенные вместилища эфирного масла указаны стрелкой; увеличение  $\times 40$ ); поверхность: 3 – адаксиальные *R. cinnamomea*; 4 – абаксиальные *R. canina* эпидермальные клетки (увеличение  $\times 10$ )

Таблица 1

Анатомо-морфологические особенности секреторных структур разных видов розы

Вид	Железистые эпидермальные клетки		Эндогенные структуры (лизигенные вместилища)			
	наличие	локализация	локализация	частота встречаемости, шт./мм <sup>2</sup>	размеры, мкм	соотношение размеров вместилищ и паренхимных клеток
1	2	3	4	5	6	7
<i>R. cinnamomea</i>	–	–	близко к поверхности (2-3 слой паренхимы)	1,29-2,08	89,6±10,2 × 86,1±9,8	0,95
<i>R. canina</i>	+	адаксиально	в глубине паренхимы (4 слой клеток)	0,62-1,65	64,3±5,2 × 62,6±4,5	0,63
<i>R. odessiana</i>	+	адаксиально	в глубине паренхимы (3-6 слой клеток), равномерно	0,55-1,32	83,0±8,2 × 82,1±8,3	0,88

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
<i>R. rugosa</i>	–	–	в толще паренхимы (4-6 слой клеток)	1,58-2,69	88,7±9,2 × 85,4±8,8	0,94
<i>R. alba</i>	+	адаксиально и абаксиально	близко к поверхности (3-5 слой клеток)	0,52-1,15	106,6±14,2 × 96,5±9,1	0,95
<i>R. lutea</i>	–	–	близко к абаксиальному у эпидермису (4 слой клеток)	4,98-6,01	84,9±11,1 × 80,7±10,8	1,01
<i>R. gallica</i>	+	адаксиально и абаксиально	в глубине паренхимы (4-6 слой клеток), равномерно	3,83-4,68	75,5±8,4 × 61,2±7,0	0,83
<i>R. centifolia</i>	+	адаксиально	в 2-3 слое паренхимы	2,83-3,68	81,2±9,4 × 66,7±7,6	0,84
<i>R. damascena</i>	+	адаксиально и абаксиально	близко к поверхности (2-3 слой паренхимы)	4,83-5,68	87,4±10,2 × 66,7±6,8	1,13

Примечание. «+» – структуры обнаружены; «–» – структуры не обнаружены.

Величина, локализация и частота встречаемости их различна. Например, у *R. canina*, *R. gallica* они мелкие, находятся в глубине паренхимы, распределены равномерно. У *R. alba*, *R. cinnamomea*, *R. rugosa* имеются крупные, редко встречающиеся эфирномасличные вместилища, однако характер их расположения различен: близко расположены к поверхности лепестка у *R. alba*; у *R. cinnamomea* располагаются участками, примыкая к эпидермису; у *R. rugosa* они находятся в толще паренхимы.

Следует отметить, что переход клеток к биосинтезу эфирного масла происходит в поздние фазы онтогенеза (генеративный период) и совпадает по времени с процессами бутонизации и цветения. При качественном и количественном анализе эфирного масла, выделенного из растительного материала, нами была выявлена взаимосвязь между локализацией эндогенных секреторных структур и массовой долей летучих душистых веществ в расчете на сырую массу лепестка. Так, было показано, что наибольшими показателями по содержанию розового масла характеризовались *R. damascena*, *R. lutea*, у которых эфирноносные вместилища находятся близко к адаксиальному и абаксиальному эпидермису, часто встречаются и имеют более крупные размеры по сравнению с прилегающими к ним паренхимными клетками (табл. 1, 2). Таким образом, чем в более глубоком слое расположены секреторные структуры, встречающиеся редко и отличающиеся мелкими размерами, тем ниже массовая доля эфирного масла и, соответственно, уровень синтеза и накопления его компонентов в лепестках розы.

Таблица 2

## Сравнительная характеристика изучаемых видов розы

Название	Окраска лепестков	Тип цветка по [8]	Содержание эфирного масла (МДЭМ), %
<i>R. canina</i>	бледно-розовая	простой	0,0435
<i>R. odessiana</i>	бледная с розовым основанием	простой	0,0487
<i>R. alba</i>	белая	полумахровый	0,0518
<i>R. cinnamomea</i>	розовая	простой	0,0702
<i>R. rugosa</i>	красная	простой	0,0767
<i>R. gallica</i>	ярко-красная	махровый	0,0865
<i>R. centifolia</i>	темно-красная	густомахровый	0,1148
<i>R. lutea</i>	желтая	полумахровый	0,1413
<i>R. damascena</i>	бледно-розовая	полумахровый	0,1528

В связи со сходным качественным и количественным компонентным составом розового и эрмотецевого масел (табл. 3) можно предположить, что пути синтеза и внутриклеточного транспорта эфирного масла и механизмы его экскреции у микромицета могут быть подобны розе эфирномасличной.

Полученные результаты свидетельствуют, что в гифах суточной глубинной культуры присутствуют относительно электронно-светлые липидные тела, которые локализируются в межмембранном пространстве агранулярного эндоплазматического ретикулума. Как правило, они появляются спустя 36 часов от момента прорастания спор и начала формирования мицелия. Количество сферосом изменяется синхронно с уровнем накопления компонентов эфирного масла в культуральной жидкости. В период 36-48 часов культивирования отмечалась выраженная вакуолизация мицелия, при этом обнаружено наличие осмиефильных липидных тел в сформированных вакуолях (рис. 2, 3). Для штаммов с большей интенсивностью синтеза эфирного масла (например, ВКПМ F-340) характерна и более интенсивная вакуолизация в виде многочисленных мелких вакуолей. При этом большая степень вакуолизации наблюдается с более ранних этапов до более поздних этапов онтогенеза. Следует отметить наличие во всех фазах развития липидных тел другого типа – электронно-плотных (осмиефильных), округлых. Причем мелкие сливаются в более крупные образования неправильной формы («потoki»).

У всех изученных штаммов повышение эффективности синтеза эфирного масла (табл. 3) к началу стационарной фазы сопровождается увеличением количества и размеров сферосом, что обуславливает интенсификацию осмиефильности.

Таблица 3

Сравнительная характеристика результатов биосинтеза эфирного масла видами *Eremothecium* и *Rosa*

Продуцент	Соотношение			Эффективность продукционного процесса по эфирному маслу, мг на г биомассы в ч
	ФЭС/МТС	гераниол/цитронеллол	гераниол/нерол	
1	2	3	4	5
<i>E. ashbyi</i>				
ВКMF-4566D	0,08-0,31	0,98-6,90	2,22-10,17	0,825-1,237
ВКMF-4565D	0,01-0,37	4,66-12,21	15,64-48,86	1,032-1,682
ВКПMF-36 (NRRLY-1363)	0,22-0,39	2,51-7,04	3,65-68,20	0,930-1,358
ВКПMF-340	0,11-0,24	37,62-51,94	– **	0,976-1,240
ВКMF-3009	0,02-0,12	9,12-15,30	13,6-24,65	0,813-1,298

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
ВКМФ-124	0,11-0,28	12,43-16,65	6,96-12,21	0,158-0,239
<i>E. gossypii</i>				
ВКМФ-3276	0,79-1,29	7,76-13,21	4,79-26,42	0,627-2,198
ВКМФ-2627	1,12-1,27	13,92-77,33	6,96-34,72	1,514-1,915
<i>R. alba</i>	0,05-0,13	0,26-1,20	1,43-3,20	0,002-0,003
<i>R. gallica</i>	2,33-3,00	2,00-2,40	1,00-4,20	0,004-0,006
<i>R. damascena</i>	0,04-0,08	0,13-1,12	0,55-7,67	0,001-0,005
<i>R. rugosa</i>	0,01-0,14	0,14-0,53	3,07-4,21	0,002-0,006
<i>R. canina</i>	2,02-3,23	—*	—**	0,001-0,003
<i>R. centifolia</i>	0,99-2,14	1,17-35,00	1,05-2,10	0,004-0,006
<i>R. lutea</i>	—***	—*	—**	0,004-0,007

Примечание: ФЭС – β-фенилэтанол; МТС – монотерпеновые спирты; —\* – не обнаружен цитронеллол; —\*\* – не обнаружен нерол; —\*\*\* – обнаружен циклогексанон.

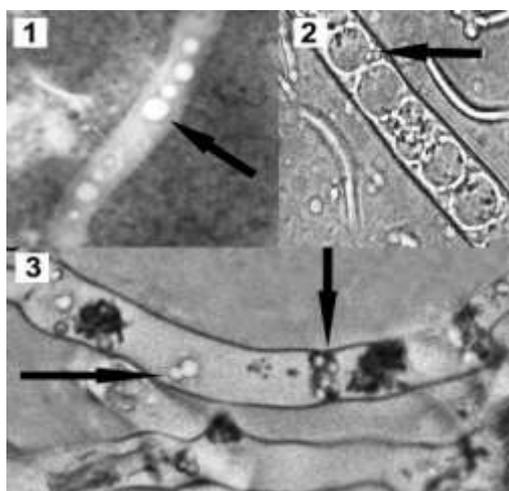


Рис. 2 Структура маслосинтезирующих гиф эремотеция (липидные тела указаны стрелкой, увеличение x100), окрашенного: 1 – черной тушью; 2 – йодом; 3 – суданом III

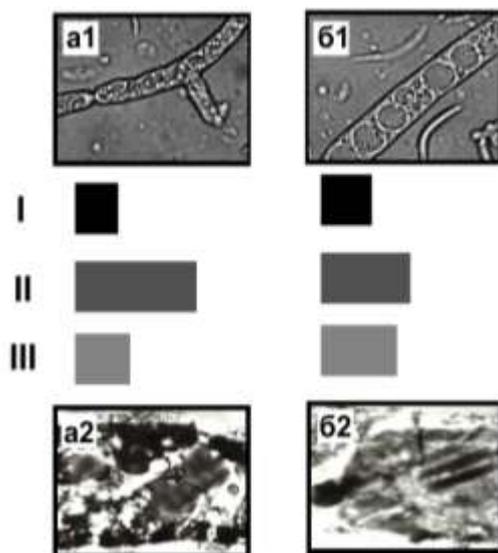


Рис. 3 Цитоморфологические особенности мицелия *E. ashbyi* и изменение уровня накопления основных биологически активных соединений: I – рибофлавин, II – эфирное масло, III – гераниол; a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> – 36 ч, б<sub>1</sub>, б<sub>2</sub> – 48 ч культивирования в жидкой питательной среде (увеличение: a<sub>1</sub>, б<sub>1</sub> – x100; a<sub>2</sub> – x18500; б<sub>2</sub> – x20000)

Прослеживается взаимосвязь возрастания степени общей осmieфильности протоплазмы с увеличением суммарной биосинтетической активности каждого штамма. Одновременно наблюдается расположение округлых липидных тел вблизи основных клеточных мембран: плазмалеммы и тонопласта. Максимум продуктивности эфирного масла у изучаемых таксонов совпал с мощными «потоками» электронно-плотного вещества в направлении клеточной оболочки. У всех штаммов осmieфильность клеток значительно снижается после выделения липидов в среду. Липидные тела практически исчезают. В вакуолях не обнаруживается электронно-плотное содержимое. Кроме того, липидные тела могут попадать в среду в результате разрушения (лизиса) клеток в процессе старения.

При анализе структурной организации процессов синтеза и накопления эфирного масла у представителей рода *Eremothecium* в сравнении с *Rosa* следует принимать во внимание, что исследуемые объекты имеют существенные микроморфологические отличия, обусловленные различным их таксономическим положением. Клетки гриба формируют гифы, которые в своей совокупности образуют мицелий (рис. 2), при этом не происходит дальнейшей тканевой дифференциации, как в случае розы эфирномасличной. В связи с этим описанные выше секреторные структуры не характерны для видов *Eremothecium*. Также нами не было обнаружено различий в продукционной способности отдельных клеток микромицета по сравнению с описанными выше особенностями розы эфирномасличной. Относительно синтеза других вторичных метаболитов, а именно рибофлавина и его форм, из литературных источников [10] известно, что только некоторые клетки мицелия (~60%) обладают способностью к их синтезу и накоплению, в то время как другие (~40%) отрицательно связаны с продукцией. Данное предположение основано на том, что при микроскопии не во всех клетках были обнаружены кристаллические включения витамина и не существует достоверных данных о пермеазах, участвующих в активном транспорте синтезированного рибофлавина в окружающую среду, и кодирующих их генах.

Полученные данные гистологического исследования видов розы согласуются с результатами, описанными в предыдущих работах, для сортов Крымская Красная [1] и Анна [11], относящихся к *R. gallica* и *R. hybrida*, соответственно, и *R. rugosa* [16]. Для каждой ткани лепестка также характерна направленность биосинтеза в сторону определенных компонентов эфирного масла. Например, в лепестках сорта Мичуринка синтез главных монотерпеновых спиртов (МТС) происходил в большей степени в адаксиальном и абаксиальном слое эпидермиса, в то время как в паренхиме синтезировался преимущественно  $\beta$ -фенилэтанол, что может быть связано с различием в воздействии эндогенных и экзогенных факторов на гены, участвующих в синтезе тех или иных веществ в клетках, имеющих разную локализацию [1]. По нашему мнению, биосинтез МТС сопряжен с наличием (уровнем) активного кислорода, а синтез ароматического спирта, напротив, интенсифицируется в условиях анаэробноза (полного или частичного), что и наблюдается во внутренних тканях лепестков розы.

Вследствие своей организации в клетках гриба отсутствуют пластиды, в частности лейкопласты, поэтому синтез главного предшественника МТС изопентенилдифосфата (изопентенилпирофосфата) из 2-С-метил-D-эритрол-4-фосфата, получаемого из 1-деокси-D-ксилоза-5-фосфата под действием 1-деоксиксилоза-5-фосфат-редуктоизомеразы в результате метаболизма глицеральдегид-3-фосфата и пирувата (рис. 4, 5) [12], не может быть осуществлен.

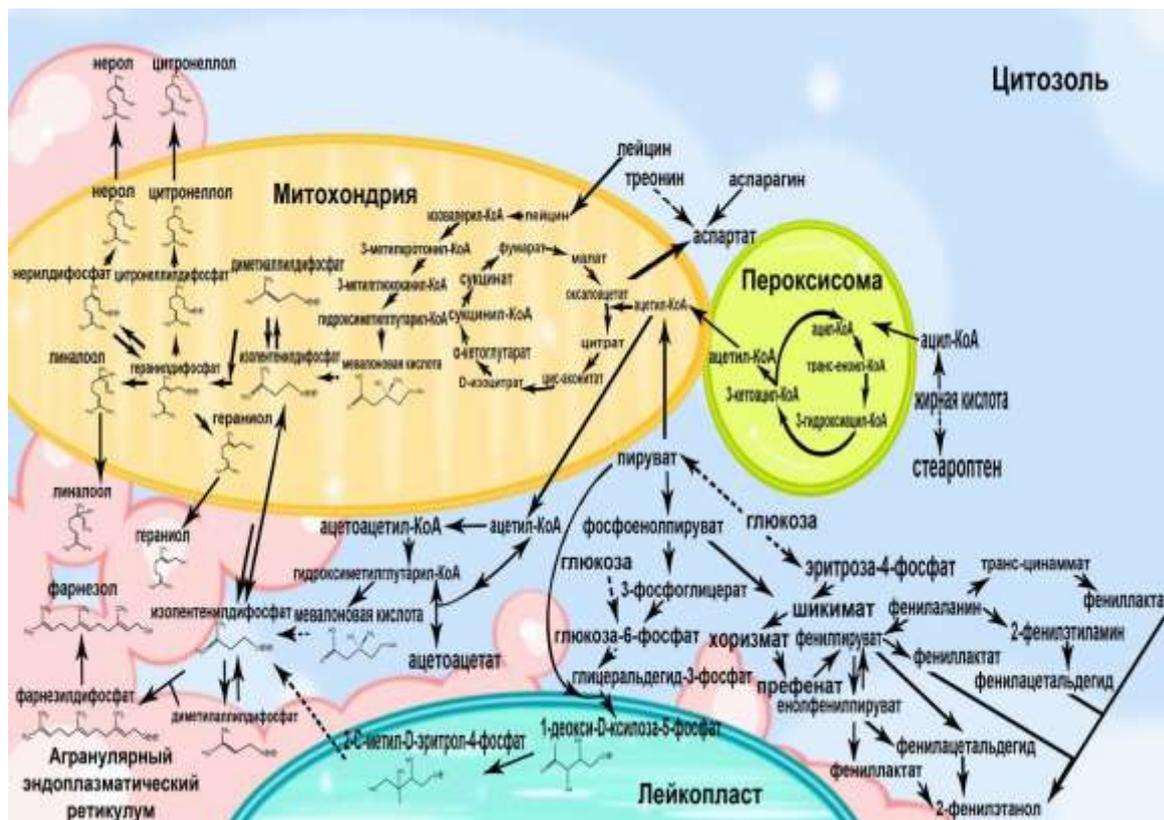


Рис. 4 Гипотетическая метаболическая модель биосинтеза главных компонентов эфирного масла в лепестках розы эфиромасличной

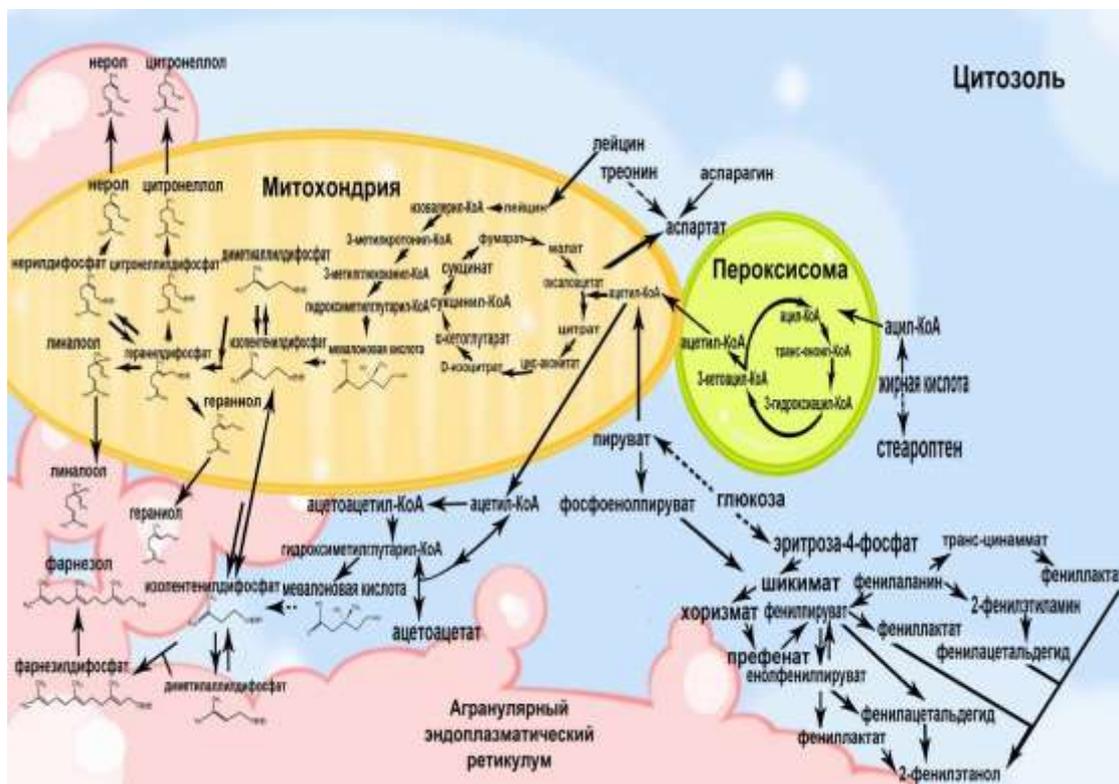


Рис. 5 Гипотетическая метаболическая модель биосинтеза главных компонентов эфирного масла в мицелии эремонтеция

Можно предположить, что для *E. ashbyi* и *E. gossypii*, характерен синтез изопентенилдифосфата только через мевалоновую кислоту, которая образуется в цитозоле и в митохондриях из гидроксиметилглутарил-КоА. При этом, исходя из литературных данных, при локализации процесса в митохондрии гидроксиметилглутарил-КоА является метаболитом катаболизма лейцина, а не триацилглицеридов и глюкозы [12]. Изопентенилдифосфат изомеризуется в диметиаллилдифосфат (диметиаллилпирофосфат), и при последующей конденсации этих двух соединений и в зависимости от их нахождения образуется либо фарнезилдифосфат (фарнезилпирофосфат), либо геранилдифосфат (геранилпирофосфат), что обусловлено локализацией фарнезилдифосфат-синтазы в цитозоле и геранилдифосфат-синтазы в митохондриях. После дефосфорилирования указанных продуктов метаболизма образуется фарнезол и гераниол. Следует заметить, что другие МТС (линалоол, нерол, цитронеллол) имеют свое происхождение от геранилдифосфата в результате специфических ферментативных реакций. Образование окисленных терпеновых соединений связано с наличием трубчатого агранулярного эндоплазматического ретикулума [7]. Кроме синтеза МТС, как для *Rosa*, так и для *E. ashbyi*, *E. gossypii* характерна продукция других липофильных соединений (стеароптены, триацилглицериды, жирные кислоты и др.) [2, 3], поэтому возможно, что структурная организация растительных клеток и вегетативных гифов обусловлена интенсивностью процессов синтеза и транспорта секрета, содержащего как компоненты эфирного масла, так и другие вещества.

Морфологические параметры вакуолей и сферосом (количество, размеры, местоположение) характеризуют функциональную активность мицелия, как и клеток розы эфирномасличной [1]. При этом большая степень вакуолизации наблюдается, начиная с более ранних этапов и заканчивая более поздними этапами развития культуры, что согласуется с данными, касающимися розы эфирномасличной [15], где по мере старения клеток лепестков вакуоли почти полностью занимают внутриклеточное пространство. Вместе с тем обнаружено, что округлые липидные тела расположены аналогично тому, как это описано в лепестках *Rosa*: вблизи основных клеточных мембран, плазмалеммы и тонопласта. Максимум продуктивности эфирного масла штаммами *Eremothecium* совпал с мощными «потоками» электронно-плотного вещества в направлении клеточной оболочки. При этом подобное явление было отмечено и в клетках лепестков *Rosa* [1, 15].

### Выводы

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Секреторные структуры у видов роз представлены железистым эпидермисом и эндогенными вместилищами овальной формы, расположенными в толще паренхимной ткани и содержащими капли эфирного масла.
2. Мелкие эфирносные вместилища, отличающиеся глубоким расположением в толще ткани лепестка преимущественно характерны для коллекционных образцов с низким содержанием эфирного масла.
3. Сверхсинтез душистых веществ у видов рода *Eremothecium* тесно связан с активной функцией клеток, которая, как и у розы эфирномасличной, проявляется в увеличении числа сферосом и заполнении вакуолей сильно осмиефильным веществом.
4. Выделение микроорганизмами душистых веществ в среду является одной из регуляторных функций их синтеза («механизм переполнения» или экскреции вторичных метаболитов).

## Список литературы

1. Бугорский П.С., Бугара А.М., Теплицкая Л.М. Микроморфологические параметры цветов розы // Масложировая промышленность. – 1985. – № 7. – С. 23 – 25.
2. Бугорский П.С., Родов В.С., Носов А.М. Состав эфирного масла мицелиального гриба *Eremothecium ashbyi* // Химия природных соединений. – 1986. – № 6. – С. 790 – 791.
3. Бугорский П.С., Семенова Е.Ф. Душистые вещества мицелиального гриба *Ashbya gossypii* // Химия природных соединений. – 1991. – № 3. – С. 428.
4. Государственная Фармакопея СССР XI издания. М.: Медицина, 1989. – Вып. 1 – 336 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
6. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 528 с.
7. Рощина В.В., Рощина В.Д. Выделительная функция высших растений / Под ред. А.Ю. Буданцева. – М.: Аналитическая микроскопия, 2012. – 417 с.
8. Семенова Е.Ф., Преснякова Е.В., Жужжалова Т.П. Репродуктивная биология видов и форм *Rosa L.* Монография. – Воронеж: Изд-во ЦНТИ, 2014. – 136 с.
9. Шляпников В.А., Афонин А.В., Пехова О.А., Сучкова В.М. Концепция развития эфиромасличной отрасли Крыма // Эфиромасличные и лекарственные растения / Научные труды Института эфиромасличных и лекарственных растений УААН. – 2006. – Вып. 26. – С. 12 – 18.
10. Шпичка А.И., Семенова Е.Ф., Преснякова Е.В. Цитоморфологическое исследование представителей рода *Eremothecium* // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Серия «Медицинские науки». – 2013. – № 4. – С. 53 – 60.
11. Bergougnoux V., Caissard J.-C., Julien F., Magnard J.-L., Scalliet G., Cock J.M., Hugueney P., Baudino S. Both the adaxial and abaxial epidermal layers of the rose petal emit volatile scent compounds // *Planta*. – 2007. – Vol. 226, № 4. – P. 853 – 866.
12. Bouvier F., Rahier A., Camara B. Biogenesis, molecular regulation and function of plant isoprenoids // *Progress in Lipid Research*. – 2005. – V. 44. – P. 357 – 429.
13. Kovacheva N., Rusanov K., Atanassov I. Industrial cultivation of oil bearing rose and rose oil production in Bulgaria during 21<sup>st</sup> century, directions and challenges // *Biotechnol. & Biotechnol. Eq.* – 2010. – № 2. – P. 1793 – 1798.
14. Nieland S., Stahmann K.-P. The developmental stage of hyphal cells shows riboflavin overproduction instead of sporulation in *Ashbya gossypii* // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2013. – V. 97. – P. 10143 – 10153.
15. Stubbs J.M., Francis J.O. Electron microscopical studies of rose petal cells during flower maturation // *Planta medica*. – 1971. – V. 20, № 3. – P. 211 – 218.
16. Sulborska A., Weryszko-Chmielewska E., Chwill M. Micromorphology of *Rosa rugosa* Thunb. petal epidermis secreting fragrant substances // *Acta agrobotanica*. – 2012. – Vol. 65, № 4. – P. 21 – 28.

Статья поступила в редакцию 05.10.2015 г.

Semyonova Ye.F., Shpichka A.I., Presnyakova Ye.V., Mezhenaya N.A. Processes of essential oil accumulation in petals of *Rosa* (Rosaceae) and Mycelium *Eremothecium* (Eremotheciaceae). // *Bull. of the State Nikit. Botan. Gard.* – 2016. – № 118. – P. 27-37.

The plantation cultivation of an oil-bearing rose is not able to cover the increasing demand of the industry. Therefore, the interest to fungi strains *Eremothecium ashbyi* Guilliermond and *E. gossypii* Kurtzman, is rising. The features of secretory structures of the *Rosa* and *Eremothecium* species were found out. The investigation of biosynthesis, accumulation, and secretion of essential oils with a rose scent is crucial either for development of new ways to produce them or for rating the biological role of *Rosa* and *Eremothecium* secondary metabolites.

**Key words:** essential oil; oil accumulation; spherosomes; secretory structures; *Rosa*; *Eremothecium*

УДК 582.929.4:577.19

## БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА *NEPETA CATARIA* L.

**Анфиса Евгеньевна Палий, Иван Николаевич Палий,  
Наталья Владимировна Марко, Валерий Дмитриевич Работягов**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр  
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт. Никита  
onlabor@yandex.ru

Изучен качественный и количественный состав биологически активных веществ водно-этанольного экстракта *Nepeta cataria* L.

Определен состав летучих соединений водно-этанольного экстракта *N. cataria*. Основными компонентами экстракта являются непеталактон, цитронеллол и гераниаль. В водно-этанольном экстракте *N. cataria* определено содержание фенольных соединений. В экстракте идентифицированы гликозиды апигенина и лютеолина, а также гидроксикоричные кислоты – изомеры хлорогеновой кислоты.

Новый образец *N. cataria* может использоваться в качестве источника биологически активных веществ при создании медицинских препаратов, косметических и пищевых продуктов.

**Ключевые слова:** *Nepeta cataria*; водно-этанольный экстракт, эфирное масло; летучие вещества; фенольные соединения.

### Введение

Котовник кошачий (*Nepeta cataria* L.) – многолетнее растение из семейства Lamiaceae. Наземная масса данного вида котовника обладает приятным лимонным ароматом, жгучим вкусом и представляет значительный интерес для пищевой промышленности, парфюмерии и мыловарения.

Различные препараты котовника активно используют в народной медицине как спазмолитическое, ветрогонное, тонизирующее и стимулирующее средство. Кроме того, настои его надземной части применяют для лечения желудочно-кишечных и респираторных заболеваний, застойных явлений желчного пузыря и желчевыводящих путей, приступов истерии и депрессивных состояний [6, 12].

Лечебные свойства котовника обусловлены наличием в его растительном сырье комплекса биологически активных веществ, таких как летучие соединения, фенольные вещества и витамины [5, 8, 14].

Эфирное масло имеет приятный травянисто-цитрусовый запах и проявляет высокую антимикробную активность. Содержание и компонентный состав эфирного масла котовника варьирует в широких пределах, что зависит от экологических и генетических факторов. В составе эфирного масла присутствуют гераниаль, гераниол, камфора, карвакрол, кариофиллен, непеталактон, нерол, цитраль, цитронеллаль, цитронеллол и эвгенол [9, 15]. Фенольные соединения котовника представлены гидроксикоричными кислотами – розмариновой, кофейной, *n*-кумаровой, ферулловой. А также флавоноидами – флавонами (апигенин, лютеолин) и флавонолами (кверцетин, кемпферол, мирицетин) [2, 7, 8].

В НБС – ННЦ ведутся многолетние работы в области интродукции и селекции котовника, в результате был создан новый сорт Переможец-3, отличающийся высокой урожайностью и выходом эфирного масла [1].

В ходе интродукционной работы в 2010 г. был привлечен новый образец *Nepeta cataria*, имеющий лимонный аромат и дающий высокую урожайность в условиях степного Крыма.

Целью настоящей работы явилось изучение качественного и количественного состава биологически активных веществ в водно-этанольном экстракте нового перспективного образца котовника кошачьего.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлась надземная часть *Nepeta cataria*, собранная в фазе массового цветения.

Эфирное масло извлекали из свежесобранного сырья методом гидродистилляции по Гинзбергу, с дальнейшим перерасчетом на сухую массу. Время отгонки эфирного масла – 1 час.

Содержание летучих веществ определяли в водно-этанольном экстракте (далее экстракте), приготовленном из воздушно-сухого растительного сырья. Сырье высушивали в проветриваемом темном помещении до постоянной массы. Экстракцию проводили 50%-ным этиловым спиртом при соотношении сырья и экстрагента – 1 : 20 настаиванием в течение 10 суток при комнатной температуре.

Компонентный состав летучих веществ определяли с помощью хроматографа Agilent Technology 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Колонка HP-1 длиной 30 м; внутренний диаметр – 0,25 мм. Температура термостата программировалась от 50 до 250<sup>0</sup>С со скоростью 4<sup>0</sup>С/мин. Температура инжектора – 250<sup>0</sup>С. Газ-носитель – гелий, скорость потока 1 см<sup>3</sup>/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230<sup>0</sup>С. Температура источника поддерживалась на уровне 200<sup>0</sup>С. Электронная ионизация проводилась при 70 eV в ранжировке масс *m/z* от 29 до 450. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными комбинированной библиотеки NIST05-WILEY2007 (около 500000 масс-спектров).

Компонентный состав фенольных веществ определяли на хроматографе Agilent Technologies (модель 1100), укомплектованном проточным вакуумным дегазатором G1379A, 4-канальным насосом градиента низкого давления G13111A, автоматическим инжектором G1313A, термостатом колонок G13116A, диодноматричным детектором G1316A, флуоресцентным детектором G1315B. Для проведения анализа была использована хроматографическая колонка размером 2,1 мм × 150 мм, заполненная октадецилсилильным сорбентом ZORBAX-SB C-18 зернением 3,5 мкм. Применяли градиентный режим хроматографирования, предусматривающий изменение в элюирующей смеси соотношения компонентов А (0,1%-ная ортофосфорная кислота; 0,3%-ный тетрагидрофуран; 0,018%-ный триэтиламин) и В (метанол). Скорость подачи подвижной фазы составляла 0,25 см<sup>3</sup>/мин; рабочее давление элюента – 240–300 кПа; объем пробы – 2 мкл; время сканирования – 0,5 с; масштаб измерений – 1,0.

Идентификацию фенольных веществ проводили по временам удерживания стандартов и спектральным характеристикам (параметры снятия спектра – каждый пик 190–600 нм; длины волн – 280, 313, 350, 371 нм).

### Результаты и обсуждение

В ходе интродукционной работы был получен новый образец *Nepeta cataria*. Растения выращивали в степной зоне Республики Крым, где они достигают высоты 179-190 см и дают хорошую урожайность до 70 ц/га. Новый образец был выделен органолептическим методом, как имеющий выраженный лимонный аромат. Массовая

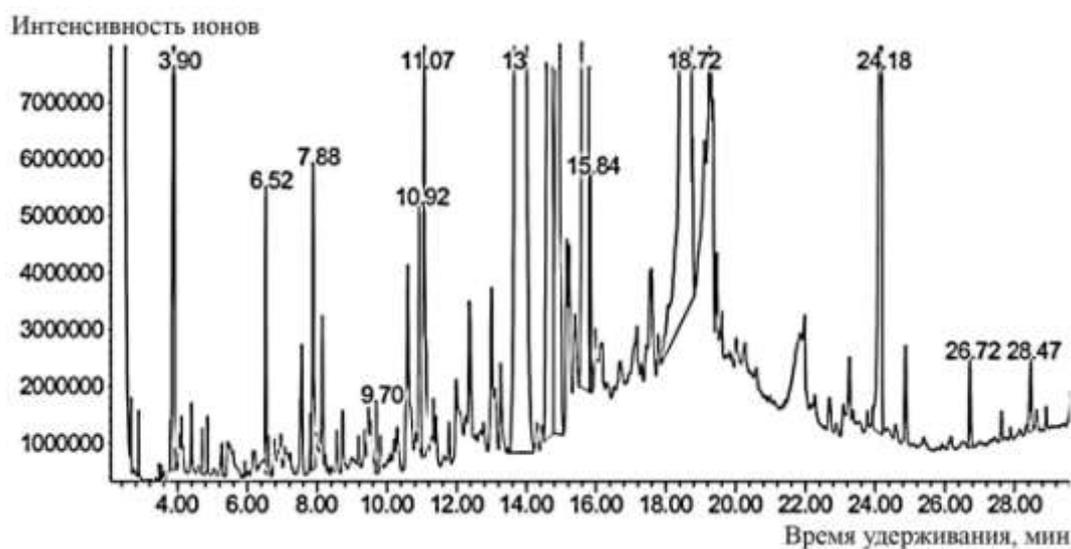
доля эфирного масла этого образца составила: 0,11% от сырой массы и 0,51 от абсолютно сухой (21,4% сухих веществ).

В результате исследования компонентного состава и содержания биологически активных веществ в водно-этанольном экстракте котовника кошачьего установлено, что концентрация летучих веществ составила 233 мг на 100 г сухого растительного сырья (табл. 1, рис. 1). Среди летучих соединений идентифицированы 15 компонентов. Для экстракта данного образца наиболее характерны такие летучие соединения, как монотерпеновые спирты, альдегиды, лактоны, а также сесквитерпеноиды. Доминирующими компонентами экстракта являются: непеталактон (34%), цитронеллол (33%) и гераниаль (10%). Также следует отметить значительное содержание гераниола (7,96 %) и кариофилленоксида (6,19 %). Полученные данные согласуются с литературными источниками [3, 4, 8].

Таблица 1

Компонентный состав летучих соединений водно-этанольного экстракта *N. cataria*

Компонент	Массовая доля, %
уксусная кислота	2,70
6-метил-5-гептен-2-он	0,70
фенилацетальдегид	1,10
6-метил-3,5-гептадиен-2-он	0,23
фотоцитраль А	0,84
цитронеллаль	1,60
цитронеллол	33,13
гераниол	7,96
гераниаль	10,45
геранилформиат	0,56
непеталактон	33,81
кариофиллен	0,50
кариофилленоксид	6,19
миристиновая кислота	0,35

Рис. 1 Хроматограмма летучих соединений водно-этанольного экстракта *N. cataria*

Основными компонентами, определяющими качественные показатели эфирного масла из котовника являются нераль и гераниаль и гераниол. В то же время наличие непеталактона в составе обуславливает высокую антимикробную, репеллентную и инсектицидную активность эфирного масла котовника. Известно, что непеталактон может выступать в качестве феромонов для тлей и защитным средством от прямокрылых насекомых [6, 12]. Характерный запах непеталактона привлекает животных семейства кошачьих [13].

Установлено, что экстракт котовника содержит высокие концентрации фенольных соединений, каротиноидов и аскорбиновой кислоты (табл. 2).

Таблица 2

## Содержание биологически активных веществ в экстракте котовника лимонного

Биологически активные вещества	Концентрация, мг/100 г
фенольные соединения	2218,0 ± 64,0
аскорбиновая кислота	308,0 ± 12,0
каротиноиды	2,8 ± 0,07

Фенольные соединения котовника представлены гидроксикоричными кислотами и флавоноидами. Содержание гидроксикоричных кислот составило 1,4 г/100 г воздушно-сухого растительного сырья, флавоноидов – 0,8 г/100 г.

При изучении компонентного состава фенольных веществ экстракта обнаружено 12 соединений, из которых 8 идентифицировано (табл. 3, рис. 2).

Таблица 3

Компонентный состав фенольных соединений *N. cataria*

Компонент	Время выхода	Концентрация, мг/100 г
4- кофеилхинная кислота	19.91	84,94
5- кофеилхинная кислота	20.42	100,58
<b>хлорогеновая кислота</b>	<b>26.09</b>	<b>1113,00</b>
лютеолин-7-дигликозид	28.82	133,81
<i>n</i> -кумароил гликозид	30.62	31,34
<i>n</i> -кмаровая кислота	31.91	55,00
<b>апигенин-7-дигликозид</b>	<b>32.79</b>	<b>499,88</b>
лютеолин-7-гликозид	33.67	43,43
апигенин-7-гликозид	34.42	33,08
акацитин-7-гликозид	35.7	65,33
апигенин	37.54	27,92
Не идентифицирован	38.46	29,31

Преобладающими компонентами являются хлорогеновая кислота и дигликозид флавона апигенина, концентрация которых составляет 50,0 % и 22,5 %, соответственно, от общего содержания фенольных веществ, что согласуется с данными других исследователей [9, 10]. Хлорогеновая кислота обладает сильными антиоксидантными, антивирусными, антибактериальными и антигрибковыми свойствами, проявляет гипогликемическое, гипохолестеринемическое, противораковое и гепатопротекторное действие, пробиотические свойства. Ингибируя окисление липопротеидов низкой плотности, приводящее к повреждению артерий, хлорогеновая кислота помогает предотвратить сердечно-сосудистые заболевания [5, 10]. Наличие в экстракте данного

образца котовника высокого содержания изомеров хлорогеновой кислоты и гликозидов апигенина и лютеолина обуславливает его биологическую ценность.

Флавоны лютеолин и апигенин также проявляют широкий спектр биологической активности. Для них характерно противовоспалительное, спазмолитическое, противоопухолевое, иммунорегулирующее и противоаллергическое действие, высокая антиоксидантная и слабая антибактериальная активность [3, 11].

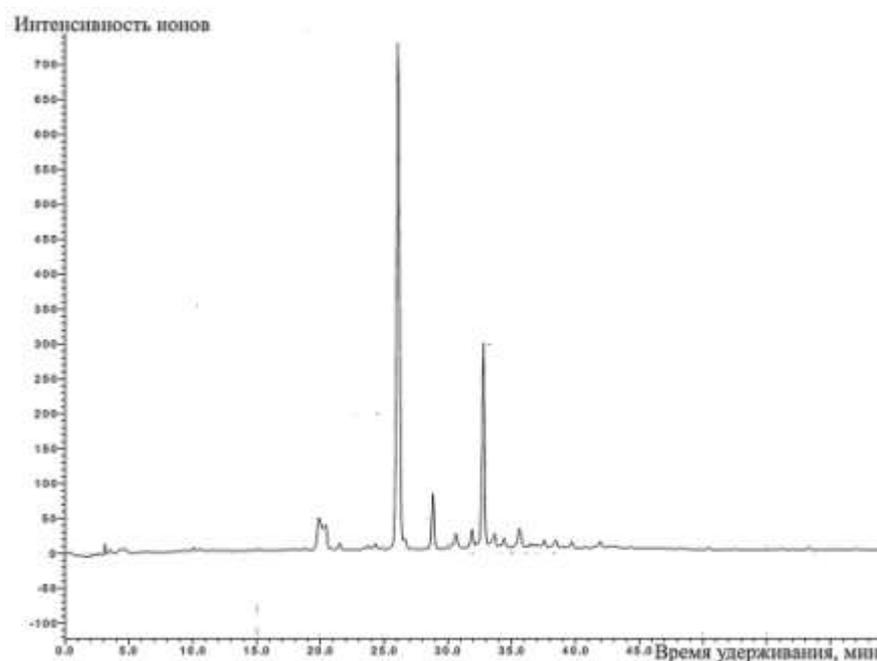


Рис. 2 Хроматограмма фенольных соединений *N. cataria*

Таким образом, надземная часть исследованного образца котовника кошачьего обладает высокой биологической ценностью за счёт содержания монотерпеновых альдегидов (непеталяктон, цитронеллол и гераниаль), фенолкарбоновых кислот (главным образом хлорогеновой), аскорбиновой кислоты и каротиноидов и может быть использована для создания пищевой, косметической и лечебно-профилактической продукции, обогащенной биологически активными веществами.

### Выводы

Определён качественный и количественный состав биологически активных веществ (фенольных веществ, летучих соединений, витаминов) в водно-этанольном экстракте перспективного образца котовника кошачьего.

Установлено, что в экстракте котовника содержатся основные летучие соединения характерные для эфирного масла – монотерпеноиды: непеталяктон, цитронеллол, гераниаль и гераниол и сесквитерпеноид кариофилленоксид. Преобладающими компонентами являются непеталяктон (34%), цитронеллол (33%) и гераниаль (10%).

Фенольные вещества экстракта данного образца котовника представлены гидроксикоричными кислотами и флавоноидами. Доминирующими компонентами являются хлорогеновая кислота (50%) и дигликозид апигенин (22,5 %).

Полученный водно-этанольный экстракт котовника обладает высокой биологической ценностью и приятным мятно-лимонным запахом. Данный экстракт может быть использован в качестве основы для производства пищевой, лечебно-профилактической и парфюмерно-косметической продукции.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 14-5000079).*

### Список литературы

1. *Работягов В.Д., Хлыпенко Л.А., Бакова Н.Н., Машанов В.И.* Аннотированный каталог видов и сортов эфиромасличных, пряно-ароматических и пищевых растений коллекции Никитского ботанического сада. – Ялта: Никитский ботанический сад, 2007. – 48 с.
2. *Cigremis Y., Ulukanlia Z., Ilcimb A., Akgozc M.* In vitro antioxidant activity and phenolic composition of *Nepeta cataria* L. extracts // International Journal of Agricultural Science and Technology. – 2013. – Vol. 1 №. 4. – P. 74-79.
3. *Dirscherl K., Karlstetter M., Ebert S., Kraus D.* Luteolin triggers global changes in the microglial transcriptome leading to a unique anti-inflammatory and neuroprotective phenotype // Journal of Neuroinflammation. – 2010. – V. 7. – P. 3.
4. *Farah A., Monteiro M., Donangelo C.M.* Chlorogenic acids from green coffee extract are highly bioavailable in humans // J Nutr. – 2008. – V. 138 (12.). – P. 2309–2315.
5. *Giamperi L., Bucchini A., Cara P., Fraternali D., Ricci D., Genovese S., Curini M., Epifano F.* Composition and antioxidant activity of *Nepeta foliosa* essential oil from Sardinia (Italy) // Chemistry of Natural Compounds. – 2009. – 45. – P. 554-556.
6. *Grognet J.* Catnip: Its uses and effects, past and present // Can. Vet. J. – 1990. – 31. – P. 455-456.
7. *Lee S.Y., Lee C.Y., Eom S.H., Kim Y.K., Park N.I., Park S.U.* Rosmarinic acid production from transformed root cultures of *Nepeta cataria* L. // Scientific Research and Essays. – 2010. – № 5. – P. 1122-1126.
8. *Modnicki D., Tokar M., Klimek B.* Flavonoids and phenolic acids of *Nepeta cataria* L. var. *citriodora* (Becker) Balb. (Lamiaceae) // Acta Poloniae Pharmaceutica – Drug Research. – 2007. - Vol. 64. - № 3. - P. 247-252.
9. *Mohammadi Sh., Saharkhiz M.J.* Changes in essential oil content and composition of catnip (*Nepeta cataria* L.) during different developmental stages // Jeobp. – 2011. Vol. 14. – № 4. – P. 396-400.
10. *Olthof M.R., Hollman P.C., Katan M.B.* Chlorogenic acid and caffeic acid are absorbed in humans // J. Nutr. – 2001. – V. 131 (1.) – P. 66-71.
11. *Patel D., Shukla S., Gupta S.* Apigenin and cancer chemoprevention: progress, potential and promise (review) // Int. J. Oncol. – 2007. – V. 30(1). – P. 233-245.
12. *Tucker A.O., Tucker S.S.* Catnip and the catnip response // Econ. Bot. – 1988. – 42. - P. 214-231.
13. *Waller G.R., Price G.H., Mitchell E.D.* Feline attractant, cis, trans-nepetalactone: Metabolism in the domestic cat // Science. – 1969. – V. 164. – P. 1281-1282.
14. *Zomorodian K., Saharkhiz M.J., Shariati S., Pakshi K., Rahimi M.J., Khashei R.* Chemical composition and antimicrobial activities of essential oils from *Nepeta cataria* L. against common causes of oral infections // Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences. – 2013. – Vol.10. – № 4. – P. 329-337.
15. *Zomorodian K., Saharkhiz M.J., Shariati S., Pakshir K., Rahimi M.J., Khashei R.* Chemical composition and antimicrobial activities of essential oils from *Nepeta cataria* L. against common causes of food-borne infections // ISRN Pharmaceutics. – 2012. – DOI:10.5402/2012/591953.

*Статья поступила в редакцию 10.12.2015 г.*

**Paliy A.Ye., Paliy I.N., Marko N.V., Rabotyagov V.D. Biologically active substances of *Nepeta cataria* L. // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 37-44.**

Qualitative and quantitative composition of biologically active substances in aqueous-ethanol extracts of *Nepeta cataria* L. was investigated in terms of the research.

Volatile compound composition in *N. cataria* water-ethanol extract was determined as well. The main components of extract are nepetalactone, citronellol and geraniol.

Content of phenolic compounds was also revealed in aqueous-ethanol extract of *N. cataria*. Apigenin glycosides, luteolin and hydroxycinnamic acids – chlorogenic acid isomers were identified in the extract.

New specimen of *N. cataria* is possible to use as a source of biologically active substances for production of medicine, cosmetics and foods.

**Key words:** *Nepeta cataria*; essential oil aqueous-ethanol extract; volatile compounds; phenol substances.

УДК 582.998.1:577.19(477.75)

## **БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ВОДНО-ЭТАНОЛЬНОГО ЭКСТРАКТА СОРТООБРАЗЦА *TAGETES SIGNATA* BARTL. № 13152-8 'ВЕТВИСТЫЙ' КОЛЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА**

**Гурий Викторович Корнильев, Анфиса Евгеньевна Палий,  
Валерий Дмитриевич Работягов, Сергей Александрович Феськов**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр  
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт. Никита  
onlabor@yandex.ru

Изучен качественный и количественный состав водно-этанольного экстракта сортообразца *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 'Ветвистый'. Установлено, что летучие вещества в экстракте представлены ароматическими (в сумме составляют 59%; преобладает п-винилгваякол), алифатическими (23,7%) и монотерпеновыми соединениями (содержание тагетенона 17,3%). Среди фенольных веществ в экстракте выявлены флавоноиды и их гликозиды (рутин, кверцетин-3-О-галактозид, кверцетин-3-О-гликозид), а также гидроксикоричные кислоты (кофейная, феруловая). Определено содержание аскорбиновой кислоты (14,54) и каротиноидов (5,19 мг/100 г). В целом, экстракт *T. signata* № 13152-8 'Ветвистый' можно рассматривать в качестве источника биологически активных веществ: п-винилгваякола, гликозидов кверцетина, аскорбиновой кислоты и каротиноидов веществ.

**Ключевые слова:** *Tagetes signata* Bartl.; сортообразцы; водно-этанольные экстракты; летучие вещества; фенольные вещества; витамины.

### **Введение**

Род *Tagetes* L. (бархатцы) включает более 30 видов, произрастающих в естественных условиях, главным образом, в Центральной Америке. В культуре наибольшее распространение получили бархатцы отклонённые, или французские (*Tagetes patula* L.), прямостоячие, или африканские (*Tagetes erecta* L.), отмеченные (тонколистные, мексиканские – *Tagetes signata* Bartl., syn. *Tagetes tenifolia* Cav.) [5, 18, 27].

Различные виды бархатцев используются, прежде всего, в декоративных целях [8, 18], а также в медицине и фармацевтической промышленности.

В медицине бархатцы применяются при лечении болезней печени и почек, для снятия болевых ощущений – как мочегонное и потогонное средство. Препараты *Tagetes* L. используются для устранения нервного напряжения и улучшения настроения. В дерматологии растения применяют для лечения угрей, в качестве тонизирующего и регенеративного средства для кожи [1, 10, 13, 16, 17, 19, 21, 26, 30].

Эфирные масла различных видов *Tagetes L.* обладают антибактериальным, антимикробным, ларвицидным, репеллентным, фунгицидным действием [7, 10, 11, 22–24, 26, 28, 29].

Цветки бархатцев используют в качестве приправы «имеретинский шафран» [30]. Кроме того, некоторые виды *Tagetes L.* используются в качестве источника каротиноидов (например, в птицеводстве для повышения интенсивности окраски яиц) [2, 4, 9], пигментов и лютеина [3, 20].

Учитывая многообразие полезных свойств представителей *Tagetes L.*, важной является работа по интродукции новых видов, в частности в условия Южного берега Крыма, а также селекционная работа с целью получения сортов с ценными признаками.

В Никитском ботаническом саду – Национальном научном центре получен перспективный по ряду признаков (декоративность, устойчивость к болезням и вредителям, урожайность, содержание эфирного масла) сортообразец *Tagetes signata L.* № 13152-8 'Ветвистый'. Установлено, что в состав эфирного масла данного сортообразца входят транс-тагетенон, дигидротаетон, транс-тагетон, цис-тагетенон, а также лимонен, сабинен, транс-оцимен, эвгенол и ряд минорных компонентов [15].

В связи с тем, что извлечение эфирного масла из растительного сырья методом паровой дистилляции сопровождается окислительными процессами, для получения веществ в нативной форме оптимальным является переход их в водно-этанольные экстракты.

Известно, что в экстракты цветков *T. signata*, кроме летучих веществ, переходят фенольные вещества, проявляющие антиоксидантные свойства: гидроксикоричные кислоты (кофейная, розмариновая, хлорогеновая, п-кумаровая), флавоноиды и их гликозиды (апигенин, гиперозид, изокверцетин, кверцетин, рутин) [12, 25]. Вместе с тем, следует отметить зависимость химического состава сырья от видо-сортовой принадлежности, а также от почвенно-климатических условий места произрастания.

Учитывая вышеприведённые данные, изучение химического состава водно-этанольного экстракта сортообразца *T. signata* № 13152-8 'Ветвистый', выращенного в условиях Южного берега Крыма, является актуальным.

Целью настоящей работы является исследование качественного и количественного состава биологически активных веществ (летучих терпенов, фенольных соединений, витаминов) *T. signata* № 13152-8 'Ветвистый' в условиях Южного берега Крыма в связи с возможностью его использования в лечебно-профилактической продукции.

### Объекты и методы исследования

Объект исследования – водно-этанольный экстракт из цветков сортообразца *T. signata* № 13152-8 'Ветвистый', собранных в фазу массового цветения.

Сортообразец выведен в НБС-ННЦ индивидуальным отбором из семенной популяции. Растение высотой 50-60 см. Стебель прямой, сильноветвистый от основания, хорошо облиственный. Листья мелко рассечённые. Соцветие – корзинка диаметром 19-24 мм, язычковых цветков пять, венчики золотисто-жёлтые. Цветёт всё лето, массовое цветение 10-20 июля. Сортообразец устойчив к болезням и вредителям. Урожайность в среднем 84,7 ц/га, содержание эфирного масла 0,46% от сырой массы, сбор эфирного масла 40,8 кг с гектара.

Содержание биологически активных веществ определяли в водно-этанольном экстракте, приготовленном из воздушно-сухого растительного сырья, собранного в фазе массового цветения. Экстракцию проводили 50%-ным этанолом при соотношении сырья и экстрагента – 1 : 10 настаиванием в течение 10 суток при комнатной температуре.

Компонентный состав летучих веществ определяли с помощью хроматографа “Agilent Technologies” 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Колонка HP-1 длиной 30 м; внутренний диаметр – 0,25 мм. Температура термостата программировалась от 50°C до 250°C со скоростью 4°C/мин. Температура инжектора – 250°C. Газ-носитель – гелий, скорость потока – 1 см<sup>3</sup>/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230°C. Температура источника поддерживалась на уровне 200°C. Электронная ионизация проводилась при 70 eV в ранжировке масс *m/z* от 29 до 450. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными комбинированной библиотеки NIST05-WILEY2007 (около 500000 масс-спектров).

Компонентный состав фенольных веществ определяли на хроматографе “Agilent Technologies” (модель 1100), укомплектованном проточным вакуумным дегазатором G1379A, 4-канальным насосом градиента низкого давления G13111A, автоматическим инжектором G1313A, термостатом колонок G13116A, диодноматричным детектором G1316A, флуоресцентным детектором G1315B. Для проведения анализа была использована хроматографическая колонка размером 2,1 мм × 150 мм, заполненная октадецилсилильным сорбентом “ZORBAX” SB-C18 зернением 3,5 мкм. Применяли градиентный режим хроматографирования, предусматривающий изменение в элюирующей смеси соотношения компонентов А (0,1%-ная ортофосфорная кислота; 0,3%-ный тетрагидрофуран; 0,018%-ный триэтиламин) и В (метанол). Скорость подачи подвижной фазы составляла 0,25 см<sup>3</sup>/мин; рабочее давление элюента – 240–300 кПа; объем пробы – 2 мкл; время сканирования – 2 с; масштаб измерений – 1,0. Идентификацию фенольных веществ проводили по времени удерживания стандартов и спектральным характеристикам (длины волн – 313 (для фенольных кислот и их производных), 350 (для гликозидов флавоноидов), 371 нм (для флавоноидов)).

Содержание каротиноидов определяли фотометрическим методом [14], аскорбиновой кислоты – титрованием йодатом калия [6].

### Результаты и обсуждение

Установлено, что содержание летучих веществ в экстракте сортообразца *T. signata* № 13152-8 ‘Ветвистый’ составляет 32,96 мг/100 г растительного сырья. Идентифицированы 7 компонентов (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Летучие вещества водно-этанольного экстракта *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Ветвистый’

№ п/п	Время выхода, мин	Компонент	Содержание, %
1	6.38	циклогексанон	8,49
2	7.25	3,5-диметилциклогекс-2-ен-1-он	10,2
3	8.27	пропилвалериат	2,28
4	8.36	гекс-1,2,6-триол	2,76
5	14.12	тагетенон	17,3
6	15.11	4-винилфенилацетат	8,23
7	16.63	п-винилгваякол	50,8

Основными летучими компонентами указанного экстракта являются п-винилгваякол (50,8%) и характерный для эфирного масла *T. signata* № 13152-8 ‘Ветвистый’ тагетенон (17,3%). Преобладающей группой соединений в экстракте являются ароматические (в сумме составляют 59%; представлены п-винилгваяколом и

4-винилфенилацетатом). Наибольшее число компонентов (3,5-диметилциклогекс-2-ен-1-он, циклогексанон, гекс-1,2,6-триол, пропилвалериат) относится к алифатическим соединениям, в сумме составляющим 23,7%. Характерный для *T. signata* компонент – тагетенон является монотерпеновым соединением.

Abundance

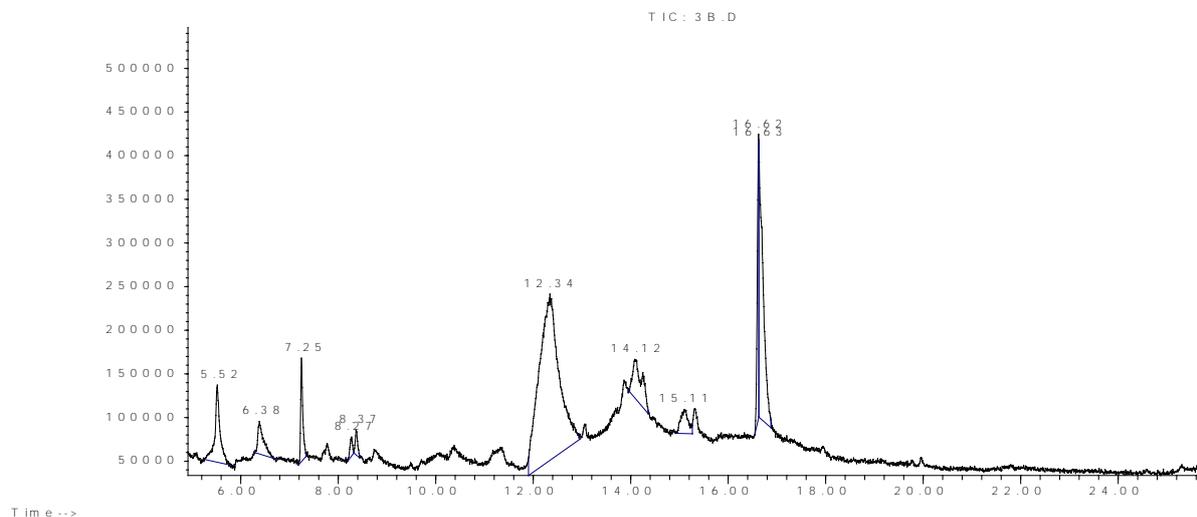


Рис. 1 Хроматограмма летучих веществ водно-этанольного экстракта *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Ветвистый’

Установлено, что содержание фенольных веществ в экстракте сортообразца *T. signata* № 13152-8 ‘Ветвистый’ составляет 1821 мг/100 г растительного сырья (табл. 2, рис. 2). Выявлено 11 компонентов, идентифицировано 6 соединений.

Таблица 2

Фенольные вещества водно-этанольного экстракта *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Ветвистый’

№ п/п	Время выхода, мин	Компонент	Содержание, мг/100 г
1	15.35	производное кофейной кислоты	142
2	17.92	феруловая кислота	152
3	18.73	неидентифицированный флавоноид	132
4	18.96	неидентифицированный флавоноид	79
5	19.34	кверцетин-3-О-галактозид	301
6	19.92	рутин	331
7	20.28	неидентифицированный флавоноид	65
8	20.76	неидентифицированный флавоноид	332
9	21.40	кверцетин-3-О-глюкозид	217
10	23.70	неидентифицированный флавоноид	38
11	24.39	лютеолин	32

Среди идентифицированных веществ в исследуемом экстракте преобладают гликозиды кверцетина – рутин (331), кверцетин-3-О-галактозид (301) и кверцетин-3-О-глюкозид (217 мг/100 г). Гидроксикоричные кислоты представлены феруловой и

производным кофейной кислоты, суммарное содержание которых составляет 294 мг/100 г.

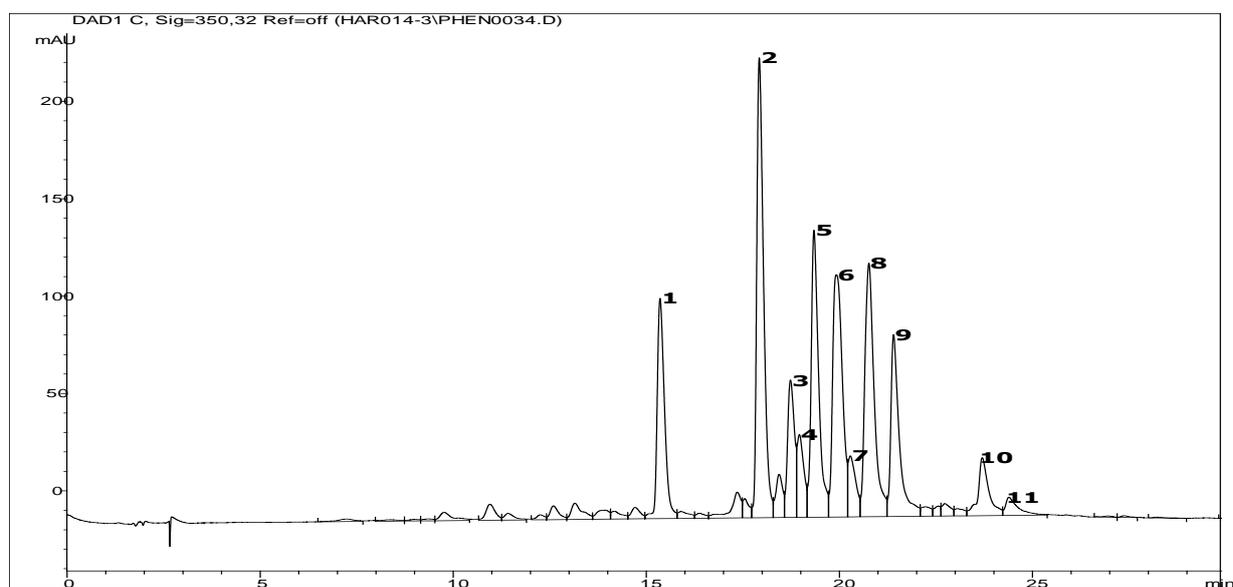


Рис. 2 Хроматограмма фенольных веществ водно-этанольного экстракта *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 'Ветвистый'

В исследуемом экстракте определено содержание витаминов. Концентрация аскорбиновой кислоты составила 14,54 мг/100 г, каротиноидов – 5,19 мг/100 г.

Таким образом, водно-этанольный экстракт сортообразца *T. signata* № 13152-8 'Ветвистый' содержит невысокие количества летучих терпенов, однако может рассматриваться в качестве источника п-винилгваякола, гликозидов кверцетина, аскорбиновой кислоты и каротиноидов.

### Выводы

Исследован качественный и количественный состав биологически активных веществ (летучих терпенов, фенольных веществ, витаминов) водно-этанольного экстракта сортообразца *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 'Ветвистый', выращенного в условиях Южного берега Крыма.

Установлено, что среди летучих соединений указанного образца преобладают п-винилгваякол и тагетенон.

Выявлено, что среди веществ фенольной природы преобладают гликозиды кверцетина (рутин, кверцетин-3-О-галактозид, кверцетин-3-О-глюкозид) и флавоноиды. Гидроксикоричные кислоты представлены феруловой и производным кофейной кислоты.

В экстракте *T. signata* № 13152-8 'Ветвистый' определено содержание витаминов – аскорбиновой кислоты и каротиноидов.

В целом, сортообразец *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 'Ветвистый' можно рассматривать в качестве источника биологически активных веществ, в частности п-винилгваякола, гликозидов кверцетина, аскорбиновой кислоты и каротиноидов.

### Список литературы

1. Бендер К.И., Гоменюк Г.А., Фрейдман С.Л. Указатель по применению лекарственных растений в научной и народной медицине. – Саратов: СГУ, 1988. – 112 с.

2. Бердей Т.С., Марчишин С.М. Дослідження ліпофільної фракції рослин роду чорнобривці (*Tagetes* L.) // Фармацевтичний часопис. – 2011. – № 1. – С. 10 – 14.
3. Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н., Дейнека Л.А., Третьяков М.Ю. Исследование цветков *Tagetes* sp. как источника лютеина // Химико-фармацевтический журнал. – 2007. – Т. 41, № 10. – С. 30 – 32.
4. Дейнека В.И., Третьяков М.Ю., Дейнека Л.А., Сорокопудов В.Н. Некоторые особенности накопления пигментов в цветках *Tagetes* sp. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2007. – Т. 5, вып. 5. – С. 123 – 129.
5. Классификатор рода *Tagetes* L. (Бархатцы). – Л.: ВИР, 1988. – 15 с.
6. Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав – Ялта, 1982. – 22 с.
7. Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.Л., Хлыпенко Л.А. Эфирномасличные и пряно-ароматические растения: Научно-популярное издание. – Херсон: Айлант, 2004. – 272 с.
8. Максименко Н.В., Прохоров В.Н. Оценка различных видов *Tagetes* L. по основным хозяйственно-ценным признакам // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 112 – 114.
9. Максименко Н.В., Прохоров В.Н. Применение различных генотипов растений рода *Tagetes* L. как перспективных источников каротиноидов для биодобавок в птицеводстве // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – 2014. – Т. 26. Зоотехния. – С. 168 – 174.
10. Малахов В.А., Завгородняя А.Н., Чернишова Т.И. Энциклопедия натуротерапии. – М.: Эксмо, 2008. – С. 75.
11. Малюгіна О.О., Мазулін О.В., Смойловська Г.П., Мазулін Г.В., Єренко О.К. Компонентний склад та протимікробна дія ефірної олії суцвіть чорнобривців прямостоячих (*Tagetes erecta* L.) // Фармацевтичний журнал. – 2014. – № 1(14). – С. 86 – 92.
12. Марчишин С.М., Бердей Т.С., Козачок С.С., Демьдяк О.Л. Определение флавоноидов и гидроксикоричных кислот в траве *Tagetes erecta* L., *Tagetes patula* L., *Tagetes tenuifolia* Cav. методом ВЭЖХ // Медицина и образование в Сибири: сетевое научное издание. – 2013. – № 6. – Режим доступа: [http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text\\_full.php?id=1259](http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1259).
13. Машиковська С.П., Григорюк І.П. Чорнобривці – джерело ефективних ліків // Фітотерапія. Часопис. – 2003. – № 4. – С. 41 – 47.
14. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений – М.: Колос, 1969. – 183 с.
15. Работягов В.Д., Хлыпенко Л.А., Бакова Н.Н., Машанов В.И. Аннотированный каталог видов и сортов эфиромасличных, пряно-ароматических, и пищевых растений коллекции Никитского ботанического сада – Ялта: Никитский ботанический сад, 2007. – 48 с.
16. Оганесян Э.Т., Андреева О.А., Терехов А.Ю., Подгорная Ж.В. Биологически активные вещества липофильной фракции из цветков *Tagetes patula* и изучение противоожоговой активности на их основе // Современные наукоёмкие технологии. – 2004. – № 6. – С. 109 – 110.
17. Папаяни О.И., Духанина И.В., Сергеева Е.О. Изучение химического состава и антимикробной активности сухого экстракта из цветков бархатцев распростёртых (*Tagetes patula* L.) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук – 2012. – Т. 14, № 5-3. – С. 745 – 747.
18. Юрчак Л.Д. Культура чорнобривців в умовах Лісостепу України // Інтродукція рослин. – 1999. – № 1. – С. 49 – 54.

19. Basher S., Gilani A.H. Studies on the antioxidant and analgesic activities of Aztec marigold (*Tagetes erecta*) flowers // *Phytotherapy research*. – 2008. – Vol. 22(12). – P. 1692 – 1694.
20. Bhattacharyya S., Datta S., Mallick B., Dhar P., Ghosh S. Lutein content and *in vitro* antioxidant activity of different cultivars of Indian Marigold flower (*Tagetes patula* L.) extracts // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58(14). – P. 8259 – 8264.
21. Céspedes C.L., Avila J.G., Martinez A., Serrato B., Calderón-Mugica J.C., Salgado-Garciglia R. Antifungal and antibacterial activities of Mexican Tarragon (*Tagetes lucida*) // *J. Agric. Food Chem.* – 2006. – Vol. 54(10). – P. 3521 – 3527.
22. Chamorro E.R., Ballerini G., Sequeira A.F., Velasco G.A., Zalazar M.F. Chemical composition of essential oil from *Tagetes minuta* L. leaves and flowers // *Journal of the Argentine Chemical Society*. – 2008. – Vol. 96(1-2). – P. 80 – 86.
23. Dharmagadda V.S.S., Naik S.N., Mittal P.K., Vasudevan P. Larvicidal activity of *Tagetes patula* essential oil against three mosquito species // *Bioresource Technology*. – 2005. – Vol. 96(11). – P. 1235 – 1240.
24. Gillij Y.G., Gleiser R.M., Zygadlo J.A. Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina // *Bioresource Technology*. – 2008. – Vol. 99(7). – P. 2507 – 2515.
25. Gong Y., Liu X., He W.-H., Xu H.-G., Gao Y.-X. Investigation into the antioxidant activity and chemical composition of alcoholic extracts from defatted marigold (*Tagetes erecta* L.) residue // *Fitoterapia*. – 2012. – Vol. 83(3). – P. 481 – 489.
26. Lima B., Agüero M.B., Zygadlo J., Tapia A., Solis C., Rojas de Arias A., Yaluff G., Zacchino S., Feresin G.E., Schmeda-Hirschmann G. Antimicrobial activity of extracts, essential oil and metabolites obtained from *Tagetes mendocina* // *J. Chil. Chem. Soc.* – 2009. – Vol. 54(1). – P. 68 – 72.
27. Lim T.K. *Tagetes tenifolia* // *Edible medicinal and non-medicinal plants*. – 2014. – P. 469 – 472.
28. Romagnoli C., Bruni R., Andreotti E., Rai M.K., Vicentini C.B., Mares D. Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian *Tagetes patula* L. // *Protoplasma*. – 2005. – Vol. 225(1-2). – P. 57 – 65.
29. Rondon M., Velasco J., Hernández J., Pecheneda M., Rojas J., Morales A., Carmonia J., Diaz T. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Tagetes patula* L. (Asteraceae) collected from Venezuela Andes // *Rev. Latinoamer. Quim.* – 2006. – Vol. 34(1-3). – P. 32 – 36.
30. Vasudevan P., Kashyap S., Sharma S. *Tagetes*: A multipurpose plant // *Bioresource Technology*. – 1997. – Vol. 62(1-2). – P. 29 – 35.

Статья поступила в редакцию 11.02.2016 г.

**Kornilyev G.V., Paliy A.Ye., Rabotyagov V.D., Feskov S.A. Biologically active substances of aqueous-ethanolic extract of *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Vetvisty’ specimen of Nikita Botanical Gardens collection // *Bull. of the State Nikit. Botan. Gard.* – 2016. – № 118. – P. 44-50.**

The qualitative and quantitative composition of *Tagetes signata* Bartl. № 13152-8 ‘Vetvisty’ specimen was investigated in terms of the research. It was established that among volatile substances there were aromatic (59%; p- vinylguaiacol prevails), aliphatic (23,7 %) and monoterpenoids (tagetenon content is 17,3%) compounds. Phenolic compounds were presented by flavonoids and their glycosides (rutin, quercetin-3-O-galactoside, quercetin-3-O-glycoside), and hydroxycinnamic acids (caffeic, ferulic). The ascorbic acid (14,54) and carotenoids (5,19 mg/100 g) were identified as well. On the whole, the specimen *T. signata* № 13152-8 “Vetvisty” can be considered as a sources of biologically active substances such as p- vinylguaiacol, flavonoid glycosides, ascorbic acid and carotenoids.

**Key words:** *Tagetes signata* Bartl.; specimens; aqueous-ethanolic extract; volatile substances; phenolic substances; vitamins.

УДК 635.055:504.753:712.253

## РОСТ И СОСТОЯНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ НИЖНЕГО ЯРУСА АРБОРЕТУМА НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Николай Иванович Клименко, Иван Николаевич Палий

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр  
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт. Никита  
runastep@yandex.ru

Проведен анализ однолетнего прироста побега и состояния семи видов декоративных растений Арборетума Никитского ботанического сада, произрастающих в условиях фитолимата нижнего яруса. Выявленная зависимость прироста однолетних побегов от освещенности дает возможность дифференцировать виды растений по степени теневыносливости, что позволит рекомендовать их для выращивания в условиях конкретного региона ЮБК с учетом его микроклиматических особенностей.

**Ключевые слова:** декоративные растения; прирост побегов; теневыносливость; фитомониторинг.

### Введение

Изучение теневыносливости декоративных растений, особенностей их светового режима очень важны при подборе видов и сочетаний пород в насаждениях для создания садово-парковых композиций. Теневыносливые растения имеют широкую экологическую амплитуду по отношению к свету, они лучше растут и развиваются при высокой освещенности, но хорошо адаптируются к слабому свету. Обычно их разделяют на более и менее теневыносливые. К менее теневыносливым (светолюбивым) древесным породам относятся деревья и кустарники, растущие на открытых местах и не выносящие длительного затенения. Наивысшего уровня фотосинтез достигает при высоком солнечном освещении. В эту группу входят: береза, ива, лиственница, осина, орех грецкий, робиния, сосна, ясень. Более теневыносливые древесные породы – это деревья и кустарники, выносящие некоторое затенение, но хорошо растущие и при высоком освещении. К ним относятся: самшит, калина, бересклет японский, лавровишня, аукуба японская, лещина и др. [3, 7]. Особое внимание необходимо уделять растениям нижнего яруса, которые находятся в условиях микролимата, формируемого окружающей средой. Поэтому расширение видового и формового состава древесных и кустарниковых растений в озеленении при создании долговечных зеленых насаждений, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам, является важной и актуальной задачей.

В связи с этим, целью нашего исследования было изучение состояния и роста декоративных растений нижнего яруса в зависимости от освещенности для выделения видов, перспективных в озеленении на ЮБК.

### Объекты и методы исследования

Исследования проводили в Верхнем и Нижнем парках Арборетума Никитского ботанического сада. В качестве модельных объектов для исследований были отобраны семь видов декоративных растений, различающихся по особенностям водного режима, засухоустойчивости и теневыносливости: *Pittosporum heterophyllum* Franch. (питтоспорум разнолистный), *Buxus sempervirens* L. (Самшит вечнозеленый), *Euonymus japonica* Thunb. (бересклет японский), *Chimonanthus praecox* (L.) Link (зимоцвет

ранний), *Viburnum tinus* L. (калина вечнозеленая), *Cornus mas* L. (кизил мужской), *Laurocerasus officinalis* M. Roem. (лавровишня лекарственная). Изучаемые виды различаются по основным фенологическим фазам развития (табл. 1). Анализ таблицы 1 показал, что наиболее раннее начало вегетации (набухание вегетативных почек) отмечено у кизила мужского, зимовца раннего и бересклета японского – 1 декада февраля – 2 декада марта.

Таблица 1

## Фенофазы развития некоторых декоративных растений в парках НБС-ННЦ

Вид	Начало вегетации (набухание вегетативных почек)	Цветение		Окончание роста (закладка верхушечной почки)
		начало	конец	
Бересклет японский	1 д. февраля – 2 д. марта	3 д. июня – 1 д. июля	2 д. июля	2 д. июня
Зимовец ранний	1 д. февраля – 2 д. марта	3 д. ноября – 1 д. декабря	1 д. января	1 д. июня - 1 д. июля
Калина вечнозеленая	1 д. марта – 1 д. апреля	3 дек. марта	3 д. апреля – 1 д. мая	2 д. июля – 1 д. августа
Кизил мужской	1 д. февраля – 2 д. марта	1 д. марта	2 д. апреля	3 д. июня – 1 д. июля
Лавровишня лекарственная	1 д. апреля – 2 д. мая	1 д. апреля – 2 д. мая	3 д. апреля – 2 д. мая	3 д. мая – 3 д. июня
Питтоспорум разнолиственный	1 д. апреля	1 д. мая	3 д. мая	1 д. июня – 3 д. июля
Самшит вечнозеленый	1 д. марта – 1 д. апреля	3 д. марта	2-3 д. апреля	2 д. мая

Примечание: д. – декада

Позже всех начинала вегетировать лавровишня лекарственная. Калина вечнозеленая, самшит вечнозеленый и питтоспорум разнолиственный занимали промежуточное положение. Следовательно, выбранные виды охватывали почти весь вегетационный период, который на ЮБК продолжается 210 дней.

Раннее окончание роста (о котором судили по закладке верхушечной почки) отмечалось у самшита вечнозеленого – 2 декада мая. Несколько позднее рост заканчивался у лавровишни вечнозеленой и бересклета японского (конец мая – июнь). У зимовца раннего, питтоспорума разнолистного и кизила мужского – окончание роста сдвигалось на июнь-июль. В наиболее поздние сроки формировалась верхушечная почка у калины вечнозеленой – первая декада августа.

Наиболее важными показателями оценки декоративности растений являются сроки и длительность цветения, которые используются при создании садово-парковых композиций. Из выбранных растений самое длительное цветение (более месяца) наблюдалось у кизила мужского, калины вечнозеленой, питтоспорума разнолистного и зимовца раннего. У растений остальных видов период цветения был более коротким (две – три недели). Сроки цветения у выбранных растений занимали длительный период от ноября – декабря у зимовца раннего до июля у бересклета японского. Цветение у большинства видов отмечалось в марте – мае.

Большая часть выбранных видов растений нижнего яруса (кроме зимовца раннего) произрастает в Верхнем парке Арборетума Никитского ботанического сада (высота 145-165 м над уровнем моря), Зимовец ранний расположен в Нижнем парке (высота 115 м над уровнем моря). Микроклимат выбранных участков различный [5]. По условиям освещенности их можно разделить на три группы: первая группа находится в затененных условиях в течение всего онтогенеза (под хвойными экзотами), вторая – в

затенении в период активной вегетации в теплое время года (под лиственными деревьями) и третья группа – на относительно открытых участках. В первую группу входят:

– питтоспорум разнолистный – вечнозеленый декоративный кустарник с простыми кожистыми блестящими листьями, произрастает под кроной кедра атласского на расстоянии 1 м от ствола;

– самшит вечнозеленый – вечнозеленый декоративный кустарник, находится в пределах совместного проективного покрытия кедра атласского, лавра благородного и равноудален от их стволов на 2,5 м;

– зимоцвет ранний – декоративный кустарник, цветущий зимой, с опадающими на зиму продолговато-эллиптическими листьями. Расположен под пологом кипариса крупноплодного (3,5 м от ствола).

Вторая группа произрастает под кроной листопадных деревьев:

– бересклет японский – ценное декоративное вечнозеленое растение, находится под кроной Бобовника анагирилистного (1 м от ствола);

– калина вечнозеленая – вечнозеленый кустарник с небольшими блестяще-зелеными листьями и щитками белых цветков расположен в подкroновом пространстве, которое образуют орех грецкий и гледичия трехколючковая, на расстоянии от стволов деревьев соответственно 1 и 2,5 м;

– лавровишня лекарственная, кустарник с простыми кожистыми, вечнозелеными листьями, с юга, запада и северо-запада окружен тремя деревьями липы сердцевидной на расстоянии 3,5 – 4,5 м, а с севера затеняется периферийной частью кроны каштана конского;

– кизил мужской – листопадный кустарник, произрастающий в затенении [4].

К третьей группе мы отнесли растения всех вышеперечисленных видов, не испытывающие затенения.

Изучение однолетнего прироста выбранных растений проводили по методике фенологических наблюдений деревьев и кустарников [6]. Состояние растений определяли согласно инструкции по технической инвентаризации зеленых насаждений [7]. Световой поток измерялся люксметром Ю-116 в соответствии с рекомендациями В.А. Алексеева при полной естественной освещенности, в околополуденные часы при минимальной скорости ветра [1].

### Результаты и обсуждение

Исследование роста выбранных генотипов показало, что средняя длина побега у растений в комфортных (освещенных) условиях, была наибольшей у бересклета японского и зимоцвета раннего (16,5 и 18,8 см соответственно), то есть они являются наиболее сильнорослыми из выбранных видов (табл. 2).

Таблица 2

Длина однолетнего побега - показатель теневыносливости и состояние растений в зависимости от условий произрастания (2014 – 2015 гг.)

Вид	Условия освещенности	Состояние растений	Средняя длина побега, см	Побег при затенении, см	Показатель теневыносливости
1	2	3	4	5	6
Бересклет японский	освещенное	хорошее	16,5±0,8	10,2	0,38
	в затенении	удовл.	6,3±0,4		
Зимоцвет ранний	освещенное	хорошее	18,8±1,5	13,5	0,28
	в затенении	удовл.	5,3±0,4		

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Калина вечнозеленая	освещенное	хорошее	12,6±0,8	5,2	0,59
	в затенении	хорошее	7,4±0,6		
Кизил мужской	освещенное	хорошее	13,2±1,1	9,3	0,30
	в затенении	удовл.	3,9 ±0,1		
Лавровишня лекарственная	освещенное	хорошее	10,4±0,5	1,9	0,82
	в затенении	хорошее	8,5±0,4		
Питтоспорум разнолистный	освещенное	хорошее	11,0±0,2	6,9	0,37
	в затенении	удовл.	4,1±0,4		
Самшит вечнозеленый	освещенное	хорошее	8,2±0,4	3,2	0,61
	в затенении	хорошее	5,0±0,3		

В условиях полной освещенности меньшим приростом характеризовались лавровишня лекарственная и самшит вечнозеленый – соответственно 10,4 и 8,2 см, поэтому их можно назвать относительно слаборослыми.

У всех изучаемых видов, растущих в затенении, длина однолетнего побега (в среднем за два года) существенно и достоверно снизилась по сравнению с растениями на освещенных участках, однако степень этого снижения была различной у разных видов (табл. 2). Наиболее значительное снижение этой величины отмечено у зимовца раннего и бересклета японского на 13,5 и 10,2 см или на 72 и 62 %, соответственно по сравнению с остальными изученными растениями, то есть у этих видов сильнее подавлялся прирост побегов при затенении. У растений лавровишни лекарственной и самшита вечнозеленого, наоборот, наблюдалось наименьшее снижение. Длина однолетнего побега в условиях затенения всего на 1,9 и 3,2 см (18 – 39 %), что свидетельствует о значительно меньшем отрицательном влиянии затенения на рост побегов. Остальные растения занимали промежуточное положение по этому показателю.

Корреляционный анализ показателей прироста побегов и степени снижения при затенении показал, что существует сильная прямая достоверная зависимость между средней длиной однолетнего побега в условиях освещенности и степенью его снижения в затенении у изученных видов ( $r = 0,91$ ,  $n = 7$ ). Это подтверждает то наблюдение, что более сильнорослые растения сильнее снижают прирост при затенении и являются менее теневыносливыми.

Для определения степени изменения длины однолетнего побега при затенении у разных видов нами предложен показатель теневыносливости. Он определяется отношением средней длины однолетнего побега в условиях затенения к таковой в освещенных условиях. Чем больше этот показатель, тем меньше отличались величины прироста побега в затенении и на освещенном месте, тем более теневыносливым было растение.

В среднем за два года наблюдений показатель теневыносливости был самым высоким у лавровишни лекарственной (0,82), несколько ниже – у калины вечнозеленой и самшита вечнозеленого (порядка 0,59 – 0,61). Следовательно, эти виды можно считать относительно теневыносливыми в данных условиях и по сравнению с другими изученными растениями. Зимовец ранний и кизил мужской имели самый низкий показатель теневыносливости в пределах 0,28 – 0,30, и их можно считать слабо теневыносливыми. Бересклет японский и питтоспорум разнолистный занимали в данном ряду промежуточное положение, имели близкие показатели теневыносливости (0,37 – 0,38), и их можно назвать средне теневыносливыми.

Согласно полученному показателю теневыносливости мы расположили изучаемые растения в следующий убывающий ряд относительной теневыносливости: зимовец ранний → кизил мужской → бересклет японский → питтоспорум разнолистный → калина

вечнозеленая → самшит вечнозеленый → лавровишня лекарственная. Это вполне согласуется с показателями по теневыносливости данных видов, приведенными в статье [4].

Это предварительные результаты, которые характеризуют состояние растений в конкретных условиях произрастания. Оценку этих видов по данному показателю следует продолжить на протяжении 2 – 3 лет для получения более достоверных данных. Этот показатель также можно использовать для других видов с целью оценки их теневыносливости.

Оценка общего состояния растений изучаемых видов показала, что при хорошем освещении все изученные виды находились в хорошем состоянии по выбранной шкале (табл. 2). Они были здоровыми, нормально развитыми, листва густая, равномерно размещена на ветвях, листья нормального размера и окраски, не было признаков повреждения болезнями и вредителями, отсутствовали повреждения ствола и скелетных ветвей. В условиях затенения большинство растений находились в удовлетворительном состоянии. Это выражалось в замедлении роста, неравномерном развитии кроны, уменьшении количества листьев, присутствии незначительных механических повреждений и небольших дупел на стволах. Однако у калины вечнозеленой, лавровишни лекарственной и самшита вечнозеленого в затенении растения имели также хорошее состояние, то есть не проявляли признаков угнетения. Это еще раз подтверждает их относительную теневыносливость в данных экологических условиях.

О динамике светового режима можно судить по рисункам 1, 2, 3, 4, 5. Наивысшие показатели освещенности зарегистрированы у видов, расположенных на открытых для солнца участках. Самые низкие показатели – у растений, расположенных в тени рядом стоящих высоких деревьев. Максимальная освещенность достигала 32000 Лк, для растений затененных участков падала до уровня 947 Лк. Низкая освещенность естественным образом выступает ограничивающим в развитии фактором исследуемых видов (табл. 2).

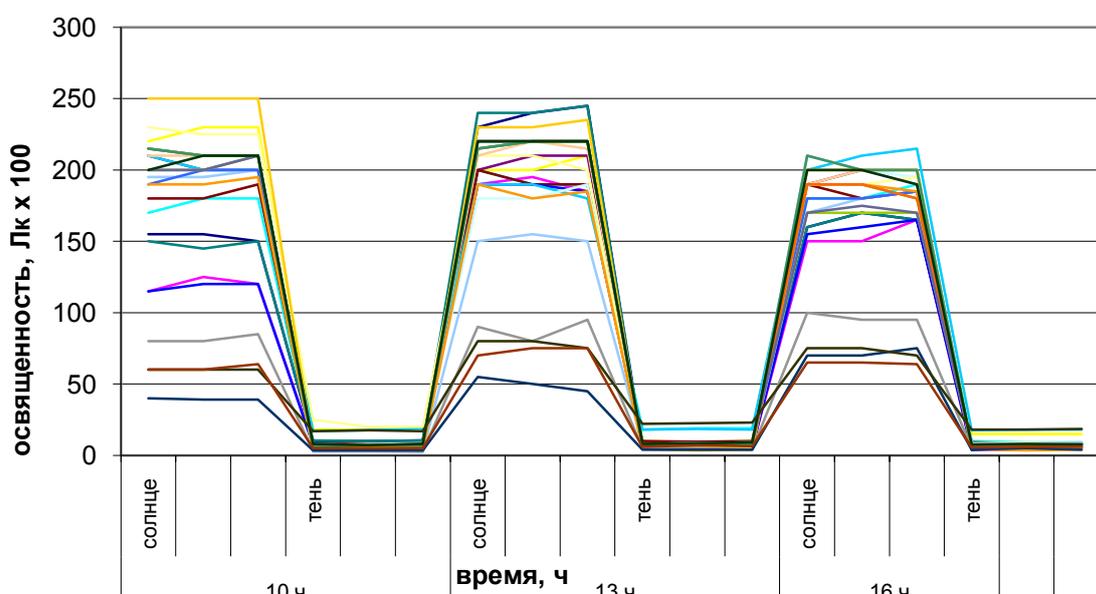


Рис. 1 Освещенность Бересклета японского в период 18.06.15-07.08.15 гг.

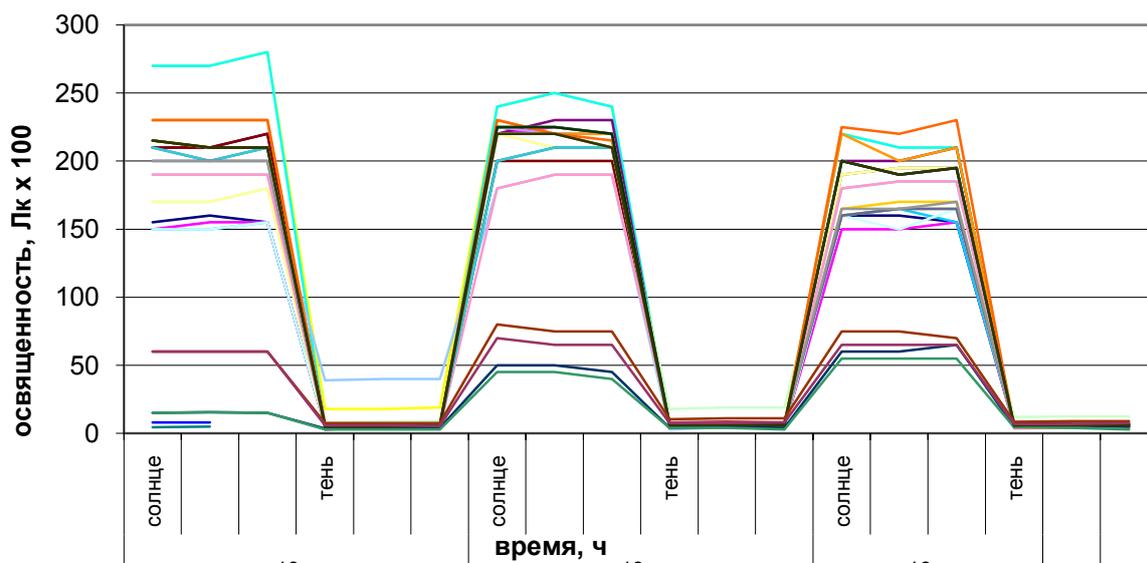


Рис. 2 Освещенность Лилового раннего в период 18.06.15-07.08.15 гг.

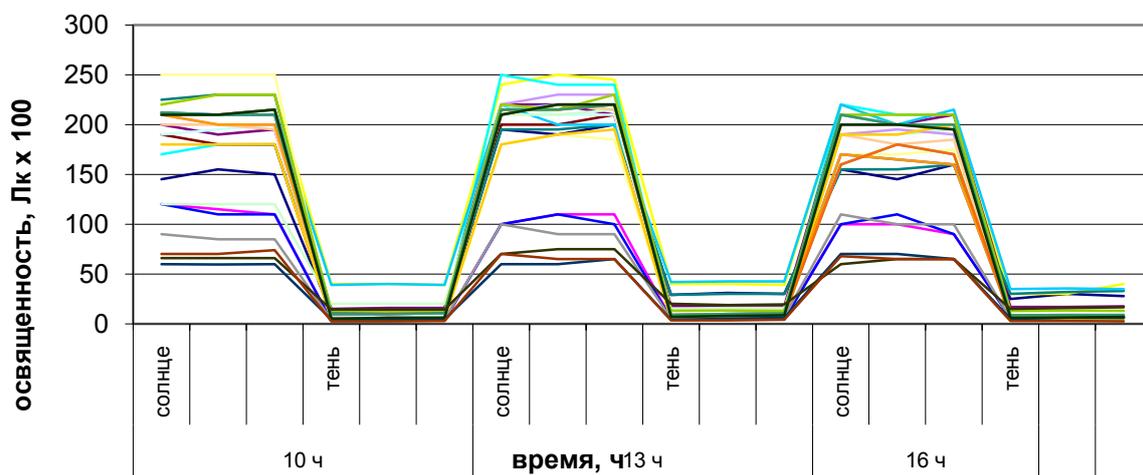


Рис. 3 Освещенность Калины вечнозеленой в период 18.06.15-07.08.15 гг.

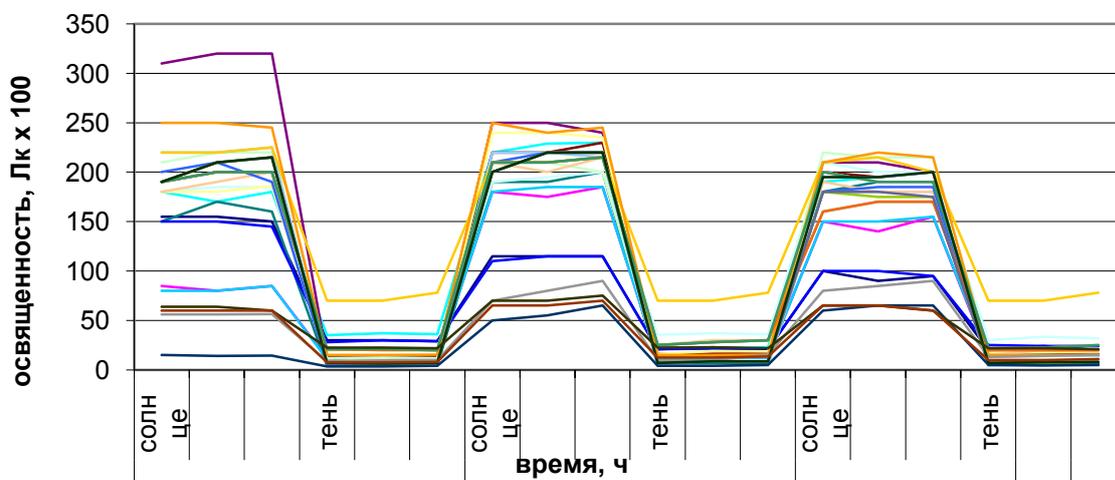


Рис. 4 Освещенность Кизила мужского в период 18.06.15-07.08.15 гг.

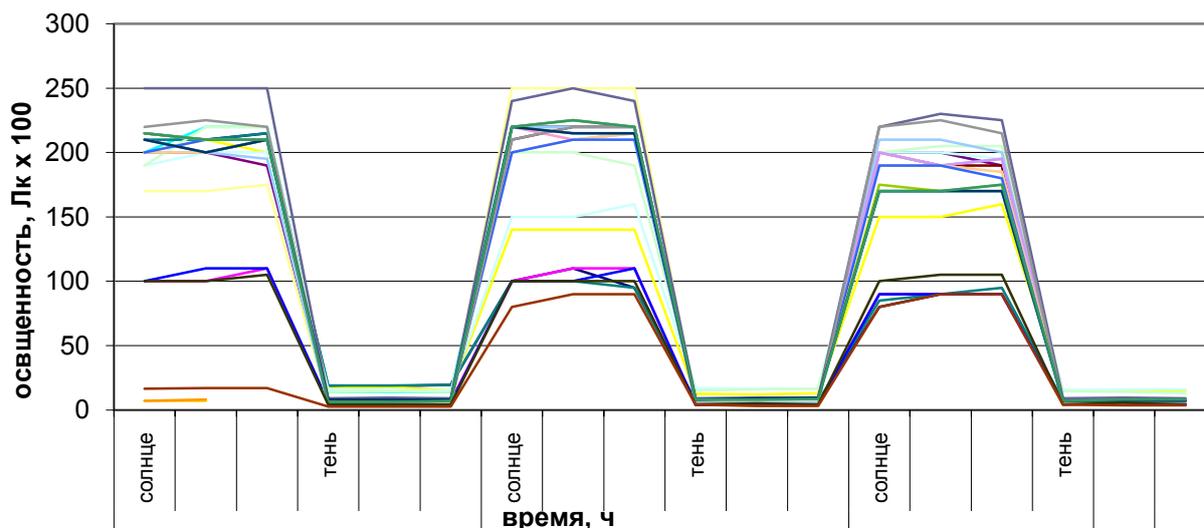


Рис. 5 Освещенность Лавровишни лекарственной в период 18.06.15-07.08.15 гг.

Показатели освещенности характеризуются цикличностью для всех изучаемых видов. В полуденные часы показатели выше относительно утренних и вечерних, но утренние – ниже вечерних. Такая динамика характерна как для растений, расположенных в затенении, так и на солнечных участках парка.

### Выводы

1. Установлено, что длина побега кустарниковых растений, произрастающих на освещенных участках, была существенно выше, чем у кустарников, находящихся в затенении.

2. Предложен показатель теневыносливости, по которому изученные растения расположили в следующий возрастающий ряд: зимоцвет ранний, кизил мужской, бересклет японский, питтоспорум разнолистный, калина вечнозеленая, самшит вечнозеленый, лавровишня лекарственная.

3. На освещенных участках растения всех изученных видов можно использовать в зеленом строительстве на ЮБК. В условиях затенения предпочтительнее высаживать растения калины вечнозеленой, самшита вечнозеленого, лавровишни лекарственной как наиболее теневыносливых.

4. Данные по освещенности характеризовались цикличностью. Динамика показателей характерна как для растений, расположенных в затенении, так и на солнечных участках парка. В полуденные часы показатели выше относительно утренних и вечерних, но утренние – ниже вечерних.

### Список литературы

1. *Алексеев В.А.* Световой режим леса. – Л.: Наука, 1975. – 225 с.
2. Инструкции по технической инвентаризации зеленых насаждений в городах и поселках городского типа Украины / Утверждено приказом Гос. комитета строительства, архитектуры и жилищной политики Украины от 24 декабря 2001 г. № 226.
3. *Казиминова Р.Н., Антюфеев В.В., Евтушенко А.П.* Принципы и методы агроэкологической оценки территории для зеленого строительства на Юге Украины. – К.: Аграрна наука. – 2006. – 118 с.
4. *Ковалев М.С., Плугатарь Ю.В., Ильницький О.А., Корсакова С.П.* Динамическая модель водного режима некоторых видов кустарников нижнего яруса в условиях

фитоклимата парков ЮБК // Труды Никит. бот. сада. – 2014. – Том 139. – С. 15 – 31.

5. Куликов Г.В. Вечнозеленые листовые деревья и кустарники // Труды Никит. бот. сада. – 1971. – Т. 50. – С. 49 – 86.

6. Методические указания по фенологическим наблюдениям над деревьями и кустарниками при их интродукции на юге СССР / Составители: И.В. Голубева, Р.В. Галушко, А.М. Кормилицын. – Ялта: ГНБС, 1977. – 25 с.

7. Соколова Т.А. Декоративное растениеводство. Древодводство: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Т.А. Соколова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 352 с.

*Статья поступила в редакцию 18.12.2015 г.*

**Klymenko N.I., Paliy I.N. Lower layer ornamental plants of Arboretum in Nikita Botanical Gardens and their growth and status depending on illumination conditions. // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 50-58.**

The article covers analysis results of annual shoot growth and status of ornamental plants belonging to seven cultivars growing in Arboretum lower layer of Nikita Botanical Gardens. Correlation of annual shoot growth and illumination, that was revealed in terms of the research, makes it possible to differentiate plant cultivars according to shade tolerance; this data permits to recommend them for cultivation in a certain region on South Coast of the Crimea allowing for its microclimatic characteristics.

**Key words:** *ornamental plants; shoot growth; shade tolerance; phytomonitoring.*

## **ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ**

УДК 582.542,11:502.753(477.75)

### **РИТМОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ В РАЗВИТИИ РАСТЕНИЙ *LAGOSERIS CALLICEPHALA* И *LAGOSERIS PURPUREA* (ASTERACEAE)**

**Александр Ростиславович Никифоров<sup>1</sup>, Александра Александровна Никифорова<sup>2</sup>**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита  
nikiforov.a.r.01@mail.ru

<sup>2</sup>Таврический федеральный университет,  
295007, Республика Крым, г. Симферополь, проспект академика Вернадского, 4  
nik.a.815@mail.ru

Впервые выявлены фенологические различия в сезонном развитии растений видов *Lagoseris callicephalata* и *Lagoseris purpurea*. Они касаются как сроков цветения, плодоношения, так и особенностей формирования вегетативной сферы побегов, развития цветоносов и приуроченности генеративных фаз к различным термическим условиям.

**Ключевые слова:** *Горный Крым; Lagoseris callicephalata; Lagoseris purpurea; сезонное развитие*

#### **Введение**

При изучении крымских представителей рода *Lagoseris* Bieb.: *L. purpurea* L., *L. callicephalata* (Willd.) Boiss. и *L. robusta* Czer. (последний вид обычно трактуют как гибрид *L. callicephalata* и *L. purpurea*) – многолетних травянистых растений – были

выявлены морфологические особенности указанных видов и географическая изоляция их малочисленных популяций [8–10]. Тем не менее, в последнее время систематическая оригинальность хорошо различаемых ранее видов ставится под сомнение: их объединяют в единый таксон – *L. purpurea* или *Crepis purpurea* (Willd.) M. Bieb. [3, 11]. Действительно, по имеющимся описаниям надземных органов и корневищ морфоструктуры крымских видов рода *Lagoseris* практически идентичны. Растения характеризуют схожие по строению органы: стержнекорневая система, подземное корневище, утолщенный короткий каудекс, надземные розеточные побеги с опушенными сизоватыми глубокораздельными на доли листьями, удлинённые цветоносы с брактеозными розовато-пурпурными соцветиями-корзинками, плоды-семянки [8, 10].

С 2005 г. нами проводятся наблюдения сезонного развития растений *L. callicephala* в различных условиях *in situ* (верхний пояс Горного Крыма): северо-восточная бровка Никитской яйлы (1200 м н. ур. м), осыпь у скалы Шаган-Кая (Гурзуфская яйла, 1430 м н. ур. м) и осыпь у скалы Эклизи-Бурун (Чатыр-Даг, 1527 м н. ур. м.). Кроме этого, с 2011 г. растения этого вида выращивались *ex situ* на высоте 300 м н. ур. м. в климате приморского пояса Южного Крыма.

В 2012 г. нами были получены семена *L. purpurea*, популяции которого локализованы в районе Внутренней гряды и Предгорного Крыма (сборы С. Свирина на осыпных склонах каньона р. Бельбек). После введения растений этого вида в культуру в 2013 г. ежегодно фиксировались даты вступления и продолжительность основных фаз их сезонного развития: вегетации, цветения, плодоношения и диссеминации, а также особенности морфогенеза побегов и цветоносов.

Объект исследования: сезонное развитие растений *L. callicephala* и *L. purpurea*, особенности формирования вегетативных побегов и цветоносов.

Задачи исследования:

- раскрыть влияние термических условий на ход морфогенеза побегов;
- определить основные ритмологические параметры, характерные для сезонного развития *L. callicephala* и *L. purpurea*;
- выявить фенологические даты, а также циклы и условия формирования вегетативно-генеративных побегов растений указанных видов.

Цель исследования: сопоставление цикличности в развитии вегетативно-генеративной сферы побегов растений *L. callicephala* и *L. purpurea*.

Фенологические наблюдения проводили по методике В.Н. Голубева [1]. Ежегодно проводили фиксацию условий, характерных для сезонных периодов роста, покоя и отмирания побегов и листьев, определяли порядок заложения генеративных зачатков и условия развития цветоносов.

### Результаты и обсуждение

До последнего времени фазы сезонного развития *L. callicephala* и *L. purpurea* фиксировали исключительно *in situ*. При этом сроки цветения *L. callicephala* были определены периодом с июня по июль, *L. purpurea* – с мая по июнь [2, 8, 10], тогда как для обобщенного таксона *L. purpurea* период цветения указывают, опять же, с июня по июль [11].

В ходе многолетних наблюдений сезонного развития растений *L. callicephala in situ* выяснено, что прорастание семян и фаза возобновления вегетации приурочены к периоду устойчивого роста среднесуточной температуры воздуха с +6° С до +8° С и выше (в апреле). Побеги, возобновляющие весенний рост, формируются с поздней весны прошлого года и до начала морозного периода (конец ноября). Кроме этого, поздним летом у растений образуется осенняя генерация побегов с недоразвитыми

листовыми пластинками. При наступлении морозного периода все зеленые листья отмирают. Верхушечные, пазушные почки при отмерших листьях, почки каудекса и корня зимуют в состоянии глубокого биологического покоя. В следующем сезоне в вегетацию вступают побеги трех генераций: две перезимовавшие – поздневесенне-осенняя и позднелетне-осенняя, а также не зимовавшая весенняя генерация побегов из почек, раскрывшихся текущей весной. Побеги зимовавшей поздневесенне-осенней генерации продолжают вегетативное развитие до конца мая. При повышении среднесуточной температуры воздуха до  $+11 - 12^{\circ} \text{C}$  здесь закладываются генеративные зачатки. В дальнейшем, при росте среднесуточной температуры воздуха (середина июня,  $+14^{\circ} \text{C}$ ), у растений развиваются удлинённые цветоносы. Цветение и плодоношение приурочены к термическому оптимуму климата яйлы – конец июля, август (таблица 1). После кратковременной диссеминации (путем анемохории) в августе, цветоносы отмирают.

Таблица 1

**Фенологические даты и продолжительность основных фаз развития растений *L. callicephalo* в условиях *in situ***

Год наблюдений	Начало и конец вегетации	Начало и окончание цветения	Начало и конец плодоношения
2012	15.04 – 16.11	14.06 – 1.08	22.07 – 27.08
2013	16.04 – 15.11	15.06 – 30.07	24.07 – 25.08
2014	15.04 – 15.11	15.06 – 1.08	24.07 – 25.08
2015	18.04 – 14.11	15.06 – 1.08	25.07 – 25.08
Средняя фенодата	17.04 – 15.11	15.06 – 1.08	24.07 – 25.08

В условиях *ex situ* растения *L. callicephalo* развиваются несколько иначе. Семена прорастают, начиная уже с зимних оттепелей (январь-февраль), хотя пик прорастания приурочен к концу марта и началу апреля ( $+7-8^{\circ} \text{C}$ ). В первый год жизненного цикла формируются главный и первые розеточные боковые побеги. Синхронно развиваются две генерации побегов: главный побег формирует весенне-летне-осенний прирост, а боковые – летне-осенние приросты. К осени у растений образуется еще одна генерация побегов и листьев. В прохладный период все три генерации побегов сохраняют зеленые листья, хотя большая часть весенне-летних листьев постепенно отмирает. Формирование новых листьев возобновляется при повышении среднесуточной температуры воздуха до  $+5^{\circ} \text{C}$  и выше (конец февраля – начало марта): в этот период раскрываются перезимовавшие почки, из которых формируются побеги весенней генерации. В верхушечной же почке двулетнего главного побега при среднесуточной температуре воздуха  $+11^{\circ} \text{C}$  образуются генеративные зачатки: растение входит в фазу генеративного развития. Цветонос удлиняется при повышении среднесуточной температуры воздуха до  $+14^{\circ} \text{C}$ : здесь формируются бутоны, раскрываются корзинки (конец апреля, начало мая). Цветение продолжается до середины июня. Плодоношение приурочено к июню – началу июля (таблица 2). После диссеминации цветонос отмирает. Боковые вегетативные розеточные побеги (весенне-летне-осенние, осенне-весенне-летне-осенние) переходят при соответствующих термических условиях в генеративную фазу развития не ранее, чем на следующий год жизненного цикла.

Таблица 2

**Фенологические даты и продолжительность основных фаз развития растений *L. callicephala* в условиях *ex situ***

Год наблюдений	Начало и конец ростовых процессов	Начало и окончание фазы цветения	Начало и конец фазы плодоношения
2012	2.03 – 26.11	24.04 – 15.06	20.06 – 17.07
2013	1.03 – 25.11	25.04 – 17.06	22.06 – 15.07
2014	26.02 – 25.11	25.04 – 17.06	22.06 – 15.07
2015	1.03 – 24.11	25.04 – 15.06	22.06 – 15.07
Средняя фенодата	1.03 – 25. 11	25.04 – 16.06	21.06 – 16. 07

Таким образом, в условиях *in situ* *L. callicephala* формируется как летнезеленое, а в условиях *ex situ* – как летне-зимнезеленое растение. Разница в продолжительности цикла развития одноосного моноподиального побега и в датах вступления растений *in situ* и *ex situ* в генеративную фазу развития обусловлена существенным различием в продолжительности формирования вегетативной сферы будущего генеративного побега: в условиях *ex situ* период ее образования охватывает почти весь календарный год; в условиях *in situ* вегетативная сфера формируется в течение сравнительно короткого теплого сезонного периода: с апреля по октябрь и возобновляет развитие с апреля следующего года. Общей закономерностью в ходе развития побегов *L. callicephala* в различных условиях является то, что переход в генеративную фазу происходит только после зимовки и только после завершения процесса образования вегетативной сферы побега, которая растянута во времени на два года и более. Поэтому молодые растения *L. callicephala* в любых климатических условиях, никогда не вступают в генеративные фазы развития в первый год жизненного цикла.

По ритму вегетации *L. purpurea* характеризуют как летне-зимнезеленые растения [2]. Выяснено, что в условиях *ex situ* прорастание семян этого вида приурочено к среднесуточной температуре воздуха до +7 – 11° С (март, апрель). Растения развиваются синхронно с ростом среднесуточной температуры воздуха, последовательно проходя виргинильные фазы онтогенеза. В начале июня при температуре воздуха +17 – 18° С главный побег вступает в генеративный этап развития: здесь происходит заложение генеративных зачатков. При росте среднесуточной температуры воздуха до +19 – 20° С и выше (июнь) растение вступает в фазу цветения. Одновременно с цветоносом формируется система боковых розеточных побегов, берущих начало из пазушных почек. В условиях указанного термического режима боковые побеги также сразу дают цветоносы. Процесс цветения, за счет постоянно формирующихся боковых побегов с закладывающимися генеративными зачатками, растягивается до середины осени. Лишь при устойчивом снижении среднесуточной температуры воздуха ниже +15° С (середина октября) заложение генеративных органов прекращается: у очередных по времени заложения боковых побегов развивается только вегетативная сфера. В результате у наиболее мощных растений за сезон формируется до 30 и более цветоносов.

Понижение температуры воздуха в ноябре до +10° С и ниже замедляет генеративное развитие уже сформировавшихся цветоносов. Накануне зимовки у растений функционируют побеги с уже сформировавшейся вегетативной сферой и сохраняются цветоносы с бутонами и соцветиями, хотя плоды уже не вызревают. Вегетативные розеточные побеги зимуют с зелеными листьями позднелетне-осенней генерации и продолжают развитие следующей весной (конец февраля, начало марта). Заложение генеративных зачатков приурочено к термическим условиям начала апреля, а цветение – к началу мая (при температуре воздуха +12 – 14° С).

Таким образом, по сравнению с *L. callicephala* у растений *L. purpurea* развитие цветоносов имеет другой порядок и происходит в более широком диапазоне термических условий. В результате фаза цветения *L. purpurea* по времени гораздо более продолжительна. Это явление обусловлено отличиями в скорости формирования вегетативной сферы главного и боковых побегов у растений указанных таксонов, необходимой для перехода этих побегов в генеративное состояние. Вегетативное развитие побега *L. callicephala* составляет не менее двух сезонов, а цветение всегда сопряжено с периодом роста среднесуточной температуры воздуха после зимовки. Цикл вегетативного развития побега *L. purpurea* также зависит от температурного режима, но в условиях термического максимума в поздневесенне-летне-среднеосенний период он весьма скоротечен. Поэтому, если у *L. callicephala* боковые побеги, образующиеся при осевом цветоносе, выполняют исключительно функцию ассимиляции независимо от внешних условий, то у растений *L. purpurea* в указанный сезонный период побеги проходят полный цикл развития. Кроме этого, если у растений *L. callicephala* количество цветоносов, образующихся за сезонный период, зависит от условий развития вегетативных побегов, сформировавшихся в прошлом сезоне, то у растений *L. purpurea* образование цветоносов, которые формирует каждый боковой побег, ограничивает исключительно термический фактор: среднеосеннее снижение температуры воздуха.

Известно, что ритмы растений имеют эндогенную природу и лишь регулируются условиями микроклимата, сопряженность с условиями которого вырабатывается в процессе адаптации вида к внешним условиям [4–7]. Следовательно, ритмологические особенности в сезонном развитии вида проявляются в той мере, которую обуславливают конкретные климатические условия (и другие внешние факторы), влияющие на реализацию морфоструктурного потенциала растений. Способность побегов *L. purpurea* проходить полный цикл развития в теплый период года является ключевым признаком этого вида. Морфогенез побегов у растений *L. callicephala* реализуется в условиях других ритмологических параметров.

### Выводы

1. Развитие генеративной сферы побегов у *L. callicephala* и *L. purpurea* приурочено к периоду роста среднесуточной температуры воздуха после зимовки, а цветение приурочено к условиям сезонного термического оптимума.
2. Независимо от условий термического режима формирование вегетативной сферы побега *L. callicephala* растянуто во времени на несколько сезонов.
3. Развитие побегов *L. purpurea* в летний период скоротечно: они сразу проходят полный цикл развития.
4. Ритмологические особенности *L. callicephala* и *L. purpurea* обусловлены генетически: определяются различными биоэкологическими эндогенными признаками указанных видов.

### Список литературы

1. Голубев В.Н. Методические рекомендации к составлению региональных биологических флор // Никит. ботан. сад. – Ялта, 1981. – 28 с.
2. Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. – Ялта, 1996. – 126 с.
3. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова: Монография. – Симферополь: Н. Оріанда, 2012. – 232 с.
4. Серебряков И.Г. О ритме сезонного развития растений подмосковных лесов // Вестник МГУ. – 1947. – № 6. – С. 159–176.

5. *Серебряков И.Г.* Морфология вегетативных органов высших растений. – М.: Сов. Наука, 1952. – 391 с.
6. *Серебряков И.Г.* Сравнительный анализ некоторых признаков ритма сезонного развития растений различных ботанико-географических зон СССР // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1964. – Т. 69, № 5. – С. 72–89.
7. *Серебрякова Т.И.* Некоторые итоги ритмологических исследований в разных ботанико-географических зонах СССР // Проблемы экологической морфологии растений. – М.: Наука, 1976. – С. 216–238.
8. *Флора СССР*. Т. 29 / Ред. Е.Г. Боброва, Н.Н. Цвелева. – М, Л.: Наука, 1964. – 796 с.
9. *Флора Крыма* / Отв. ред. Н.И. Рубцов, Л.А. Привалова. – Ялта, 1969. – Т. 3, вып. 3 – 393 с.
10. *Флора Европейской части СССР*. Т. 7 / Отв. ред. Ан.А. Федоров. – Л.: Наука, 1994. – 317 с.
11. *Червона книга України. Рослинний світ.* / Я.П. Дідух (ред.). – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 326.

Статья поступила в редакцию 05.11.2015 г.

**Nikiforov A.R., Nikiforova A.A. Rhythmological differences at development of *Lagoseris Callicephal* and *Lagoseris Purpurea* (Asteraceae).** // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 58-63.

For the first time *Lagoseris callicephal* and *Lagoseris purpurea* were investigated from the point of view of seasonal differences. It concerns either blooming and fruiting terms or development peculiarities of vegetative sphere of shoots, development of flower-bearing stems and correlation of generative phase with different thermal conditions.

**Key words:** Mountain Crimea, *Lagoseris callicephal*; *Lagoseris purpurea*, seasonal development.

УДК 581.144.1

## СТРУКТУРА ЛИСТЬЕВ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ВИДОВ ПОДСЕМЕЙСТВА АРИОИДЕАЕ ДРУДЕ (АРИАСЕАЕ ЛИНДЛ.)

Сергей Юрьевич Наумов

Луганский национальный аграрный университет,  
91008, г. Луганск, ЛНАУ, университетский городок  
mr\_sun@ramler.ru

На основании проведенных сравнительных морфолого-анатомических исследований закономерностей онтогенеза листьев ряда видов подсемейства Ариоидеае показано, что листья этих видов являются сложными, а не простыми рассеченными.

**Ключевые слова:** сельдерейные; простые листья; сложные листья; черешок; черешочек

### Введение

Листья бывают простые и сложные. Если у листа одна листовая пластинка, его называют простым. Если же на одном черешке с общим основанием располагается несколько обособленных пластинок, иногда даже с собственными черешочками, тогда такие листья называют сложными. Процесс формирования сложного листа напоминает ветвление, происходящее в одной плоскости, которое может идти до второго-третьего порядка и тогда образуются листья дважды- и триждыперистосложные, многократно

тройчатые и т.д. [4, 11, 21, 28 и др.]. А. Тахтаджян отмечает, что простой лист никогда не расчленяется на отдельные резко отграниченные сегменты, называемые листочками, в отличие от сложных листьев [3]. Листочки типичных сложных листьев снабжены сочленением, благодаря которым они во время листопада обычно опадают частями [16]. Указанная здесь особенность сложных листьев свойственна в основном древесным и кустарниковым растениям, из травянистых – только некоторым семействам, в частности, семейству Fabaceae Lindl. [13, 16, 29]. Однако в некоторых семействах травянистых растений формируются листья, которые сложно однозначно отнести к тому или иному типу – простым или сложным в связи с тем, что им не свойственно раздельное опадание листочков. К таковым, в частности, следует отнести листья большинства видов подсемейства *Apiioideae*, которые после полного отмирания остаются прикрепленными к стеблю. В литературных источниках нет единого мнения относительно их структуры. Большая часть авторов относит листья представителей подсемейства к простым в различной степени расчлененным [14-17, 22], другие авторы не определились в этом вопросе и часто противоречат сами себе [1], некоторые исследователи считают листья видов подсемейства сложными [10, 23, 26]. Таким образом, целью наших исследований было однозначное определение типа листьев на основании полученных нами данных у некоторых представителей подсемейства *Apiioideae*.

#### Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили виды растений подсемейства *Apiioideae* Drude. Семена *Levisticum officinale* Koch. получены из Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова. Семена некоторых культурных видов подсемейства, в частности, *Apium graveolens* L., *Daucus sativus* (Hoffm.) Roehl., *Foeniculum vulgare* Mill., *Petroselinum crispum* (Mill.) A.W. Hill. приобретены в розничной торговле. Дикие виды подсемейства *Bupleurum rotundifolium* L., *Conium maculatum* L., *Daucus carota* L. собраны во время ботанических экспедиций на юго-востоке Украины. На территории Никитского ботанического сада (Крым) собраны и исследованы *Bupleurum asperuloides* Heldr., *Bupleurum fruticosum* L. Растения *Bupleurum woronowii* Manden. собраны во время экспедиции на г. Чатыр-Даг.

Выращивание растений производили как в лаборатории светокультуры, так и в полевых условиях. За всеми растениями проводили регулярные наблюдения на протяжении всего жизненного цикла. Морфологические особенности листьев видов семейства *Apiaceae* и некоторых других травянистых растений изучали на живом и гербарном материале. Изображения листьев получали как традиционным способом фотографирования, так и с применением компьютерной техники. Для иллюстрации исследования автор использовал оригинальные фотографии, обработанные на компьютере с помощью таких программ как Adobe Photoshore, Corel Draw.

Анатомическое строение черешков изучали на поперечных срезах. Использовали розеточные листья виргинильных особей. Поперечные срезы в 5-8-кратной повторности делали в средней части черешка полностью сформированных листьев, так как именно в этой части структура их наиболее константна [15]. Материал фиксировали в смеси Карнуа. Затем приготавливали по общепринятой методике серийные микротомные поперечные срезы толщиной 10-12 мкм. Окраску срезов производили гематоксилином Эрлиха с подкраской генциановым фиолетовым или метиленовым синим [27]. Строение черешков и черешочков изучали под микроскопом МБИ-3. Микрофотографии получили с помощью цифровой камеры Olympus SP350 [9].

### Результаты и обсуждение

Для целей классификации любых органов или организмов необходимо их изучение в то время, когда они полностью сформировались. Это относится, в частности, и к листьям.

Изучение развития листьев в онтогенезе в целом с применением только морфологических методов не может однозначно помочь в решении вопроса об их отнесении к простым или сложным, т.к. на ранних этапах развития простых рассеченных и сложных листьев их онтогенез протекает сходно в результате пролиферации клеток кастальной и интеркастальной тканей [11, 13, 23, 25, 26]. В последние годы интенсивные исследования на модельных растениях привели к идентификации определенного числа генов, контролирующих рост и развитие растений. В результате было показано, что сложные листья образуются из развивающихся простых индукцией класса I *KNOTTED*-подобных генов (*KNOX1*, а также генов *ARP*, *FLO*, *PHAN*) [20, 21, 24]. Эти гены были обнаружены у *Solanum lycopersicum* L., у которых их активность ведет к более высокой расчлененности сложных листьев [24]. Они были найдены и у представителей *Apioidae* и, в частности, у *Pimpinella anisum* L. и *Daucus carota* L. Правда, стоит отметить, что листья *Pimpinella anisum* авторы считают простыми, образующимися из сложных примордиев, указывая при этом, что другие виды рода *Pimpinella*, как и в целом многие представители семейства *Apiaceae*, имеют высоко расчлененные листья. Т.о. авторы предполагают, что простые листья *Pimpinella anisum* имеют вторичное происхождение, несмотря на наличие сложных примордиев [19]. Возможно, они не учитывают тот факт, что для аниса, как и для других видов подсемейства *Apioidae*, характерна гетерофиллия. Ранее нами было установлено, что в течение онтогенеза у *Pimpinella anisum* первыми образуются простые листья, которые в последующем сменяются непарноперистосложными с 9-ю листочками [12].

Применение различных методов (физиономический, структурный, ритмологический, анатомический) анализа строения листьев у представителей семейства *Apiaceae* показало, что у изученных видов, входящих в подсемейство *Apioidae*, большая часть листьев, формирующихся в течение онтогенеза, обладает всеми морфологическими признаками сложных листьев. Исключение составляют представители рода *Vupleurum*, онтогенез листьев которого представляет отдельную проблему, требующую разрешения, в связи с наличием в этом таксоне видов с листьями, обладающими как сетчатым, так и параллельным жилкованием. Листья же большинства видов *Apioidae* несут более двух листовых пластинок, прикрепленных к рахису при помощи ясно выраженных черешочков, позволяющих листочкам располагаться в различных плоскостях по отношению к источнику света. Рахисы, как и черешочки боковых листочков, у различных видов сохраняют типичное строение, свойственное черешку – у одних видов они округлые, у других желобчатые. Однако во всех случаях на них нет каких-либо «оторочек» (полосок листовых пластинок), поэтому нет оснований называть боковые листочки сегментами простого листа. Кроме того, черешки, черешочки и рахисы листьев представленных видов подсемейства *Apioidae* состоят из тканей трех типов: покровной, основной и проводящей; проводящие пучки отделены друг от друга прослойками основной паренхимы (подобно первичной структуре стебля некоторых травянистых растений [18]); отличаются радиальной симметрией, т.е. их можно отнести к осевым структурам.

У большинства изученных видов, как уже отмечалось выше, формирование сложных листьев напоминает ветвление, начинающееся с отхождения в черешке и рахисе проводящих пучков и продолжающееся до второго-четвертого порядков; при этом морфологическое строение узлов ветвления сходно с узлами ветвления листьев,

которые бесспорно относят к сложным, в частности, с узлами ветвления тройчатосложных листьев *Melilotus albus* Medik.

В целом следует подчеркнуть, что черешочки устроены принципиально так же, как черешки. В частности, у *Conium maculatum* крупные черешочки и первого, и второго порядков имеют в центре полость, что не характерно ни для листовой пластинки вообще, ни для ее центральной жилки, но является особенностью черешков. По мере продвижения к верхушке листа и к верхушкам боковых листочков, полость в рахисе и черешочках становится все меньше и заменяется рыхлой паренхимной тканью белого цвета. Подобные признаки строения узлов, черешков, рахисов и черешочков встречались практически у всех исследованных видов подсемейства *Apioideae* [5, 7, 8].

У представителей подсемейства *Apioideae* достаточно часто наблюдалось явление отмирания листочков сложного листа, не имеющих признаков повреждений. Листочки не опадали, оставались в прикрепленном состоянии вплоть до гибели всего листа. Это отмечалось у *Apium graveolens*, *Conium maculatum*, *Daucus carota*, *Peucedanum ruthenicum* и других.

Отвлекаясь от вышеприведенных данных можно предположить: если обязательной особенностью сложных листьев считать их подразделение на листочки с черешочками, то проблема может быть решена путем сравнения строения черешочков и черешков. А именно, если черешочек цилиндрический и его строение сходно со строением черешка, мы имеем дело со сложным листом. Анатомические исследования показали, что по строению листочки сложного листа подобны первым простым листьям того же вида. В частности, черешочки листочков сохраняют типичное строение, характерное для черешков, а у некоторых видов, например, у *Apium graveolens*, они обладают даже более сложным строением, в сравнении с черешком первого настоящего листа (рис. 1). Так, из рисунка видно, что в отличие от черешка первого настоящего листа (рис. 1Г), в черешочке латерального листочка сформировались пять закрытых коллатеральных пучков, три из которых крупные и два, расположенные в выступах желобка, мелкие (рис. 1Д). Кроме того, в черешочке напротив проводящих пучков развиты тяжи угольной колленхимы, отсутствующие в черешке. Черешочек нельзя назвать частью сегмента или доли листовой пластинки.

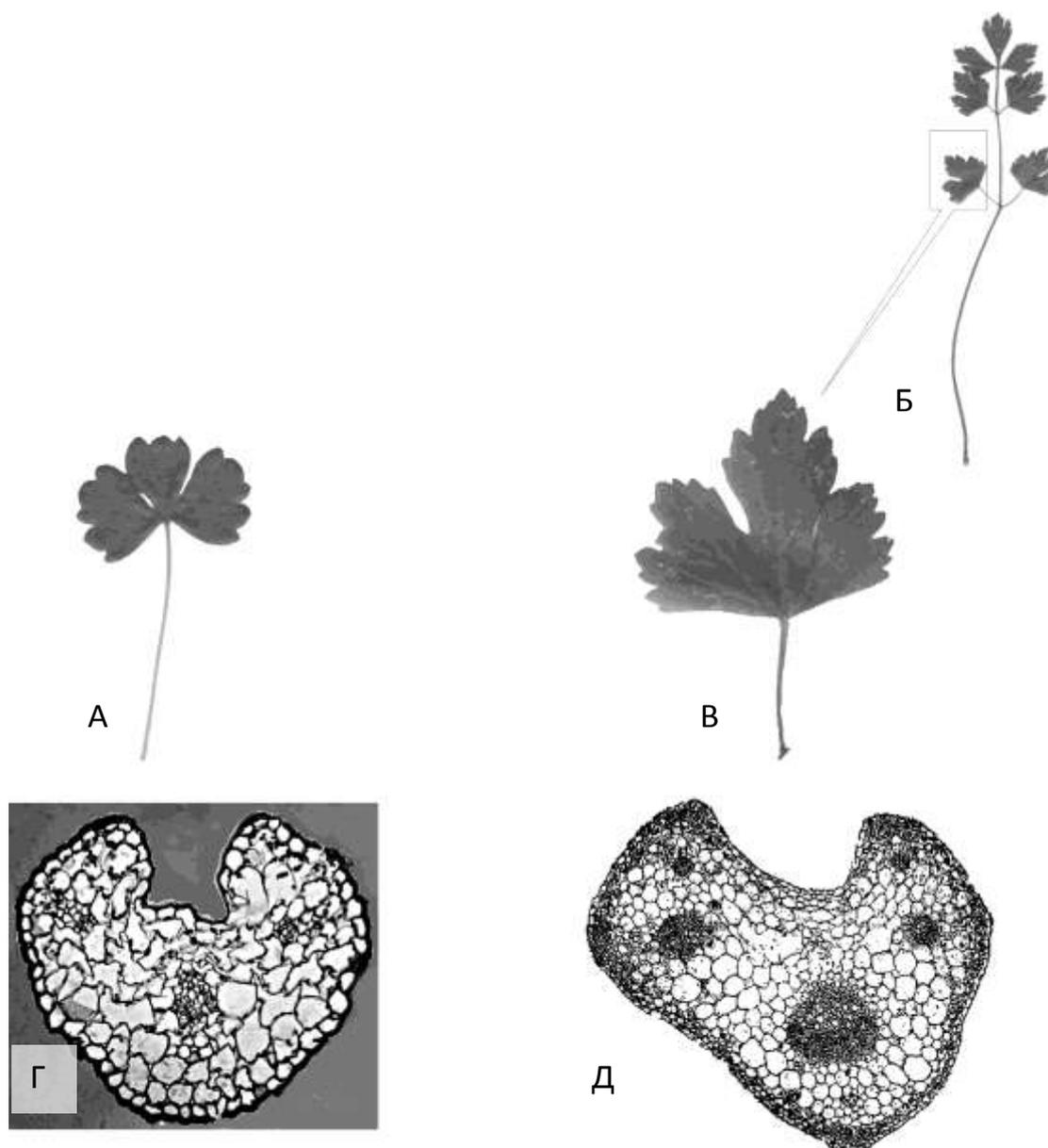


Рис. 1 Первый настоящий лист (А), непарноперистосложный лист (Б) и отсеченный латеральный листочек (Б) *Arium graveolens*: Г – срез черешка первого настоящего листа (гематоксилин, ув. 20x7); Д – срез черешочка латерального листочка (гематоксилин, ув. 10x10)

Первый настоящий лист *Petroselinum crispum* простой, рассеченный на три сегмента (рис. 2 А). Черешок длинный, желобчатый, в поперечном разрезе близок к треугольному, сверху покрыт одним слоем клеток эпидермиса, под которым располагается два слоя клеток хлоренхимы (рис. 2 Г). Большая часть черешка заполнена овальными клетками основной паренхимы, в толще которой располагается три проводящих пучка. Следующим у *P. crispum* формируется тройчатосложный лист (рис. 2 Б). Черешочек нижней пары боковых листочков по своему строению сходен с черешком первого листа. Разница заключается лишь в том, что в черешочке напротив проводящих пучков под клетками эпидермиса и в выступах желобка развиты тяжи колленхимы, отсутствующие в черешках первых листьев (рис. 2 Д). Кроме того, линейные размеры черешков больше таковых черешочков. Подобные небольшие различия в строении черешков простых листьев и черешочков сложных листьев одного

и того же вида растений подсемейства *Apioidae* характерны и для других изученных видов: *Daucus sativus*, *D. carota*, *Foeniculum vulgare* и др. [5-8].

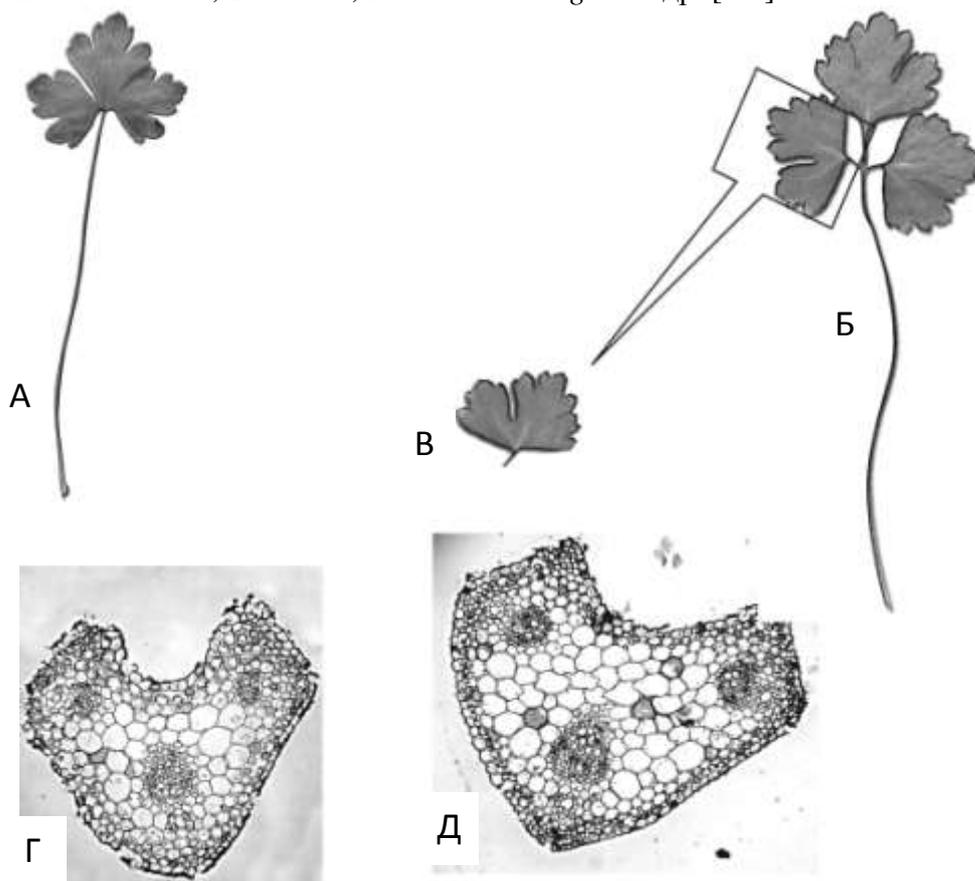


Рис. 2 Первый настоящий лист (А), тройчатосложный лист (Б) и отсеченный латеральный листочек (В) *Petroselinum crispum*: Г – срез черешка первого настоящего листа (гематоксилин, ув. 8x7); Д – срез черешочка латерального листочка (гематоксилин, ув. 8x7)

Известно существование двух гипотез, объясняющих гомологию простых и сложных листьев. Первая гипотеза, предложенная Sattler R. и Rutishauser R., уравнивает отдельные листочки сложного листа с простыми листьями. Вторая гипотеза, предложенная Kaplan D., трактует целый сложный лист как эквивалент простого листа [20]. Полученные нами данные свидетельствуют в пользу первой гипотезы, т.к. по анатомическому строению листочки сложного листа сходны с простыми листьями того же самого растения, а в большинстве случаев имеют и более сложное строение [5-9].

### Выводы

1. Изученные листья представителей подсемейства *Apioidae* обладают всеми признаками сложных листьев. Типичные сочленения в узлах, позволяющие листочкам сложного листа самостоятельно опадать, отсутствуют. По нашему мнению, применение термина «сочленение» в случае сложных листьев, не совсем уместно, т.к. в процессе заложения и развития сложных листьев никаких процессов сочленения частей не происходит. Известно, что сложный лист развивается как единое целое [11, 13, 21, 23, 25, 26 и др.] и как уже отмечалось выше, в узлах происходит разветвление проводящих пучков с сопутствующими элементами механической ткани.

2. Основываясь на полученных нами результатах исследований, считаем, что листья представителей *Apioidae*, состоящие из нескольких обособленных листовых пластинок, вне зависимости от того, опадают они отдельно или лист отмирает целиком,

следует считать сложными. Заметим в этой связи, что Линней К. [4] разграничивал простые и сложные листья именно по степени их расчлененности.

### Благодарности

Автор приносит свою благодарность старшему научному сотруднику Ботанического института им. В. Комарова (Санкт-Петербург, Россия) доктору Оскольскому А.А. за полезные консультации и советы при обсуждении статьи.

### Список литературы

1. Ботанический атлас / Под общ. ред. Б.К. Шишкина. – М.-Л.: Сельхозиздат, 1963. – 504 с.
2. Гендельс Т.В. Особенности морфогенеза листа двудольных // Ботан. журн. – 1988. – Т. 73, № 11. – С. 1554-1559.
3. Жизнь растений в 6-ти тт. / Под общ. ред. акад. А.Л. Тахтаджяна. – М.: Просвещение, 1980. – Т. 5. Ч. 1. – 430 с.
4. Линней К. Философия ботаники. – М.: Наука, 1989. – 456 с.
5. Наумов С.Ю. Анатомічні дослідження листків *Petroselinum crispum* (Mill.) A.W.Hill. // Укр. ботан. журн. – 2007. – Т. 64, № 6. – С. 901-904.
6. Наумов С.Ю. Формообразование листьев *Daucus carota* L. в течение онтогенеза // Збірник наукових праць ЛНАУ. – Луганськ: „Елтон-2”, 2007а. – № 75 (98). – С. 87-93.
7. Наумов С.Ю., Бриль О.А. Анатомические исследования васкулярной системы листьев *Daucus carota* L. // Збірник наукових праць Луганського НАУ. – 2007. – № 79 (102). – С. 32-40.
8. Наумов С.Ю., Злобина А.А. Изменение васкулярной системы листьев прикорневой розетки *Foeniculum vulgare* Mill. // Збірник наукових праць Луганського НАУ. – 2008. – № 83. – С. 73-80.
9. Наумов С.Ю., Соколов И.Д. Досвід використання цифрових пристроїв у біології // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Л. Українки. – 2004. – № 4. – С. 76-79.
10. Сацыперова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. – Л.: Наука, 1984. – 223 с.
11. Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. – М.: Гос. изд-во «Сов. наука», 1952. – 391 с.
12. Соколов И.Д., Наумов С.Ю., Миняева И.В., Шелихов П.В. Формообразование листьев в онтогенезе аниса (*Anisum vulgare* Gaertn.) // Вісник Донецького університету. Серія А. Природничі науки, 2001. – № 2. – С. 294-297.
13. Тен А.Г. Рост листа бобовых растений в онтогенезе // Вопросы морфологии, роста и развития растений: Труды Целиноградского СХИ. – 1973. – Т. 9, вып. 3. – С. 25-49.
14. Тихомиров В.Н. Происхождение, эволюция и система семейства зонтичных (Umbelliferae Juss. – Apiaceae Lindl.): Автореф. дис. докт. биол. наук / МГУ им. М. Ломоносова. – М., 1977. – 39 с.
15. Тихомиров В.Н., Яницкая Т.О., Пронькина Г.А. Зонтичные Средней России. Определитель по вегетативным признакам. – М.: Аргус, 1996. – 88 с.
16. Федоров Ал.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений: Лист. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 302 с.
17. Флора СССР / Ред. Б.К. Шишкина. – М.-Л.: изд-во АН СССР, 1950. – Т. XVI. – 648 с.
18. Эзау К. Анатомия семенных растений. – М.: «Мир», 1980. – 558 с.

19. *Bharathan G., Goliber T.E., More C., Kessler Sh., Pham T., Sinha N.R.* Homologies in leaf form inferred from *KNOX1* gene expression during development // *Science*, 2002. – Vol. 296, N 5574. – P. 1858-1860.
20. *Champagne C., Sinha N.* Compound leaves: equal to the sum of their parts? // *Development*, 2004. – Vol.131. – P. 4401-4412.
21. *Cronk Q.* *The Molecular Organography of Plants.*-Oxford: University Press, 2009.-259 p.
22. *De Candolle Aug. P.* *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis.* – Paris, 1830. – V. 4. – 683 p.
23. *Eberwein R.K.* Bau und ontogenese unkonventioneller Blätter des typs 'unifaziale Phyllome' und deren beitrage zur theorie des spermatophytenblattes: Dis. Doktors der Natur. / Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Österreich, 1995. – 77 p.
24. *Eckardt N.A.* Evolution of compound leaf development in Legumes: Evidence for overlapping roles of *KNOX1* and *FLO/LFY* genes // *Plant cell.* – 2007. – Vol.19. – P. 3315-3316.
25. *Gerrath J.M., Lacroix, C.R.* Heteroblastic sequence and leaf development in *Leea guineensis* // *Int. J. Plant Sci.*, 1997. – Vol. 158 (6). – P. 747-756.
26. *Guedes M.* Leaf morphology in the Umbelliferae: Rachis, unifaciality, stipels and pinna insertion // *Phyton.* 1984. – Vol. 24. – P. 257-272.
27. *Lillie R.D.* *Histopatologic technic and practical histochemistry.* New York: 1965. 645 p.
28. *Meyen S.V.* Plant morphology in its nomothetical aspects // *Bot. Rev.* 1973. – Vol. 39, № 3. – P. 205-260.
29. *Takhtajan A.L.* *Diversity and Classification of Flowering Plants.* New York: Columbia University Press, 1997. – 643 p.

*Статья поступила в редакцию 23.12.2015 г.*

**Naumov S.Yu.** Leaf structure of herbaceous plants, cultivars of *Apioideae* *Drude* subfamily (*Apiaceae* *Lindl.*) as study cases. // *Bull. of the State Nikit. Botan. Gard.* – 2016. – № 118. – P. 63-70.

In the course of comparative morphological and anatomical researches of leaf ontogeny mechanisms within a number of cultivars belonging to *Apioideae* subfamily, it was revealed their leaves are truly compound.

**Key words:** *Apioideae; simple leaf; compound leaf; petiole; petiolule.*

УДК 581.522.68

## ИНТРОДУКЦИЯ *EREMURUS ROBUSTUS* (REGEL) REGEL В ЛУГАНСКЕ

Сергей Юрьевич Наумов<sup>1</sup>, Людмила Ивановна Сигидиненко<sup>2</sup>

Луганский национальный аграрный университет  
91008, г. Луганск, аграрный университет  
sergey.naumov@mail.ru

Отмечен результат успешной интродукции растений вида эремуруса мощного, посадочный материал которого был предоставлен сотрудниками Никитского ботанического сада. На третий год жизни в условиях г. Луганска растения зацвели, образовали плоды и полноценные семена.

**Ключевые слова:** *Eremurus robustus; интродукция; ритмы роста и развития*

### Введение

Эремурус мощный – сокращающийся эндемик Тянь-Шаня и Памиро-Алтая с разорванным ареалом [6, 8]. В связи с усилением антропогенных изменений природной

флоры становится все более очевидным, что для сохранения эндемиков должны быть использованы все возможные пути и средства. Кроме того, повышенный спрос населения на декоративные растения (каковым является и эремурус мощный) требует не только увеличения количества посадочного материала, но и значительного расширения ассортимента экзотических и малораспространенных растений в регионе. Ранее эремурус мощный культивировался в 5-ти ботанических садах СССР, большая коллекция эремурусов в 80-х годах прошлого столетия была и в Донецком ботаническом саду [4]. Однако в настоящее время в ДБС выращивается только один вид – *Eremurus spectabilis*, популяции которого обнаружены на Луганщине [3]. Поэтому важным является возобновление коллекции эремурусов в Донецком регионе с последующим использованием их в озеленении городов Донбасса.

Целью наших исследований было определение особенностей развития растений в условиях г. Луганска и получение жизнеспособных семян.

### Объекты и методы исследований

Корневища объекта исследований *Eremurus robustus* в июне 2012 г. в количестве 3 штук были любезно предоставлены сотрудниками Никитского ботанического сада. Осенью того же года они были высажены в различных районах г. Луганска и его окрестностей на приусадебных участках сотрудников кафедры биологии растений Луганского аграрного университета. К сожалению, наблюдения были произведены только за двумя особями, т.к. третья находится в зоне боевых действий.

Фенологические наблюдения проводили по общепринятым методикам исследований в ботанических садах [2]. При этом учитывали основные фенологические фазы развития растений: появление молодых побегов после зимнего периода покоя, образование листьев прикорневой розетки, развитие цветоносного побега, бутонизация, начало и конец цветения, начало созревания плодов, полное созревание плодов, отмирание надземных вегетативных и генеративных органов. Все фазы развития фотографировались с использованием камеры Nikon D40. Полученные изображения размещены на сайте «Плантариум» (электронный определитель растений on-line) [10]. Измерения производили приборами, прошедшими метрический контроль.

### Результаты и обсуждение

*Eremurus robustus* (Regel) Regel (1873) в настоящее время в системе AGP III относят к семейству Xanthorrhoeaceae Dumort (1829) порядка Asparagales Bromhead (1838) [1], тогда как во Флоре его относили к семейству Liliaceae Hall. А.П. Хохряков считал его представителем рода *Henningia* Kar. et Kir. (1842). Традиционно же его современные авторы относят к семейству Asphodelaceae Burnett, 1835 порядка Amaryllidales J.St.-Hil. [5, 9, 10].

Укороченные корневища с радиально расходящимися веретеновидными утолщенными корнями высадили в грунт на открытых местах осенью 2012 г. В последующие два года растения *E. robustus* к цветению не приступали, а образовывали только розетку листьев. За годы наблюдений у изучаемых экземпляров ростовые процессы проходили синхронно.

В середине последней декады марта 2015 г. было отмечено начало вегетации с появления зимующей почки возобновления на поверхности почвы (рис. 1а). Следует отметить, что листья отличались интенсивным ростом и к концу апреля прикорневая розетка полностью сформировалась и состояла из 25 толстых и сочных листьев, достигших практически своей максимальной длины. Почти сразу, не смотря на хорошую увлажненность, кончики листьев начали подсыхать, однако их рост в основании продолжался. Развитые листья широко-линейные, с килем. Наружные

листья у основания достигают ширины до 6-8 см и в длину – до 50-60 см. Мягкие на ощупь, гладкие (рис. 1б).



Рис. 1 Почка возобновления (а) и прикорневая розетка листьев (б) *E. robustus*

В начале второй декады апреля между листьями появляется зачаток соцветия, к первому мая уже возвышался над листьями прикорневой розетки. Цветонос у изучаемых особей не ветвистый, голый, цилиндрический в средней части от 2 до 2,5 см в диаметре, зеленого цвета. Развивается довольно быстро, его акропетальный рост продолжается и во время цветения, в итоге достигая у одной особи высоты 1 м 62 см, у второй – 2 м 15 см.

В начальных этапах развития соцветие кажется пушистым из-за развитых прицветников, которые представляют собой шиловидные листочки длиной до 2 см. Прицветники перепончатые, с одной жилкой, у основания расширенные, густо покрыты трихомами. По мере роста соцветия бутоны опережают в размерах прицветники и они становятся малозаметными.

Соцветие – султановидная кисть, развивается акропетально (рис. 2а). Стадия бутонизации наступает в конце первой декады мая. Распускание первого цветка отмечено 13 мая (рис. 2б). Бутоны отличаются более интенсивным розовым цветом, в то время как цветки белые с едва заметной розовой примесью. Околоцветник шестираздельный, состоит из двух кругов. Тычинок 6, столбик и рыльце пестика нитевидные. Цветоножка длинная, превышает в длину размеры цветка и во время цветения располагает цветок практически под углом 90° по отношению к оси соцветия. В целом период цветения протекает достаточно быстро и продолжается не более двух недель. Полностью развитое соцветие у более мощной особи достигало в длину 100 см, у второй особи – около 60 см. В первом случае насчитывалось 615 цветков, во втором – 235. Таким образом, плотность соцветия у одного растения составляла 6 цветков/см, у второго – около 4 цветков/см.



Рис. 2 Развивающееся соцветие в стадии бутонизации (а), цветок и бутон (б) в нижней части соцветия *E. robustus*

В течение цветения в нижней части соцветия в акропетальном порядке закладывались плоды, представляющие собой шаровидную плотную коробочку с тремя желобками, вначале зеленого цвета, а по мере созревания приобретающая светло-коричневый цвет (рис. 3а). Появление первых плодов было отмечено 23 мая. Развитые плоды достигли 2-х см в диаметре. По окончании цветения был подсчитано количество завязавшихся плодов. У более мощного растения *E. robustus* образовалось 89 коробочек, у второго – 59, таким образом, в первом случае процент завязывания составил 14,5%, во втором – 25,1%.

К середине третьей декады июня начался процесс отмирания вегетативных органов растений, которые к началу июля полностью высохли. В это же время коробочки начали растрескиваться и рассеивать сформированные семена. В среднем в каждой коробочке насчитывалось 7 семян. Семена трехгранные, с небольшим пленчатым крылом (рис. 3б).



Рис. 3 Созревающие коробочки (а) и зрелые семена (б) *E. robustus*

Подводя итог, следует отметить, что в природно-климатических условиях Луганска *E. robustus* является типичным эфемероидом, быстро и успешно проходит все фазы жизненного цикла. В тоже время *E. robustus* является красивоцветущим растением, отличается высокими декоративными качествами, что позволяет его рекомендовать для озеленения городов Донбасса. Исследования биологических особенностей и возможностей семенного размножения будут продолжены.

### Выводы

1. Предварительные исследования роста и развития интродуцированных особей *Eremurus robustus* показали, что растения успешно проходят все фазы жизненного цикла с образованием жизнеспособных семян.

2. В погодно-климатических условиях г. Луганска *Eremurus robustus* является типичным эфемероидом.

3. *Eremurus robustus* отличается высокими декоративными качествами и может быть рекомендован для возделывания в Донбассе.

### Список литературы

1. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова: монография. – Симферополь: Н. Орианда, 2012. – 232 с.

2. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М.: Гл. ботан. сад АН СССР, 1975. – 27 с.

3. Природно-заповідний фонд Луганської області //О.А. Арапов, Т.В. Сова, О.А. Савенко, В.В. Ференц та інш. Довідник. – 3-є вид., доп. і перероб. – Луганськ: Тов. «Віртуальна реальність», 2013. – 224 с.

4. Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивируемые в ботанических садах и других интродукционных центрах страны. – М.: Изд-во «Наука», 1983. – 304 с.

5. Скворцов А.К. Флора Нижнего Поволжья. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – Т. 1. – 435 с.

6. Флора СССР. В 30 т. / Гл. ред. и ред. тома В.Л. Комаров. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1935. – Т. 4. – С. 37-52.

7. Хохряков А.П. Эремурусы и их культура. – М.: Изд-во «Наука», 1965. – 128 с.

8. *Eremurus robustus* Regel – <http://redbooksam/rasteniija/33-eremurus-robustus-regel.html>. - Searched on 22 July 2015.

9. Mosyakin, S.L.; Fedoronchuk, M.M. Vascular plants of Ukraine. A Nomenclatural checklist. – Kiev: M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999. – 346 p.

10. Plantarium (определитель растений on-line) – <http://www.plantarium.ru/page/view/item/14934.html>. - Searched on 22 July 2015.

Статья поступила в редакцию 22.12.2015 г.

**Naumov S.Yu., Sigidinenko L.I. Introduction of *Eremurus robustus* (Regel) Regel in Lugansk. // Bull. Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 70-74.**

Introduction of *Eremurus robustus* (Regel) Regel plants was successfully carried out. Planting stock was provided by employees of Nikita Botanical Gardens. Three years later under conditions of Lugansk city plants started blooming, formed fruits and viable seeds.

**Key words:** *Eremurus robustus*, introduction, growth and development rhythms.

УДК 633.812:632:631.234

## ФИТОСАНИТАРНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЛАВАНДИНА В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Елена Борисовна Балыкина, Ольга Владимировна Иванова,  
Валерий Дмитриевич Работягов, Юрий Сергеевич Хохлов

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита  
vip.polskaya@mail.ru

Изучен биокомплекс заболеваний и вредителей, которым подвержены межвидовые гибриды лаванды с разным числом геномов. Проведено сравнение поражаемости образцов лаванды и лавандинов, выращиваемых в теплице. Обозначены основные мероприятия по защите растений, необходимые для оздоровления культуры лавандина в условиях защищённого грунта.

**Ключевые слова:** эфирномасличные культуры; защита растений; признаки поражения; фитопатогены; лавандин; нематода

### Введение

Основными регионами культивирования лаванды являются Англия, Франция, Италия, Испания, Болгария, Крым и Краснодарский край. Особую ценность лаванде придаёт эфирное масло, содержащееся в свежих соцветиях в количестве 1,2 – 2,3 % (осн. компоненты – линалоол и линалилацетат), которое широко используется в парфюмерной и пищевой промышленности, медицине [1, 3]. Лаванда – вечнозеленое растение, светолюбивое, теплолюбивое, засухоустойчивое; взрослое растение выдерживает морозы до  $-25^{\circ}\text{C}$ . Хорошо произрастает на бедных почвах легкого и среднего гранулометрического состава. Непригодны для возделывания лаванды тяжелые почвы с близким залеганием грунтовых вод [13].

Размножают лаванду черенками, закладывая посадки осенью. Эксплуатируют 20 – 25 лет, начиная со второго года вегетации. Каждые 6 – 7 лет плантации омолаживают: весной кусты подрезают на высоту 3 – 5 см. Урожай убирают во время массового цветения растений [12].

Родиной лаванды является Средиземноморье [10]. Во всех регионах возделывания выращивают в основном лаванду узколистую (*Lavandula angustifolia* Mill.). Менее распространена лаванда широколистная (*Lavandula latifolia* Medic.), которая встречается только в коллекционных насаждениях ботанических садов и других научно-исследовательских учреждений. Оба вида являются родительскими формами лавандина и по морфологическим и биохимическим особенностям резко различаются между собой [10]. Лаванда узколистная дает эфирное масло высокого качества, состоящее из 40 – 50 % сложных эфиров и 40 % непредельных терпеновых спиртов [7, 8]. Лаванда широколистная является более засухоустойчивой и долговечной по сравнению с лавандой узколистной, но менее морозоустойчивой (выносит морозы до  $-16^{\circ}\text{C}$ ).

В селекции лаборатории «Ароматических и лекарственных растений» Никитского ботанического сада выведены сорта лаванды узколистной «Рекорд», «Прима», которые используются для создания лавандинов. Они обладают

высокоэффективными характеристиками зимостойкости, продуктивности и высокомасличности. Парфюмерная оценка масла высокая и достигает 4,5 баллов [10].

Лавандин – межвидовой гибрид лаванды, известный ещё с середины 18 века [7, 9]. Является одним из перспективных эфирномасличных растений, так как по урожайности цветочного сырья и содержанию эфирного масла лучшие клоны лавандина превосходят лаванду в 1,5 – 2, а по сбору эфирного масла с гектара – в 4 раза [12]. Эфирное масло, ради которого возделывается лавандин, высоко ценится на мировом рынке, и спрос на него с каждым годом растет [8, 10]. Масло лавандина имеет свежий травянисто-смолянистый оттенок, более низкий и насыщенный, чем запах лаванды. Он широко применяется в парфюмерной промышленности и медицине [3, 9].

В результате экспериментальных исследований сотрудниками лаборатории «Ароматических и лекарственных растений» были созданы межвидовые гибриды лаванды с разным числом геномов исходных видов и в различных сочетаниях [10, 11]. Целью наших исследований являлось определение биокомплекса заболеваний и вредителей, которым подвержены культуры, и сравнение поражаемости представленных образцов лаванды и лавандина, выращиваемых в условиях закрытого грунта.

### **Объекты и методы исследований**

Исследование проводили в лаборатории «Энтомологии и фитопатологии» НБС – ННЦ в осенний период 2015 года. Материалом для изучения послужили: сорта лаванды узколистной (Рекорд, Прима, Белянка) и образцы лавандина с разным числом геномов исходных видов лаборатории «Ароматических и лекарственных растений» с признаками поражения, высаженные в теплице.

Анализ поражаемости был сделан на основании «Линейной оценки» наблюдений за посадками зачеренкованных образцов в теплице, на основании которой принимается решение о проведении защитных мероприятий [5].

Выделение изолятов фитопатогенов осуществляли с корневой зоны, области корневой шейки, стеблевых побегов и листьев. Для анализа инфицированных внутренних тканей использовали метод «Обрастания»: кусочки материала исследуемых культур, размером 2 мм стерилизовали в концентрированном растворе  $KMnO_4$  или в растворе спирта 10-15 сек. После промывания в стерильной дистиллированной воде изоляты раскладывали на поверхности сред КА и Чапека в чашках Петри. Выросшие вокруг объектов колонии бактерий или мицелий отсеивали в чистую культуру для дальнейшего изучения [2].

Для обнаружения активных стадий эндопаразитических нематод, образовавших галлы на корнях лавандина, использовали метод Штемердинга. Он позволяет ускорить выход нематод путем получения мацерированной ткани из пораженной части растения. Полученную суспензию осторожно пропускают через ватный фильтр, осадок переносят в воронку или чашку Остенбринка [5]. Выход активных нематод заканчивается через 2 – 3 дня.

### **Результаты и обсуждения**

Анализ, проведенный в ходе исследований, показал, что наименее устойчива к инфекционным заболеваниям и вредителям рецессивная форма лаванды узколистной, сорт - Белянка (пораженность 75%). Сорт Рекорд выявил менее высокий показатель поражаемости – 40%, еще меньше аллогамплоид (лавандин Темп – 23%) и совсем мало – аллотриплоид, с двумя геномами лаванды узколистной и одним геномом лаванды узколистной – 11%. Стойким к поражению оказался амфидиплоид, имеющий два генома лаванды узколистной и два генома лаванды широколистной (поражаемость – 5%) (табл. 1).

Таблица 1

## Поражаемость болезнями сортообразцов лавандина в условиях закрытого грунта

№ п/п	Название сортообразца	Форма	Зачернено		Выпады, %
			общее кол-во	пораженных	
1	Белянка	сорт	115	86	75
2	Рекорд	сорт	107	43	40
3	Лавандин Темп	аллогамплоид	93	22	23,7
4	Лавандин	аллотриплоид	65	7	11
5	Лавандин	амфидиплоид	84	4	5

Симптомы заболеваний присутствовали на всех тканях выпадающих растений. Стебель вялоусыхающий, бледно-коричневый, с серым налетом. Листья активно увядающие снизу. Небольшая зона зеленых побегов присутствовала только на верхней части куста, что свидетельствует о восходящем типе развития заболеваний (рис. 1).



Рис. 1 Куст лавандина Темп с признаками поражения

Корневая шейка имела проявления мокрой гнили. Разрез корневой зоны выявил присутствие внутри ткани личинки совки-гаммы (рис. 2).



Рис. 2 Место обнаружения личинки совки-гаммы

В центре корня и на корневых волосках наблюдалось большое количество утолщений – галлов (рис. 4). Лабораторный анализ показал присутствие в тканях корней высокой концентрации галловой нематоды – *Meloidogyne spp.*



Рис. 4 Корень лавандина с множеством галл, образованных нематодами

С зоны корневой шейки высеяны колонии фитопатогенных бактерий из рода *Erwinia sp.*, вызывающие мокрую гниль растений [2]. Известно, что нематоды часто являются переносчиками бактерий, приводящих к мацерации тканей. В стебле обнаружен фитопатогенный гриб – *Cephalosporium sclerotigenum* F.et R.Moreau (рис. 5), возбудитель стеблевого увядания технических культур [6]. Данный возбудитель имеет особенность поражения проводящих сосудов ксилемы, что обычно приводит к гибели всего растения.

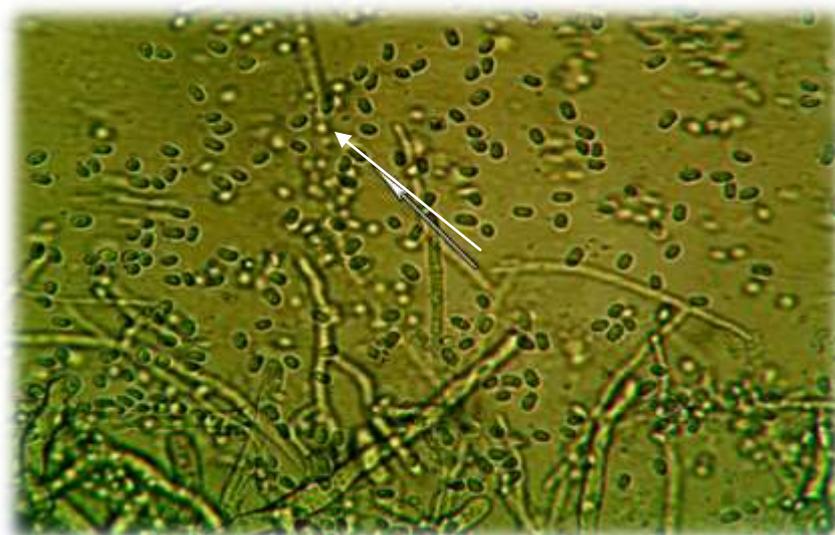


Рис. 5 *Cephalosporium sclerotigenum* – возбудитель увядания стебля.  
Стрелкой указаны споры (конидии) гриба

С увядающих листьев на кусте лавандина высевались грибы рода *Alternaria* sp., которые обнаруживаются, как возбудители пятнистостей и усыхания на многих растениях [4] и существенно усиливают инфекционную нагрузку на пораженных культурах (рис. 6).



Рис. 6 *Alternaria* sp. - возбудитель пятнистости и усыхания листьев на лавандине. Стрелкой указаны споры (конидии) гриба

#### Выводы

Межвидовые гибриды лаванды – лавандины, наряду с целым рядом других положительных качеств, по сравнению с родительскими формами являются также и более устойчивыми к заболеваниям, вызываемым вредителями и фитопатогенными возбудителями болезней. Наилучшие результаты по иммунному статусу очевидно имеют формы с большим количеством хромосом [10]. Амфидиплоид лавандина ( $2n=4x=AALL=96$  хромосом) - 5% поражаемости, при этом он обладает фертильностью. Аллотриплоид ( $2n=3x=AAL=72$  хромосомы) – 11% поражаемости, гибриды стерильны. Аллогамплоид ( $2n=2x=AL=48$  хромосом) – 23,7% поражаемости, гибриды также стерильны. Получение таких гибридов является актуальным способом оздоровления посадочного и семенного материала.

С учетом того, что источники всех типов инфекций, обнаруженных на лавандине, хорошо сохраняются в пораженных растительных остатках, почве и семенах, переносятся на другие участки с помощью с/х инвентаря, для оздоровления культуры лавандина в условиях защищенного грунта необходимо проводить мероприятия по защите растений. Такие как: термическое обеззараживание почвы (пропаривание при  $t 100^{\circ}C$  в течение 3-х часов), соблюдение севооборота с непоражающимися культурами, внесение повышенных норм калийных удобрений с использованием микроэлементов против галловых нематод, обработка посевов фунгицидными препаратами, для борьбы с грибковой и бактериальной инфекцией в теплице.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-50 - 00079)*

### Список литературы

1. *Акимов Ю.А., Остапчук И.Ф.* Действие эфирных масел на патогенную микрофлору органов дыхания // Основные направления научных исследований по интенсивности эфирномасличного производства: Тез. докл. 4 симпозиума по эфирномасличным растениям и маслам. – Симферополь, 1985. – Ч. 2. – С. 42.
2. Бактериальные болезни растений / под редакцией Горленко М.В. – М.: Колос, 1977, С.146 – 154.
3. *Войткевич С.А.* Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – 284 с.
4. Жизнь растений. Грибы // под редакцией Горленко М.В. – М.: Просвещение, 1976. – Т.2. – С. 406 – 411.
5. Методы определения болезней и вредителей с.-х. растений // Пер. с нем. Попковой К.В., Шмыгли В.А. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
6. Микроорганизмы – возбудители болезней растений // Справочник, под редакцией Билай В.И. – Киев, Наукова думка, 1988. – С. 119 – 124.
7. *Мухортова Т.Г.* Морфо-биологические и хозяйственные особенности лавандина в условиях Крыма: Автореф. Дисс.канд. с/х наук – Донецк, 1974. – 20 с.
8. *Невструева Р.И.* Лавандины на южном берегу Крыма // Агробиология, 1960. – № 1. – С. 147
9. Новые эфирномасличные культуры // Машанов В.Н. и др. – Симферополь: Таврия, 1988. – 160 с.
10. *Работягов В.Д., Свиденко Л.В., Деревянко В.Н., Бойко М.Ф.* Эфиромасличные и лекарственные растения интродуцированные в Херсонской области. – Херсон, Изд-во «Айлант», 2003. – С. 82 – 90.
11. *Работягов В.Д.* Синтетическое создание аллоплоидных форм в роде, и их морфологические особенности // Генетика, 1986. – Т. 27, № 12. – С. 2091 – 2102.
12. Растительные ресурсы СССР. – Ленинград, Наука, 1988. – 357 с.
13. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь // под редакцией Голышин Н.М., Гребцова В.Г, Каштанов А.Н., Корбут Л.А., Кузнецов Л.Н. и др. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – С. 267 – 269.

*Статья поступила в редакцию 14.12.2015 г.*

**Balykina Ye.B., Ivanova O.V., Rabotyagov V.D., Khokhlov Yu.S. Phytosanitary state rating of Lavandin indoors** // Bull. Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 74-80.

Biocomplex of diseases and pests, typical for interspecific hybrids of *Lavandula* with various number of genomes was investigated in course of the research. Susceptibility of *Lavandula* and *Lavandin* specimens, cultivated in greenhouse were compared as well. Principal measurements of plant protection, necessary for improvement of *Lavandin* indoors were also determined.

**Key words:** *oil-bearing crops; plant protection; signs of susceptibility; phytopatogens; Lavandin; nematode.*

УДК 582.572.225:58.073

## ОСОБЕННОСТИ ОПЫЛЕНИЯ ЛУКА СИЦИЛИЙСКОГО ПОДВИД ДИОСКОРИДА НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Елена Васильевна Бурзиева, Марина Ивановна Руденко

ФГБУ «Комплекс «Крым» Крымский природный заповедник,  
298515, Республика Крым, г. Алушта  
lju.zamurueva@mail.ru

В статье проанализирована многолетняя динамика цветения и плодоношения, а также уровень взаимосвязи между ними редкого охраняемого вида лука сицилийского подвид Диоскорида. Рассмотрены типы опыления и его эффективность в связи с деятельностью насекомых и без их участия. Изучена многолетняя динамика посещаемости насекомыми различных семейств соцветия лука при максимальной и минимальной численности генеративных особей. Впервые для этого вида приведен список насекомых-опылителей и их основные пищевые связи.

**Ключевые слова:** насекомые-опылители; *Allium siculum* subsp. *dioscoridis*; Крымский природный заповедник.

### Введение

Среди традиционных природоохранных мероприятий, направленных на сохранение и восстановление биоразнообразия, большое значение имеет изучение процессов опыления и образования семян различных видов растений, особенно раритетных, с помощью насекомых-опылителей на территориях с повышенным охранным статусом. Особо охраняемые природные территории представляют собой своеобразную модель изучения существующих исторически сложившихся, равновесных консортивных связей в системе растение – животное. Одним из наиболее редких и малоизученных в этом плане видов флоры Восточной Европы является *Allium siculum* Lindl. subsp. *dioscoridis* (Sm.) K. Richt.<sup>1</sup> (*Amaryllidaceae*) – лук сицилийский подвид Диоскорида.

*A. siculum* subsp. *dioscoridis* (*Nectaroscordum bulgaricum* Janka) – реликтовый вид на северо-восточной границе крымско-балканско-малоазиатского ареала [3, 4]. На территории России произрастает только в Крыму, где известно менее 10 локалитетов. Занесен в Красную книгу Молдовы (категория – Endangered) [6], Красную книгу Украины (категория – редкий) [5], Красную книгу Республики Крым (категория – редкий). Вид высокодекоративен, в некоторых странах Балканского полуострова семена применяются как приправа.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследований послужила ценопопуляция лука сицилийского подвид Диоскорида на территории Крымского природного заповедника на хребте Конек (массив Бабуган Главной гряды Крымских гор).

Многолетняя динамика цветения и плодоношения приводится по данным «Летописи природы Крымского природного заповедника» за 1986-2014 годы [3] и

<sup>1</sup> Название таксона приводится по аннотированному чек-листу сосудистых растений Крыма: Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова: монография. – Симферополь: Н. Ореанда, 2012. – 232 с. [1]

многoletним полевым наблюдениям авторов. При определении эффективности опыления вида часть соцветий для установления возможности самоопыления изолировалась от насекомых капроновыми колпаками, а в конце цветения по показателям плодоношения и образования семян одной особи в ценопопуляции подсчитывалась эффективность опыления открытых и изолированных соцветий.

Для изучения видового состава посетителей цветков лука сицилийского отлавливались насекомые в течение времени цветения, преимущественно в период с 9.30 до 12.00 вне зависимости от погоды. Они стряхивались из соцветия непосредственно в банку с фиксатором. Всего было отловлено 100 экземпляров насекомых. Некоторые посетители являются массовыми видами и узнаваемы без отлова, поэтому отлов производился выборочно.

### Результаты и обсуждение

Исследуемая ценопопуляция находится на северном макросклоне Главной гряды Крымских гор в смешанных лесах на перевале Кебит-Богаз на высоте 525 м над уровнем моря на склоне крутизной 25° в сообществе *Fraxinus excelsior* subsp. *excelsior* + *Acer hyrcanum* subsp. *stevenii* – *Allium siculum* subsp. *dioscoridis*. Здесь также произрастают растения 34 видов 17 семейств. Почвы бурые горно-лесные. Высота первого яруса – 10 м, второго – 5 м, высота травянистого яруса максимальная – 102 см, минимальная – 12 см. Общее проективное покрытие – 40%.

Лук сицилийский подвид Диоскорида относится к числу полициклических монокарпиков с многолетним жизненным циклом [4]. Средняя плотность растений в ценопопуляции составляет 19,1 экз./м<sup>2</sup>. Возрастной спектр является левосторонним, абсолютный максимум в них приходится на виргинильные особи. Численность генеративных экземпляров (g) находится в пределах от нескольких экземпляров до 2000 особей [4, 5]. В пределах ценопопуляции металлической сеткой с 1986 г. отгорожен участок площадью 800 м<sup>2</sup>, на котором проводятся многолетние наблюдения за развитием этого вида (постоянная пробная площадь – ППП). При изучении динамики численности генеративных экземпляров лука сицилийского подвид Диоскорида и его плодоношения на ППП «Кебит-Богаз» отмечены основные пики численности генеративных особей (максимальная численность) в 1992, 1995, 2000, 2005, 2011 гг., спады (минимальная численность) – в 1991, 1994, 1997, 2001, 2004, 2008, 2014 годы. Основные пики плодоношения приходятся на 1994, 1999, 2002, 2011 и 2014 годы, спады – на 1995, 2000, 2013, 2015 годы (рис. 1).

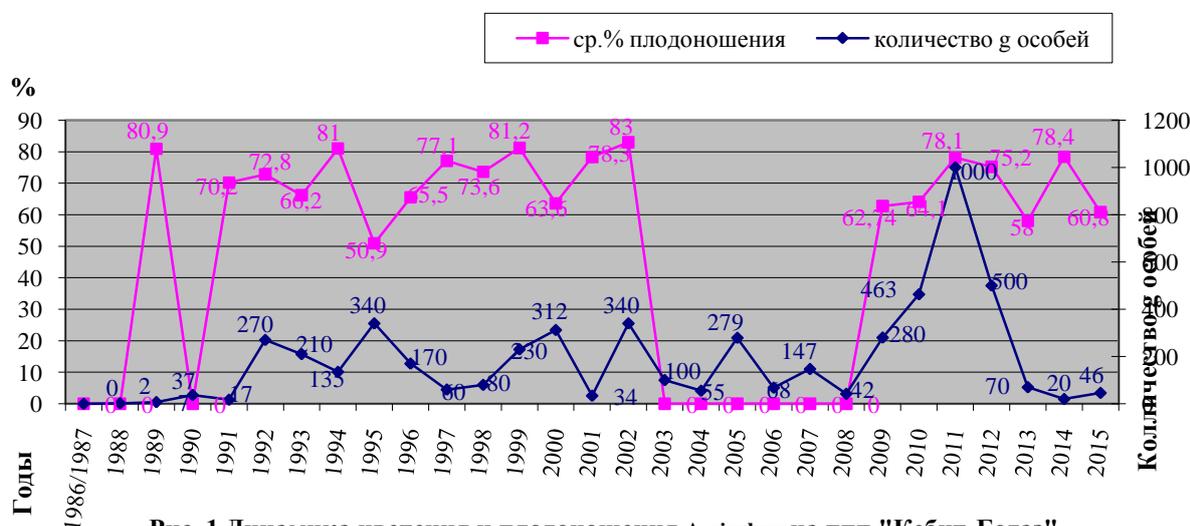


Рис. 1 Динамика цветения и плодоношения *A. siculum* на ппп "Кебит-Богаз" с 1986 по 2015 год

За период с 2003 по 2007 год данных по плодоношению вида нет. При этом пики/спады численности генеративных особей и плодоношения не показывают четкой периодичности и колеблются от 3 до 7 лет. Также нет зависимости между увеличением среднего процента плодоношения от увеличения количества генеративных особей на участке (рис. 1). Максимальное количество генеративных особей на огороженном участке было отмечено в 2011 году и составило 1000 экземпляров, минимальное – на третий год после огораживания, в 1988 г. и составило 2 экземпляра. Процент плодоношения по ценопопуляции колеблется от 50,9 до 83% (рис. 1), что является достаточно высоким показателем. При этом, по нашим многолетним наблюдениям, отдельные особи внутри ценопопуляции могут иметь плодоношение не менее 40% и не более 88% при перекрестном опылении.

Цветение лука сицилийского подвид Диоскорида приурочено к среднесуточной температуре воздуха +15°C, продолжительность его составляет 22–35 суток в зависимости от складывающихся погодных условий: ускоряется в сухую и жаркую погоду [4, 5]. Соцветие представляет собой многоцветковый рыхлый зонтик, пучковатый, пониклый, из 10-45 зеленовато-белых цветков. Цветы крупные 12-15 мм, сидящие на длинных (до 60 мм) цветоножках, неодинакового размера, дисковидно расширяющихся к месту прикрепления цветка. Околоцветник образован мясистыми, с перламутровым блеском лепестками с 3-7 жилками, окрашенными в белый цвет с зеленовато-розовым оттенком. Окраска цветов, сильный запах и большое количество выделяемого нектара привлекательны для насекомых. Пыльники лежат открыто, пыльца легко стряхивается, и насекомые, посещая цветок, так или иначе, вступают с ней в контакт поверхностью тела. Для луков характерно перекрестное опыления, где агентами переноса пыльцы выступают различные виды насекомых, главным образом перепончатокрылые – шмели, пчелы, однако в случае попадания на рыльце пыльцы из пыльников тычинок внутреннего круга возможно самоопыление [2].

На протяжении 2013–2015 гг., применяя изоляцию соцветий в природных условиях от агентов переноса пыльцы, нами был изучен уровень, эффективность и типы самоопыления у лука сицилийского подвид Диоскорида. На изолированных цветоносах сформировались нормальные соцветия с цветками, процент плодоношения которых колеблется от 34,0 до 66,7%, а в среднем составляет около 52%. Таким образом, уровень автогамии достаточно высок, что обеспечивает воспроизводство этого вида даже при неблагоприятных условиях. Кроме того, у этого у этого вида наличествует и гейтоногамия, при которой активнее всего переносят пыльцу с одного цветка на рыльце другого цветка в том же соцветии представители Diptera – *Empis livida* L. (рис. 2).



Рис. 2 *Empis livida* на соцветии *A. siculum* subsp. *dioscoridis* (фото М. Руденко)

Вообще, Diptera, предпочитающие более влажные и тенистые местообитания, встречаемы на пробной площади чаще всего. *E. livida* отмечались в соцветиях и в пасмурную, и в солнечную погоду, не улетая с цветка даже, если их потревожить. Самцы и самки представлены на цветках примерно в равном соотношении. В среднем один толкунчик посещает в соцветии до 5 цветков в один прилет, ползая по всему соцветию. Представители этого вида также массово посещают цветки *Smiranium perfoliatum* L. (Apiacea) и некоторые другие виды, произрастающие в пределах и за пределами ценопопуляции лука сицилийского подвид Диоскорида. Также в процессе гейтоногамии участвуют представители Hymenoptera, а именно родов *Bombus*, *Andrena*, *Halictus*, *Dolichovespula*, *Paravespula*. *Bombus haematurus* Kriech. посещает за один раз в соцветии до 4 цветков, *Dolichovespula sylvestris* Scop. и *Paravespula vulgaris* L. – 1–3 цветка, *Andrena nitida* Mull. и *Halictus* sp. – 2–3 цветка.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что для более качественного плодоношения и высокого уровня опыления необходимо наличие насекомых-опылителей. Отсутствие их приводит к некоторому уменьшению семенной продуктивности вида, где разница средних показателей плодоношения в изолированных и неизолированных соцветиях составляет:  $cp.\%_{min}=16,9$ ;  $cp.\%_{max}=16,3$  (таблица 1).

Таблица 1

**Средние показатели плодоношения в изолированных и неизолированных соцветиях лука сицилийского подвид Диоскорида**

Показатель, %	при автогамии	при перекрестном опылении	разница показателей
Средний минимальный ( $cp.\%_{min}$ )	34,0	50,9	16,9
Средний максимальный ( $cp.\%_{max}$ )	66,7	83,0	16,3
Средний многолетний	52,0	71,4	19,4

Отловленные за полевые сезоны 2010–2015 гг. на цветках лука сицилийского подвид Диоскорида насекомые отнесены к 16 видам 10 родов 6 семейств 2 отрядов – Diptera: Empididae и Hymenoptera: Vespidae, Andrenidae, Halictidae, Anthophorida, Apidae. Видовой состав опылителей лука сицилийского подвид Диоскорида и их пищевые связи приводятся в таблице 2.

Таблица 2

**Видовой состав посетителей *A. siculum* на хр. Конек в 2010-2015 гг.**

№ п/п	Вид	Встречаемость на пп (визуально)	Пищевые связи
1	2	3	4
1.	<i>Dolichovespula sylvestris</i> Scop.	часто при $g$ особей > 400	Хищник ( <i>Andrena</i> , <i>Halictus</i> , <i>Empis</i> и др.), потребитель нектара, опылитель
2.	<i>D. media</i> F.	единично	Хищник ( <i>Andrena</i> , <i>Halictus</i> , <i>Empis</i> и др.), потребитель нектара, опылитель
3.	<i>Paravespula vulgaris</i> L.	часто при $g$ особей > 400	Хищник ( <i>Andrena</i> , <i>Halictus</i> , <i>Empis</i> и др.), потребитель нектара, опылитель
4.	<i>P. germanica</i> F.	единично	Хищник ( <i>Apis</i> , <i>Andrena</i> , <i>Halictus</i> , <i>Empis</i> и др.), потребитель нектара, опылитель
5.	<i>Vespa crabro</i> L.	единично	Хищник ( <i>Andrena</i> , <i>Halictus</i> , <i>Empis</i> и др.), потребитель нектара, опылитель
6.	<i>Andrena haemorrhhoa</i> F.	единично	Потребитель нектара, опылитель
7.	<i>A. nitida</i> Mull.	массово	Потребитель нектара, опылитель
8.	<i>Nomada goodeniana</i> Kirby	единично	Потребитель нектара, клептопаразит <i>Andrena nitida</i> , случайный опылитель.

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
9.	<i>N. ruficornis</i> L.	единично	Потребитель нектара, клептопаразит <i>Andrena haemorrhoa</i> , случайный опылитель
10.	<i>Anthophora plumipes</i> Pall.	часто при <i>g</i> особей > 400	Потребитель нектара, опылитель
11.	<i>Apis mellifera</i> L.	массово при <i>g</i> особей > 400	Потребитель нектара, опылитель
12.	<i>Bombus haematurus</i> Kriech.	массово	Потребитель нектара, опылитель
13.	<i>B. terrestris</i> L.	единично	Потребитель нектара, опылитель
14.	<i>B. hortorum</i> L.	единично	Потребитель нектара, опылитель
15.	<i>Halictus</i> sp.	массово при <i>g</i> особей < 100	Потребитель нектара, опылитель
16.	<i>Empis livida</i> L.	массово	Потребитель нектара, опылитель

Результаты проведенных наблюдений показали, что видовой состав и динамика посещения ценопопуляции насекомыми колеблется в зависимости от количества генеративных особей лука сицилийского подвид Диоскорида – чем больше цветов, тем больше насекомых, и тем большим видовым разнообразием они представлены.

С 2010 по 2012 год, когда количество генеративных экземпляров было выше 400 (*g* ос. > 400) на пробной площади были отмечены все виды, указанные в таблице 1. В это время при визуальном учете чаще всего на цветках отмечены виды: *Apis mellifera*, *Bombus haematurus*, *Andrena nitida*, *Paravespula vulgaris*, *Dolichovespula sylvestris*, *Empis livida*. Динамика посещаемости соцветия насекомыми за 1 час наблюдений при этом была следующей:

Нymenoptera: Apidae, наибольшая доля посещений – 54%,  
Vespidae – 17%,  
Andrenidae – 12%,  
Halictidae – 3%,  
Anthophorida – 1%;  
Diptera: Empididae – 13% (рис.3, А).

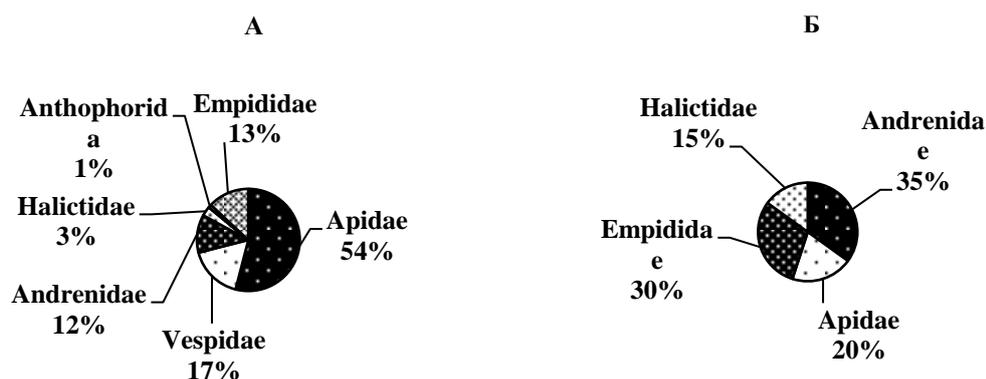


Рис. 3 Динамика посещаемости насекомыми различных семейств соцветия лука сицилийского за 1 час наблюдений при количестве *g* особей более > 400 (А) и *g* особей < 100 (Б)

Посещение насекомыми одного соцветия интенсивное – до 74 посещений в час (повторность посещений не рассматривалась). Наиболее массовыми видами – опылителям являлись рабочие особи *Apis mellifera* и *Bombus haematurus*, а также *Empis livida*.

При снижении количества соцветий менее 100 особей в 2013–2015 годах резко сократилась и интенсивность посещения соцветий, она составила не более 3–4 посещений в час. На пробной площади не были отмечены вовсе хищники Vespidae и

клептопаразиты и опылители Anthophorida. Также не был встречен нами и самый массовый опылитель *Apis mellifera*. Главенствующая роль в опылении принадлежала *Bombus haematurus*, *Andrena nitida*, *Halictus* sp. и *Empis livida* L., единично встречалась *Andrena haemorrhoa*, и в соседстве с пробной площадью на *Smiranium perfoliatum* единично *Bombus terrestris* (рис. 3 Б).

### Выводы

Таким образом, в результате исследований установлено, что *A. siculum* subsp. *dioscoridis* принадлежит к анэкологическому комплексу лесных энтомофильных растений с широким кругом опылителей и возможным самоопылением, представленным автогамией и гейтоногамией. При автогамии средний процент плодоношения может достигать до 67%, а при перекрестном опылении – до 83%, что является высоким показателем эффективности опыления. Велика роль насекомых как агентов переноса пыльцы при гейтоногамии и перекрестном опылении. Самыми эффективными опылителями являются *Bombus haematurus*, *Andrena nitida*, *Halictus* sp., *Apis mellifera* и *Empis livida*.

Полученные данные могут быть использованы для разработки стратегии сохранения и возобновления *A. siculum* subsp. *dioscoridis* как компонента природного биотопа, а также более широкого использования этого редкого и декоративного вида лука в интродукции.

### Список литературы

1. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова: монография. – Симферополь: Н.Оріанда, 2012. – 232 с.
2. Жизнь растений: В 6-ти т. / Гл. ред. А.Л. Тахтаджян. Т. VI. Цветковые растения. – М.: Просвещение, 1982. – 543 с.
3. Летопись природы Крымского природного заповедника: Рукопись / Крымский природный заповедник. – Алушта, 1986 – 2014.
4. Руденко М.И. Эколого-биологические особенности *Allium siculum* (Ucria) Lindl. subsp. *dioscoridis* (Sm.) K. Richt. в Крымском эксклаве // Бюллетень Главного Ботанического сада. – 2013. – Вып.199. – С. 35-40.
5. Руденко М.И., Бурзиева Е.В. Некоторые особенности опыления раритетного вида *Allium siculum* subsp. *dioscoridis* / М.И. Руденко, Е.В. Бурзиева // Заповедники Крыма. Биоразнообразие и охрана природы в Азово-Черноморском регионе. Материалы VII Международной научно-практической конференции (Симферополь, 24-26 октября 2013 г.). – Симферополь, 2013. – С. 243-247.
6. Червона книга України. Рослинний світ / Ред. Я.П.Дідух. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – С.61.
7. The Red Book of the Republic of Moldova. Chisinau: Stinta, 2002. – P. 65.

Статья поступила в редакцию 14.12.2015 г.

**Burziyeva Ye.V., Rudenko M.I. Pollination features of *Allium siculum* subsp. *dioscoridis* within Crimea natural preserve. // Bull. Nikit. Botan. Gard. – 2016. – № 118. – P. 80-87.**

The article covers analysis of long-term blooming and fruiting dynamics, and correlation between these processes of a rare protected *Allium siculum* cultivar, subspecies *Dioscorida*. Type of pollination and its efficiency in case of mutual work with insects and without were discussed within research as well. This work presents long-term dynamics of insect attendance at various families of *Allium siculum* inflorescence allowing for maximum and minimum number of generative specimens. For the first time a list of insects which pollinate just this very cultivar and their food chains were annotated in here.

**Key words:** insects-pollinators; *Allium siculum* subsp. *Dioscoridis*; Crimea Nature Preserve.

## ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

«Бюллетень ГНБС» (свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-61874 от 25 мая 2015 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)) издается Никитским ботаническим садом – Национальным научным центром (НБС – ННЦ).

### ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. Для публикации принимаются статьи на русском и английском языках, **ранее не опубликованные и не поданные к публикации в других журналах и сборниках трудов** (исключение составляют тезисные доклады и материалы конференций, симпозиумов, совещаний и проч.).

2. Статьи должны содержать сжатое и ясное изложение современного состояния вопроса, описание методов исследования, изложение и обсуждение полученных автором данных. Статья должна быть озаглавлена так, чтобы название соответствовало ее содержанию. Статья должна иметь структурные части (разделы), которые отражены в шаблоне (см. ниже). В разделе **«Введение»** необходимо отразить актуальность исследования (постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научным и/или практическими задачами), дать анализ публикаций, на которые опирается автор, решая проблему, а также сформулировать цель исследования.

3. Статьи должны быть набраны в текстовом редакторе MS Word for Windows (\*.doc или \*.docx). Устанавливаются следующие значения параметров страницы: формат – А4, ориентация – книжная, размер всех полей – 2,5 см, шрифт – Times New Roman 12 пт (кроме аннотаций, ключевых слов, рисунков и таблиц, которые набираются шрифтом 10 пт – см. шаблоны), абзацный отступ – 1,25 см, интервал между строками основного текста – 1 (одинарный), текст без переносов, выравнивание по ширине, страницы не нумеруются. Просьба при оформлении и форматировании текста и его отдельных структурных элементов строго следовать шаблонам!

4. Объем публикации не должен превышать 8 страниц. Относительный объем иллюстраций не должен превышать 1/3 общего объема статьи. Список цитированной литературы, как правило, не должен превышать 30 источников для обзорных статей и 15 – для статей с результатами собственных исследований. Между инициалами пробел не ставится, но инициалы отделяются от фамилии пробелом. Переносить на другую строку фамилию, оставляя на предыдущей инициалы, нельзя (И.И. Иванов, Иванов И.И.)

5. В статье даются аннотации на двух языках (русском и английском). Перед разделом **«Введение»** размещается аннотация и ключевые слова на языке, на котором написана статья (шрифт 10 пт, слова **«Ключевые слова»** – жирным, сами ключевые слова – курсивом). Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга точкой с запятой. После списка литературы размещается аннотация и ключевые слова на английском языке. Объем аннотаций – 500 знаков, количество ключевых слов – 5 – 7. Оформление и параметры форматирования этих элементов должны соответствовать шаблону (см. ниже).

6. Печатный вариант рукописи (в одном экземпляре) необходимо сопроводить её электронным вариантом в виде файлов в форматах \*.doc или \*.docx (можно электронной почтой на адрес редакции).

7. Рукопись подписывается всеми авторами. На отдельной странице прилагается информация об авторах статьи с указанием места работы, должности, ученой степени,

адреса учреждения, контактной информацией для обратной связи (телефон и e-mail всех авторов). К тексту статьи прилагается направление от учреждения, где выполнена работа. Статьи аспирантов и соискателей сопровождаются отзывом научного руководителя.

8. Все статьи проходят независимое анонимное рецензирование.

9. Редакция журнала оставляет за собой право сокращать тексты рукописей по согласованию с авторами.

При направлении редакцией статьи для исправления и доработки автору предоставляется месячный срок.

10. В шапке статьи должны быть указаны: фамилия, имя, отчество всех авторов полностью (на русском языке); полное название организации — место работы каждого автора в именительном падеже, страна, город (на русском языке). Если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно; адрес электронной почты для каждого автора; корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

### **Рукописи статей отправлять по адресу:**

Редакция научных изданий  
Никитского ботанического сада,  
пгт. Никита, г. Ялта, Республика Крым, 298648  
**Телефон: (0654) 33-56-16**  
**E-mail: redaknbg@yandex.ru**

### **ШАБЛОН ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ**

УДК 635.055:504.753:712.253(477.75)

## **МНОГОВЕКОВЫЕ ДЕРЕВЬЯ АРБОРЕТУМА НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА**

**Людмила Ивановна Улейская<sup>1</sup>, Анатолий Иванович Кушнир<sup>2</sup>, Екатерина  
Степановна Крайнюк<sup>1</sup>, Владимир Николаевич Герасимчук<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита  
E-mail: mymail@mail.ru

<sup>2</sup> Национальный университет биоресурсов и природопользования, г. Киев  
Почтовый индекс, г. Киев, ул. Садовая, 5  
E-mail: mymail@mail.ru

Впервые проведен анализ жизненного состояния и эколого-декоративных характеристик... (аннотация)...

**Ключевые слова:** *ключевые слова; ключевые слова; ключевые слова; ключевые слова; ключевые слова.*

### **Введение**

Текст текст

текст текст текст текст текст текст текст текст.

### Объекты и методы исследования

Текст.

### Результаты и обсуждение

Текст.

### Выводы

Текст.

### Благодарности (по желанию автора)

Текст.

### Список литературы

1. Гидрохимия... Литературный источник....
2. *Иванов И.И.* Литературный источник источник источник источник источник источник источник источник источник....
3. Определитель высших... Литературный источник....
4. *Петров П.П.* Литературный источник....
5. *Сидоров С.С.* Литературный источник....

**Uleiskaya L.I., Kushnir A.I., Krainuk E.S., Gerasimchuk V.N., Kharchenko A.L. Ancient trees of Arboretum of Nikitsky Botanical Gardens // Proceedings of the State Nikit. Botan. Gard. – 2012. – Vol. 134. – P. 168 – 174.**

The analysis of vital conditions, ecological and ornamental characteristics of....

**Key words:** *key word; key words; key words.*

### КОНЕЦ ШАБЛОНА

При наборе текста статьи и внесении правок просим придерживаться следующих общих правил.

1. Создавайте таблицы только средствами MS Word.
2. Не переносите слова вручную.
3. **Не ставьте точку после:** УДК, названия статьи, фамилий авторов, названий организаций, заголовка, подписей к рисункам, названий таблиц, примечаний и сносок к таблицам, размерностей (ч – час, с – секунда, г – грамм, мин – минута, сут – сутки, град – градус, м – метр), а также в подстрочных индексах. Точка ставится после сокращений (мес. – месяц, нед. – неделя, г. – год, млн. – миллион).

4. Названия видов и родов растений и животных даются в соответствии с действующими международными кодексами биологической номенклатуры курсивом на латинском языке с указанием автора и (при необходимости) года описания (автор и год описания – обычным шрифтом), например: *Quercus pubescens* Willd. При последующем упоминании этого же таксона его родовое название пишется сокращенно, а фамилия автора не приводится (*Q. pubescens*). Допускается при первом упоминании таксона не указывать его автора, если в статье дан таксономический список, в котором приведены полные названия (включая авторов таксонов). Имена авторов таксонов следует приводить либо полностью, либо (рекомендуется!) в стандартных сокращениях в соответствии с *Authors of plant names* (2001). Ссылки на источник (источники), в

соответствии с которым (которыми) даются те или иные номенклатурные комбинации, обязательны. Латинские названия таксонов рангом выше рода курсивом не выделяются. Названия сортов растений заключаются в одинарные кавычки ('...'), если перед этим названием нет слова «сорт»; все слова в названии сорта начинаются с заглавных букв (например, персик 'Золотой Юбилей', но сорт Золотой Юбилей).

#### 5. Общие требования к цитированию следующие:

– многоточие в середине цитаты берётся в фигурные скобки <...>. Если перед опущенным текстом или за ним стоял знак препинания, то он опускается;

– если автор, используя цитату, выделяет в ней некоторые слова, то после текста, который поясняет выделенные слова, ставится точка, потом тире и указываются инициалы автора статьи (первые буквы имени и фамилии), а весь текст предостережения помещается в круглые скобки. Например: (курсив наш. – А.С.), (подчеркнуто нами. – А.С.), (разбивка наша. – А.С.).

6. Десятичные дроби набирайте через запятую: 0,1 или 1,05.

7. Тире не должно начинать строку.

8. Не допускается наличие двух и более пробелов подряд.

9. Не разделяются пробелом сокращения типа „и т.д., и т.п.“, показатели степени, подстрочные индексы и математические знаки.

10. Не отделяются от предыдущего числа знак %, °.

11. Перед единицами измерения и после знаков №, §, © ставится пробел.

12. Таблицы и иллюстрации должны быть вставлены в текст после их первого упоминания. Следует избегать многостраничных таблиц, их оптимальный размер – 1 страница.

13. Перед рисунком, после него и после его названия (перед текстом статьи) делаются отступы в 1 строку. Название рисунка располагается по центру, даётся строчными жирными буквами, шрифтом размером 10 пт через 1 интервал (**Рис. 1** – точка после цифры не ставится). Рисунки и подписи к ним следует вставлять в таблицу, состоящую из одного столбца и двух строк, при этом активировав опцию «Удалить границы» для того, чтобы последние не отображались при печати (см. шаблон ниже).

14. Перед таблицей и после неё делается отступ в 1 строку. Слово «**Таблица**» с ее номером располагается справа, название таблицы – ниже по центру; всё строчными жирными буквами, шрифтом размером 10 пт через 1 интервал (**Таблица 1** – точка после цифры не ставится). Текст таблиц набирается строчными обычными буквами шрифтом размером 10 пт, через одинарный интервал. Заголовки граф таблиц должны начинаться с заглавных букв, подзаголовки – со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком, и с заглавных, если они являются самостоятельными. Единицы измерения указываются после запятой. Оформление и параметры форматирования должны соответствовать шаблону – см. ниже.

Текст, который повторяется в столбце таблицы, можно заменить кавычками («→»). Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, пометок, знаков, математических и химических символов не следует.

В случае, если размер таблицы более 1 стр., все её столбцы нумеруются арабскими цифрами и на следующих страницах справа вверху отмечается ее продолжение также шрифтом 10 пт (например, «Продолжение таблицы 1»).

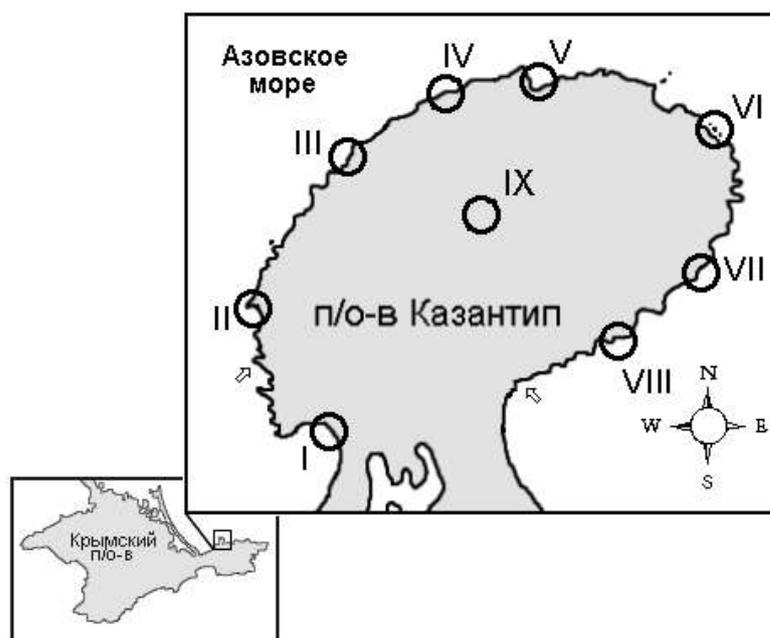
**ШАБЛОН ОФОРМЛЕНИЯ РИСУНКА**

Рис. 1 Схематическая карта обследованного района (станции I-VIII)

**ШАБЛОН ОФОРМЛЕНИЯ ТАБЛИЦЫ**

Таблица 1

Видовой состав и биомасса макрофитобентоса в морской акватории у м. Св. Троицы

Вид	Биомасса, г/м <sup>2</sup> (станции I-IV)					
	ПСЛ (±0,25 м)		СБЛ (-0,5-5 м)			
	I	II	III	IV	V	VI
<i>Ulothrix flacca</i> (Dillwyn) Thur.	М		М			
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kutz.	М	М	15,00 ±3,92	1,67±0,72		М
Примечания Здесь и далее: ПСЛ – псевдолитораль, СБЛ – сублитораль. М – мало (менее 0,01 г в пробе). Пустые ячейки означают отсутствие вида в пробах. ...						

16. Библиографические ссылки в тексте статей приводятся в квадратных скобках, несколько источников перечисляются **через запятую, в порядке возрастания номеров.**

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. (ссылка на ГОСТ <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=173511>)

Список литературы составляется в алфавитном порядке, сначала перечисляют работы, написанные кириллицей, затем – латиницей. Библиографические описания работ, опубликованных на языках, использующие другие типы алфавита (например, арабском, китайском и т.п.), следует приводить в английском переводе с указанием языка оригинала (в скобках, после номеров страниц).

17. В списке литературы латинские названия видов и родов выделяются курсивом;

номера томов (Т. или Vol.) и выпусков (вып., вип., № или no) обозначаются арабскими цифрами.

18. Штриховые рисунки, карты, графики и фотографии нумеруются арабскими цифрами в порядке упоминания в тексте. Ссылки на рисунки и таблицы в тексте заключаются в круглые скобки и указываются в сокращении, с маленькой буквы (табл. 1, рис. 1), при повторном упоминании добавляется слово «см.» (см. табл. 1, см. рис. 1).

Примеры библиографических описаний в списке литературы:

**Книги:**

1. *Новосад В.В.* Флора Керченско-Таманского региона. – К.: Наукова думка, 1992. – 275 с.

2. *Остапко В.М., Бойко А.В., Мосякин С.Л.* Сосудистые растения юго-востока Украины. – Донецк: Ноулидж, 2010. – 247 с.

3. Экологический атлас Азовского моря / Гл. ред. акад. Г.Г. Матишов. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – 328 с.

4. Authors of plant names: A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard forms of their names, including abbreviations / Eds. R.K. Brummitt and C.E. Powell. – Kew: Royal Botanical Gardens, 1992, reprinted 2001. – 732 p.

**Периодические и продолжающиеся издания:**

5. *Багрикова Н.А.* Анализ адвентивной фракции флоры природных заповедников Керченского полуострова (Крым) // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2011. – Вып. 4(23). – С. 3 – 9.

6. *Никифоров А.Р.* Элементарный побег и сезонное развитие растений *Silene jaiensis* N.I.Rubtzov (Caryophyllaceae) – реликтового эндемика Горного Крыма // Укр. ботан. журн. – 2011. – Т. 68, № 4. – С. 552 – 559.

7. *Садогурский С.Е.* Макрофитобентос водоёмов острова Тузла и прилегающих морских акваторий (Керченский пролив) // Альгология. – 2006. – Т. 16, № 3. – С. 337 – 354.

8. *Hayden H.S., Blomster J., Maggs C.A., Silva P.C., Stanhope M.J., Waaland J.R.* Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera // European Journal of Phycology. – 2003. – Vol. 38. – P. 277 – 294.

**Автореферат диссертации:**

9. *Белич Т.В.* Распределение макрофитов псевдолиторального пояса на Южном берегу Крыма: Автореф. дисс... канд. биол. наук: 03.00.05 / Государственный Никитский ботанический сад. – Ялта, 1993. – 22 с.

10. *Єна Ан.В.* Феномен флористичного ендемізму та його прояви у Криму: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук: 03.00.05 / Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАНУ. – К., 2009. – 32 с.

**Тезисы докладов:**

11. *Садогурская С.А., Белич Т.В.* Альгофлора прибрежной акватории у мыса Троицы (Чёрное море) // Актуальные проблемы современной альгологии: материалы IV международной конференции (Киев, 20 – 23 апреля 2012 г.). – К., 2012. – С. 258 – 259.

12. *Bagrikova N.A.* Syntaxonomical checklist of weed communities of the Ukraine: class Stellarietea mediae // 19-th International Workshop of European Vegetation Survey Flora, vegetation, environment and land-use at large scale (Pécs, 19.04–2.05, 2010): Abstr. – Pécs, 2010. – P. 51.

**Раздел в коллективной монографии:**

13. *Багрикова Н.А., Коломийчук В.П.* *Astragalus reduncus* Pall. // Красная книга Приазовского региона. Сосудистые растения / Под ред. д.б.н., проф. В.М. Остапко,

к.б.н., доц. В.П. Коломийчука. – К.: Альтерпрес, 2012. – С. 198–199.

14. Корженевський В.В., Руденко М.І. Садогурський С.Ю. ПЗ Кримський // Фіторізноманіття заповідників і національних природних парків України. Ч.1. Біосферні заповідники. Природні заповідники / Під ред. В.А. Онищенко і Т.Л. Андрієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2012. – С. 198–220.

**Многотомные издания:**

15. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, Т. IV. Чёрное море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / Под ред. А.И. Симонова, Э.Н. Альтмана. – СПб: Гидрометеоиздат, 1991. – 426 с.

16. Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography. Vol. 1. Cyanoprocarota – Rhodophyta / Eds. Petro M. Tsarenko, Solomon P. Wasser, Eviator Nevo. – Ruggell: A.R.A.Gantner Verlag K.G., 2006. – 713 p.

**Интернет-ресурсы:**

17. Guiry M.D., Guiry G.M. 2013. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. – <http://www.algaebase.org>. – Searched on 05 August 2013.

Если литературный источник имеет четырех и более авторов, **следует указывать все фамилии.**

По требованию ВАК электронные копии опубликованных статей размещаются в базе данных Научной электронной библиотеки elibrary.ru (для присвоения Российского индекса научного цитирования). Следовательно согласие автора на публикацию статьи будет считаться согласием на размещение её электронной копии в электронной библиотеке.



Печатается по постановлению Ученого совета  
Никитского ботанического сада –  
Национального научного центра  
от 25.03.2016 г., протокол № 4

Бюллетень ГНБС

Выпуск 118

Ответственный за выпуск

Шишкин В.А.

Компьютерная верстка

Мякинникова М.Е.

Редактор

Мякинникова М.Е.

<http://bult.nbgnsr.ru>

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-61874 от 25.05.2015 г.

---

Подписано в печать 29.09.2015 года. Формат 210 x 297. Бумага офсетная – 80 г/м<sup>2</sup>.  
Печать ризографическая. Уч.-печат. л. 10. Тираж 500 экз. Заказ № 05ДА/35.

Редакция научных изданий  
Никитский ботанический сад –  
Национальный научный центр  
пгт. Никита, г. Ялта, Республика Крым, РФ, 298648  
*Телефон:* (0654) 33-56-16  
*E-mail:* [redaknbg@yandex.ru](mailto:redaknbg@yandex.ru)

Отпечатано с оригинал-макета в типографии ФЛП Бражникова Д.А.,  
295034, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Оленчука, 63  
тел. (0652) 70-63-31, +7 978 717 29 01.  
*E-mail:* [braznikov@mail.ru](mailto:braznikov@mail.ru)