



ISSN: 0366-502X

БЮЛЛЕТЕНЬ **ГЛАВНОГО** **БОТАНИЧЕСКОГО** **САДА**

3/2020

(Выпуск 206)





БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

3/2020 (Выпуск 206)

ISSN: 0366-502X

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

Саодатова Р.З.

Опыт интродукции видов рода *Pulsatilla* Mill. в ГБС РАН.....3

Жигунов О.Ю., Анищенко И.Е., Абрамова Л.М.

Биология редких видов рода *Galanthus* L. в Южно-Уральском ботаническом саду-институте.....8

Мурзабулатова Ф.К., Полякова Н.В.

Краткие итоги интродукции дейции (*Deutzia* Thunb.) в Башкирском Предуралье.....13

Савельева Г.А., Мамаева Н.А.

Сорта георгин, перспективные для контейнерного озеленения.....20

Балясная Л.И., Прокопьева Н.Н., Самохвалов К.В.

Интродукционное изучение видов семейства Ericaceae Juss. в коллекции Чебоксарского филиала ГБС РАН.....28

Захаренко Г.С., Севастьянов В.Е.

Половая структура кедра атласского (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière) в Крыму.....34

ФИЗИОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ

Соболева Е.В., Егорова Д.А., Молканова О.И.

Особенности регенерации некоторых представителей рода *Rosa* L. в культуре in vitro.....44

Кондратьева В.В., Соколенова М.В., Олехнович Л.С., Воронкова Т.В.,

Шелепова О.В., Енина О.Л.

Физиологические аспекты старения и сохранения декоративных качеств срезанных генеративных побегов.....49

Рупасова Ж.А., Яковлев А.П., Велый П.Н., Жданец С.Ф., Козырь О.С.,

Домаш В.И., Азизбеян С.Г., Лиштван И.И., Карбанович Т.М.

Влияние минеральных и органических удобрений на свойства субстрата под посадками голубики высокорослой.....57

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Келдыш М.А., Ткаченко О.Б., Червякова О.Н., Куклина А.Г.

Особенности формирования инфекционного потенциала инвазионных видов растений семейства Fabaceae в условиях вторичного ареала.....68

Учредители:

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Главный ботанический сад
им. Н.В. Цицина РАН
ООО «Научтехлитиздат»,
ООО «Мир журналов»

Издатель:

ООО «Научтехлитиздат»

Журнал зарегистрирован федеральной
службой по надзору в сфере связи
информационных технологий
и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации
СМИ ПИ № ФС77-46435

Подписные индексы

ОАО «Роспечать» 83164
«Пресса России» 11184

Главный редактор:

Упельник В.П., канд. биологических наук, Россия

Зам. главного редактора:

Горбунов Ю.Н. доктор биол. наук, Россия

Редакционная коллегия:

Бондорина И.А. доктор биол. наук, Россия

Виноградова Ю.К. доктор биол. наук, Россия

Горбунов Ю.Н. доктор биол. наук, Россия

Иманбаева А.А. канд. биол. наук, Казахстан

Молканова О.И. канд. с/х наук, Россия

Плотникова Л.С. доктор биол. наук, проф., Россия

Решетников В.Н. доктор биол. наук, проф., Беларусь

Романов М.С. канд. биол. наук, Россия

Семихов В.Ф. доктор биол. наук, проф., Россия

Ткаченко О.Б. доктор биол. наук, Россия

Щатко В.Г. канд. биол. наук (отв. секретарь), Россия

Швецов А.Н. канд. биол. наук, Россия

Huang Hongwen Prof., China

Peter Wyse Jackson Dr., Prof., USA

Дизайн и верстка

ИП Ивашкин Дмитрий Геннадиевич

ОГРНИП 319774600595516

Адрес редакции:

107258, Москва,

Алымов пер., д. 17, корп. 2

«Издательство, редакция журнала

«Бюллетень Главного

ботанического сада»

Тел.: +7 (499) 168-24-28

+7 (499) 977-91-36

E-mail: bul_mbs@mail.ru

bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Подписано в печать 14.09.2020 г.

Формат 60x88 1/8. Бумага офсетная

Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,4.

Уч.-изд. л. 14,5. Заказ № 886

Тираж 300 экз.

Оригинал-макет и электронная

версия подготовлены

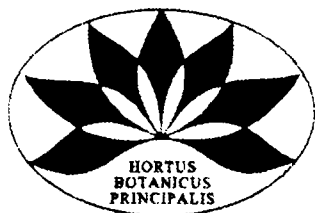
ООО «Научтехлитиздат»

Отпечатано в типографии

ООО «Научтехлитиздат»

107258, Москва, Алымов пер., д. 17, стр. 2

www.tgizd.ru



BULLETIN MAIN BOTANICAL GARDEN

3/2020 (Выпуск 206)

ISSN: 0366-502X

CONTENTS

INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION

Saodatova R.Z.

Introduction of *Pulsatilla* Mill. species into Main Botanical Garden RAS.....3

Zhigunov O.Yu., Anishchenko I.E., Abramova L.M.

Biology of rare species of *Galanthus* L. in South-Ural Botanical Garden-Institute.....8

Murzabutova F.K., Polyakova N.V.

Brief results of the introduction *Deutzia* Thunb. in the Bashkir Cis-Urals.....13

Savel'yeva G.A., Mamaeva N.A.

Varieties of *Dahlia* Cav., potentially promising for use in container gardening.....20

Balyasnaya L.I., Prokopyeva N.N., Samohvalov K.V.

Introduction study of species of the family Ericaceae Juss. in the collection of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS.....28

Zakharenko G.S., Sevastyanov V.E.

Sexual structure of Atlas Cedar (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière) in the Crimea.....34

PHYSIOLOGY, BIOCHEMISTRY, BIOTECHNOLOGY

Soboleva E.V., Egorova D.A., Molkanova O.I.

Regeneration features of some varieties of *Rosa* L. genus representatives in vitro.....44

Kondrat'eva V.V., Semenova M.V., Olecknovich L.S., Voronkova T.V.,

Shelepova O.V., Enina O.L.

Physiological aspects of aging and preservation of decorative qualities of cut-of generative escapes.....49

Rupasova Zh.A., Yakovlev A.P., Bely P.N., Zhdanec S.F., Kozyr O.S.,

Domash V.I., Azizbekyan S.G., Lishtvan I.I., Karbanovich T.M.

Influence of mineral and organic fertilizers on the properties of the substrate under *Vaccinium corymbosum* L.....57

PLANT PROTECTION

Keldysh M.A., Tkachenko O.B., Chervyakova O.N., Kuklina A.G.

Features of formation of infectious potential of invasive plant species of Fabaceae family in the conditions of secondary areal.....68

Founders:

Federal State Budgetary Institution
for Science Main Botanical Gardens
named after N.V. Tsitsin
Russian Academy of Sciences,
Ltd «Nauchtehlitizdat»,
Ltd «The World Of Magazines»

Publisher:

Ltd. «Nauchtehlitizdat»

The Journal is Registered
by the Federal Service
for Supervision in the Sphere
of Communications
Information Technologies
and Mass Communications
(Roskomnadzor).

Certifi Cate of Print Media Registration
№ Фс77-46435

Subscription Numbers:

The Public Corporation «Rospechat»
83164
«Press of Russia»
11184

Editor-In-Chief

Upelnik V.P., Cand. Sci. Biol.
Deputy Editor-in-Chief
Gorbunov Yu.N., Dr. Sci. Biol.

Editorial Board:

Bondorina I.A., Dr. Sci. Biol.
Vinogradova Yu.K., Dr. Sci. Biol.
Gorbunov Yu.N., Dr. Sci. Biol.
Imanbaeva A.A., Cand. Sci. Biol.
Molkanova O.I., Cand. Sci. Agriculture
Plotnikova L.S., Dr. Sci. Biol., Prof.
Reshetnikov V.N., Dr. Sci. Biol., Prof.
Romanov M.S., Cand. Sci. Biol.
Semikhov V.F., Dr. Sci. Biol., Prof.
Tkachenko O.B., Dr. Sci. Biol.
Shatko V.G., Cand. Sci. Biol.
(Secretary-in-Chief)
Shvetsov A.N., Cand. Sci. Biol.
Huang Hongwen, Prof.
Peter Wyse Jackson, Dr., Prof.

Design, Make-Up

individual entrepreneur Ivashkin Dmitriy
Gennadievich
OGRNIP 319774600595516

Editorial Office Address:

107258, Moscow,
Alymov Pereulok, 17, Bldg 2.
«Ltd. The Publishing House, Editors
"Bulletin Main Botanical Garden"»
Phone: +7 (499) 168-24-28
+7 (499) 977-91-36
E-mail: bul_mbs@mail.ru
bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Sent to the Press 14.09.2020

Format: 60×88 1/8
Text Magazine Paper. Offset Printing
12.4 Conventional Printer's Sheets
14.5 Conventional Publisher's Signatures
The Order № 886
Circulation: 300 Copies

The Layout and the Electronic Version
of the Journal are Made by Ltd
«Nauchtehlitizdat»
Printed in Ltd.
«Nauchtehlitizdat»,
107258, Moscow, Alymov pereulok, 17, bldg 2
www.tgizd.ru

Р.З. Саодатова

канд. биол. наук, ст. н.с.

E-mail: rsaodatova@mail.ru

ФГБУН Главный ботанический сад

им. Н.В. Цицина РАН, Москва

Опыт интродукции видов рода *Pulsatilla* Mill. в ГБС РАН

В статье изложен многолетний опыт интродукции 8 видов рода *Pulsatilla* на экспозиции флоры Восточной Европы ГБС РАН. *Pulsatilla pratensis*, *P. vernalis*, *P. vulgaris* внесены в Красную книгу РФ, а *P. taurica* – в Красную книгу Республики Крым. Всего испытано 26 образцов. Показана динамика численности интродукционных популяций некоторых видов рода *Pulsatilla*. Выявлены наиболее устойчивые в условиях Москвы виды (образцы): *P. bohemica*, *P. patens* и *P. slavica*. Слабоустойчивыми растениями оказались *P. scherfelii* и *P. taurica*. Для сохранения интродукционных популяций прострелов предложена посадка молодых особей, выращенных из семян местной репродукции. Дана характеристика видов по экологическим шкалам Е. Ландольта. Изучены особенности прорастания семян *P. bohemica*, *P. patens*, *P. taurica* и *P. vernalis* в лабораторных условиях.

Ключевые слова: *Pulsatilla*, интродукция растений, ex situ, Восточная Европа, ГБС РАН, Красная книга РФ, Красная книга Республики Крым, экологические шкалы Е. Ландольта, прорастание семян.

R.Z. Saodatova

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: rsaodatova@mail.ru

FSBIS N.V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS,

Moscow

Introduction of *Pulsatilla* Mill. species into Main Botanical Garden RAS

The long-term introduction experience of 8 species of the genus *Pulsatilla* on the Eastern Europe Flora exposition into the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences is described in the article. *Pulsatilla pratensis*, *P. vernalis*, *P. vulgaris* are included in the Red Data Book of the Russian Federation, and *P. taurica* is included in the Red Data Book of the Republic of Crimea. A total of 26 samples were tested. The dynamics of the number of introduction populations of some species of the genus *Pulsatilla* is shown. The most resistant species (samples) in Moscow were identified: *P. bohemica*, *P. patens*, and *P. slavica*. *P. scherfelii* and *P. taurica* turned out to be weak-stable plants. To preserve the introduction populations of pasqueflowers, it was proposed to replant young individuals grown from seeds of local reproduction. The characteristics of species are given according to the ecological scales of E. Landolt. The features of seed germination of *P. bohemica*, *P. patens*, *P. taurica* and *P. vernalis* have been studied under laboratory conditions.

Keywords: *Pulsatilla*, plant introduction, ex situ, Eastern Europe, MBG RAS, Russian Red Book, Red Book of the Republic of Crimea, ecological scales of E. Landolt, seed germination.

DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2020.1056

В роде *Pulsatilla* Mill. около 35 видов, распространенных во внетропических и внеарктических областях Евразии и Северной Америки. На территории Восточной Европы встречается 15 видов и 4 стерильных гибрида [1]. В средней полосе европейской части России произрастает 3 вида и 1 стерильный гибрид [2]. Прострелы растут в борах и разреженных дубовых лесах (в том числе горных), на песчаных полянах и опушках, степях и на степных склонах, скалах, меловых и известняковых обнажениях. Виды рода – растения травянистые, многолетние, корневищные, до 40 см высотой, обычно с крупными, одиночными, различной окраски цветками. Размножаются семенами. Охраняются как на федеральном, так и региональном уровнях. В Красную книгу РФ [3] внесено 3 вида: *P. pratensis*, *P. vernalis*, *P. vulgaris*. В Красную книгу Республики Крым [4] включен *P. taurica*.

На экспозиции флоры Восточной Европы за период с 1949 по 2019 гг. испытано 26 образцов восьми видов рода

Pulsatilla, из них 17 образцов собраны в природных местообитаниях (табл.1). Названия видов даны согласно «Флора Восточной Европы» [1]. В статье рассматривается опыт интродукции, экология и особенности прорастания семян некоторых видов р. *Pulsatilla*.

Максимальное число испытанных образцов из различных ботанико-географических районов европейской части бывшего СССР (11) и максимальная длительность выращивания образца в культуре (19 лет) оказались у *P. patens*.

В интродукционном эксперименте изучение образцов *P. patens* проводилось на открытом освещенном участке экспозиции ковыльной степи в составе одноярусной многокомпонентной группы, где доминировали *Stipa capillata* L., *S. lessingiana* Trin. & Rupr., *S. pennata* L., *S. tirsia* Steven, *S. ucrainica* P. A. Smirn., а сопутствующими видами были следующие лугово-степные виды: *Adonis vernalis* L., *Paeonia tenuifolia* L., *Salvia dumetorum* Andr. ex Besser, *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult.f.

Таблица 1. Виды рода *Pulsatilla* на экспозиции флоры Восточной Европы ГБС РАН

| Вид | Число образцов | | | | | Период культивирования, гг. | Максимальная длительность выращивания образца в культуре, лет |
|---|----------------|----------|------------|----------------------------|--------|--------------------------------|--|
| | происхождение | | | тип исходного материала | | | |
| | природа | культура | неизвестно | растения | семена | | |
| <i>P. bohemica</i> (Skalický) Tzvel. | 1 | 2 | - | - | 3 | 1963-1980; 2018-2019 | 18 |
| <i>P. patens</i> (L.) Mill. | 7 | 3 | 1 | 7 | 4 | 1949-1978; 2010-2019 | 19 |
| <i>P. pratensis</i> (L.) Mill. | 1 | - | - | 1 | - | 1968-1970 | 3 |
| <i>P. scherfelii</i> (Ullep.) Skalický | 1 | - | - | 1 | - | 1955-1961 | 7 |
| <i>P. slavica</i> (G.Reuss) G.Reuss | 1 | - | - | - | 1 | 1964-1980 | 16 |
| <i>P. taurica</i> Juz. | 4 | 1 | - | 3 | 2 | 1960-1986; 2016 | 10 |
| <i>P. vernalis</i> (L.) Mill. | 2 | 1- | - | 1 | 2 | 1977; 2017-2019 | 1 |
| <i>P. vulgaris</i> Mill. | - | - | 1 | ? | ? | ? | ? |

Исходным материалом наиболее устойчивого образца в условиях Москвы были живые растения (16 особей), собранные в 1960 г. в разнотравно-злаковых сообществах Стрелецкой степи (Курская область). Растения данного образца самостоятельно не возобновлялись (рис. 1). Резкий спад численности (от 11 до 4 особей) отмечен после зимы 1961-1962 гг. С 1965 по 1970 гг. сохранялось две генеративных особи, а с 1971 по 1978 гг. – лишь одна. Многолетние фенологические наблюдения показали, что средний срок начала цветения наступает $24/IV \pm 5$, самая ранняя дата – $11/IV$ и поздняя – $5/V$. Начало цветения интродуцируемых растений в ГБС наступает позднее, чем в природных популяциях в Стрелецкой степи, средняя дата (1961-2014 гг.) – $17/IV \pm 1$, самая ранняя дата – $1/IV$ и поздняя – $4/V$ [5]. Разница в сроках между средними датами достигает 7 дней.

Опыт интродукции *P. bohemica* начат в 1963 г. Семена, собранные на целинных участках на Украине, посеяны на делянки питомника в середине мая. Всходы появились на следующий год, в конце апреля 1964 г., а осенью 1966 г. 25 молодых особей пересажены на постоянное место экспозиции (лесная опушка). На следующий год численность образца уменьшилась до 14 особей, а в 1968 г., наоборот, увеличилась до 35 особей за счет подсаженных молодых растений. В течение двух лет численность была стабильной. С 1970 г. по 1974 г.

численность образца уменьшилась до 29 особей, в 1975 г. – до 12. Падение численности продолжалось и в последующие годы. Первое цветение наступило на третий год (1967 г.). Средняя дата начала цветения – $9/V \pm 6$, самая ранняя дата – $29/IV$ и поздняя – $25/V$. В условиях интродукции в Донецком ботаническом саду *P. bohemica* зацветает в первой декаде апреля [6], т.е. на один месяц раньше, чем в ГБС РАН.

Введение в культуру *P. slavica* начато в 1964 г. Семена собраны в Западных Карпатах и посеяны на делянки питомника в середине апреля. Появление всходов отмечено во второй декаде июля. В начале июня следующего года проведена пересадка 17 молодых особей на горку. С 1966 по 1976 гг. численность образца составляла 6 особей, а затем постепенно сокращалась. Первое цветение наступило на третий год (1966 г.). Средняя дата начала цветения – $10/V \pm 7$, самая ранняя дата – $30/IV$ и поздняя – $25/V$.

Образец *P. scherfelii*, привезенный в 1955 г. (Украина, Закарпатская область, Раховский район, гора Говерла, 1800 м над уровнем моря), выращивался на горке. Единственное цветение наблюдали в 1958 г. Начало цветения $7/VII$, конец – $30/VII$. Созревание семян не зафиксировано. Образец выпал после зимы 1961/62 гг.

Живые растения *P. pratensis* (10 особей) пересажены под полог деревьев в конце мая 1968 г. из природных местообитаний Воронежской области (песчаные террасы р.



Рис. 1. Динамика численности коллекционных образцов видов рода *Pulsatilla*

Хопер). Образец полностью выпал в 1971 г. Цветение не наблюдали.

Живые растения *P. vernalis* (3 особи) привезены из Ленинградской области (ст. Лемболово, сосновый бор) и посажены в третьей декаде мая 1977 г. на открытый участок. Н.В. Трулевич отмечала [7], что опыт культивирования данного вида в условиях Сада оказался неудачным, поэтому требуются дальнейшие исследования по подбору эко-топа и выращиванию растения из семян.

С 1960 по 1986 гг. в были проведены интродукционные испытания 4 образцов *P. taurica*. Живые растения первого образца (7 особей) собраны в 1960 г. в Крыму, в сосновом лесу, над Ялтой (Грушевая поляна). Второй образец в виде живых растений получен в 1965 г. из ботанического сада МГУ. Другие образцы (живые растения и семена) привезены в 1976 г. с Карадага. Максимальная продолжительность выращивания составила 10 лет. Наблюдения за сезонным ритмом развития показали, что растения указанных образцов вегетируют с апреля по сентябрь. Цветение начинается с апреля и продолжается до конца весны, т.е. на два месяца позднее, чем в природных местообитаниях, где цветение начинается в феврале. Семена созревают в конце июня – начале июля, но плодоношение у них слабое, нерегулярное. Отдельные особи

выпадают после суровых зим. При посеве под зиму всходы появляются следующей весной. Зацветает на третий год. Вид в культуре слабоустойчив [8, 4, 9, 10, 11, 12]. Однако, по данным сотрудников ботанического сада ВИЛАР (Москва), *P. taurica* является устойчивым видом [13].

Сравнивая экологию восьми видов рода *Pulsatilla* по шкалам Е. Ландольта (рис. 2), видим, что все они требовательны к свету, встречаются обычно на открытых, реже полуткрытых участках. Их можно отнести к группе растений, произрастающих на бедных, умеренно бедных минеральным азотом (*P. scherfelii*), песчаных почвах и песках (средний размер частиц 0,05-2 мм), хорошо аэрируемых. На каменистых склонах и скалах растут *P. scherfelii*, *P. slavica*, *P. taurica*, а на меловых склонах и известняковых обнажениях – *P. bohemica*. Шесть видов встречаются преимущественно на щелочных почвах (рН 5,5-8,0) со средним содержанием гумуса. *P. patens* растет на слабокислых, иногда на нейтральных и слабощелочных почвах со средним содержанием гумуса. *P. vernalis* предпочитает кислые почвы (рН 3,5-5,5). По отношению к влаге *P. bohemica*, *P. pratensis*, *P. slavica*, *P. taurica* и *P. vulgaris* являются индикаторами сухих местообитаний, а *P. scherfelii* – индикатор среднего увлажнения почвы. *P. patens* и *P. vernalis* избегают очень сухих и очень влажных почв. Знание экологии растений является обязательным условием их результативного выращивания.

Для изучения особенностей прорастания семян видов рода *Pulsatilla* проведены лабораторные посевы семян при комнатной температуре, за исключением образца №3 *P. bohemica*, который с 27.03.2020 по 11.05.2020 находился в холодильнике при температуре 3°-5°. Семена высевали в чашки Петри с влажным, предварительно просеянным песком, в основном в трехкратной повторности по 20-30-50 шт. семян, собранных в природных местах обитания или полученных через Delectus. До посева семена хранились при комнатной температуре в бумажных пакетиках. Наблюдения за прорастанием семян проводили

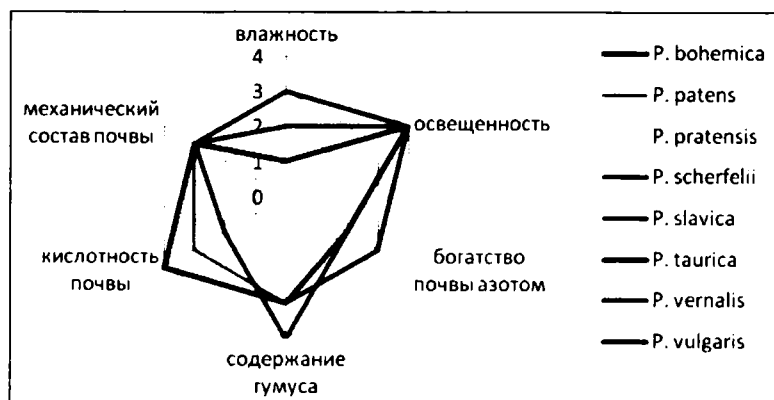


Рис. 2. Характеристика видов рода *Pulsatilla* по экологическим шкалам Е. Ландольта [14]

Интродукция и акклиматизация

ежедневно, за исключением образца №3 *P. bohemica*. Фиксировали начало прорастания, его длительность и лабораторную всхожесть (табл. 2).

Семена *P. taurica* имели лучшие показатели всхожести (57%) и самое раннее прорастание (на 10 день). Однако семена четырехлетнего срока хранения в сухих условиях не сохраняют всхожесть.

Семена *P. bohemica* характеризуются низкой всхожестью (23 и 28%) при длительном прорастании (72 и 77 дней). Образец семян №2 имеет самое позднее прорастание (на 24 день). Образец семян №3 при комнатной температуре на 15 день не пророс. Чашки Петри с непроросшими семенами этого же образца перенесены из лабораторной комнаты в холодильник на 45 дней. Появление проростков зафиксировано на 61 день. При изменении температуры сократился в 3-4 раза период прорастания семян, а их всхожесть увеличилась на 2-7%, по сравнению с образцами семян №1 и 2.

Семена *P. patens* северного образца прорастают раньше и имеют всхожесть в 1,5 раза выше за короткий период прорастания (8 дней), чем семена южного за растянутый период (80 дней). Семена местной репродукции южного образца прорастают на 1 день раньше, имеют в 2 раза выше всхожесть и сокращенный на 1 неделю период прорастания (73 дня).

Семена *P. vernalis* из культуры показали более высокую всхожесть (56%) при прорастании за 9 дней и появление первых проростков на один день раньше, чем семена, собранные в природе.

Численность коллекционных образцов прострелов следует постоянно поддерживать за счет подсадки молодых особей, выращенных из семян местной репродукции.

Многолетний опыт интродукции представителей рода *Pulsatilla*, проводимый в ГБС РАН, позволяет выявить наиболее устойчивые в условиях Москвы виды (образцы): *P. bohemica*, *P. patens* и *P. slavica*. Слабоустойчивыми растениями оказались *P. scherfelii* и *P. taurica*. Необходимо продолжить интродукционные исследования *P. pratensis*, *P. vernalis* и *P. vulgaris*, а также привлечь в опыт первичной интродукции *P. ambigua* (Turcz. ex Pritz.) Juz., *P. angustifolia* Turcz., *P. dacica* (Rummelsp.) Tzvel., *P. grandis* Wend., *P. multifida* (G. Pritz.) Juz., *P. ucranica* (Ugr.) Wissjul., *P. uralensis* (Zámeles) Tzvel., *P. wolfgangiana* (Bess.) Rupr.

Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№118021490111-5)

Таблица 2. Прорастание семян некоторых видов рода *Pulsatilla*

| Вид/образец и его происхождение | Год сбора семян | Дата лабораторного посева | Повторность | Число семян, шт. | Появление 1-х проростков, на N день | Лабораторная всхожесть, % | Длительность прорастания, день |
|--|-----------------|---------------------------|-------------|------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| <i>P. patens</i> (L.) Mill. / №1 in situ Архангельская обл., Беломорско-Кулойское плато, лишайниковый сосняк | 2009 | 11.03.2010 | 3 | 20 | 12 | 40 | 8 |
| <i>P. patens</i> (L.) Mill. / №2 ex situ ГУ «Донецкий ботанический сад» | 2017 | 05.03.2018 | 3 | 50 | 15 | 26 | 80 |
| <i>P. patens</i> (L.) Mill. / №2 ex situ ГБС РАН репродукция | 2019 | 02.03.2020 | 3 | 50 | 14 | 50 | 73 |
| <i>P. taurica</i> Juz. / in situ Республика Крым, Ялтинский горно-лесной природный заповедник | 2015 | 04.03.2016 06.03.2020 | 3 1 | 30 30 | 10 - | 57 - | 22 - |
| <i>P. vernalis</i> (L.) Mill. / №1 in situ Норвегия, г. Осло, ботанический сад и музей естественной природы | 2015 | 27.02.2017 | 1 | 20 | 14 | 45 | 12 |
| <i>P. vernalis</i> (L.) Mill. / №2 ex situ Исландия, Рейкьявик, ботанический сад | 2017 | 05.03.2019 | 1 | 36 | 13 | 56 | 9 |
| <i>P. bohemica</i> (Skalický) Tzvel. / №1 ex situ ГУ «Донецкий ботанический сад» | 2017 | 05.03.2018 | 3 | 50 | 15 | 28 | 77 |
| <i>P. bohemica</i> (Skalický) Tzvel. / №2 ex situ Германия, г. Йена, ботанический сад ун-та | 2017 | 05.03.2018 | 3 | 50 | 24 | 23 | 72 |
| <i>P. bohemica</i> (Skalický) Tzvel. / №3 in situ Венгрия, г. Эгер, ботанический сад ун-та | 2018 | 12.03.2020 | 3 | 30 | 61 | 30 | 21 |

Список литературы

1. Цвелев Н.Н. Прострел – *Pulsatilla* Mill. // Флора Восточной Европы. 2001. Т. 10. СПб.: Мир и семья; Издательство СПХФА, С. 85-94.
2. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2014. 635 с.
3. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
4. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. 480 с.
5. Филатова Т.Д. Прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.) в Стрелецкой степи // Научн. Тр. Гос. природного заповедника «Присурский». 2015. Т. 30. Вып. 1. С. 258-262.
6. Лукошко-Птица В.В. *Pulsatilla bohemica* (Skalický) Tzvelev ex situ and in situ // Промышленная ботаника. 2010. Вып. 10. С. 72-76.
7. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 216 с.
8. Интродукция растений природной флоры СССР. М.: Наука, 1979. 431 с.
9. Растения природной флоры в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина Российской академии наук. 65 лет интродукции. М.: КМК, 2013. 657 с.
10. Шатко В.Г. Охраняемые виды природной флоры Крыма в Москве // Бюл. Гл. ботан. сада. 1984. Вып. 130. С. 67-74.
11. Шатко В.Г. Итоги многолетнего опыта интродукции растений флоры Крыма в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН // Бюл. Гл. ботан. сада. 2015. Вып. 201, № 1. С. 16-24.
12. Шатко В.Г. Растения природной флоры Крыма, занесенные в Красные книги РФ и Республики Крым, в ГБС РАН // Бюл. Гл. ботан. сада. 2017. Вып. 203, № 1. С. 15-20.
13. Гудкова Н. Ю., Мотина Е. А. Сохранение редких и исчезающих растений флоры Крыма и Кавказа в ботаническом саду ВИЛАР // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2018. Вып. 17. С. 466-469.
14. Landolt E. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora // Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH Zürich, Stiftung Rübel, 1977. Vol. 64. Pp. 1-208.

References

1. Tsvelev N.N. Prostrel – *Pulsatilla* Mill. // Flora Vostochnoy Yevropy [Flora Europae Orientalis]. 2001. T. 10. Spb: Mir i semya; Izdatelstvo SPKhFA [Petropli: Mir i semia; Academia Chemico-Pharmaceutica Petropolitana]. Pp. 85-94.
2. Maevskiy P.F. Flora sredney polosity evropeyskoy chasti Rosii [Flora of the middle zone of the European part of Russia]. M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK [Moscow: KMK Scientific Press LTD.], 2014. 635 p.

3. Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby) [The Red Book of the Russian Federation (plants and fungi)]. M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK [Moscow: KMK Scientific Press LTD.], 2008. 855 p.
4. Krasnaya kniga Respubliki Krym. Rasteniya, vodorosli i griby [Red book of the Republic of Crimea. Plants, algae and fungi]. Simferopol: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. 480 p.
5. Filatova T.D. Prostrel raskrytyy (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.) v Streletskoy stepi [Pulsatilla patens (L.) Mill. in the Streletsky steppe] // Nauchnye trudy gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika «Prisurskiy» [Scientific proceedings of the State Nature Reserve «Prisurskiy»]. 2015. Vol. 30, Is. 1. Pp. 258-262.
6. Lukoshko-Ptitsa V.V. *Pulsatilla bohemica* (Skalický) Tzvelev ex situ i in situ [Pulsatilla bohemica (Skalický) Tzvelev ex situ and in situ] // Promyshlennaya botanika [Industrial Botany]. 2010. Is. 10. Pp. 72-76.
7. Trulevich N.V. Ekologo-fitotsenoticheskie osnovy introduktsii rasteniy [Ecological and Phytocenological foundations of plants introduction]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1991. 216 p.
8. Introduktsiya rasteniy prirodnoy flory SSSR [Introduction of plants of the native flora of the USSR]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1979. 431 p.
9. Plants of natural flora in the Main Botanical Garden. N.V. Tsitsina Russian Academy of Sciences. 65 years of introduction. Moscow: KMK Scientific Press LTD, 2013. 657 p.
10. Shatko V.G. Okhranyaemye vidy prirodnoy flory Kryma v Moskve [Protected species of native flora of Crimea in Moscow] // Byul. Gl. botan. sada [Bul. Main Botan. Garden]. 1984. Is. 130. Pp. 67-74.
11. Shatko V.G. Itogi mnogoletnego opyta introduktsii rasteniy flory Kryma v Glavnom botanicheskom sadu im. N.V. Tsitsina RAN [The Results of Long-term Experiment on Native Crimean Plant Species Introduction Into the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS] // Byul. Gl. botan. sada [Bul. Main Botan. Garden]. 2015. Is. 201, № 1. Pp. 16-24.
12. Shatko V.G. Rasteniya prirodnoy flory Kryma, zanesennye v Krasnye knigi RF i Respubliki Krym, v GBS RAN [The Plants of Natural Flora of the Crimea, Included in Red Data Books of Russian Federation and the Crimea, in MBG RAS] // Byul. Gl. botan. sada [Bul. Main Botan. Garden]. 2017. Is. 203, № 1. Pp. 15-20.
13. Gudkova N. Yu., Motina Ye. A. Sokhranenie redkikh i ischezayushchikh rasteniy flory Kryma i Kavkaza v botanicheskom sadu VILAR [Conservation of rare and endangered plants of the Crimean and Caucasian flora in the VILAR botanical garden] // Problemy botaniki Yuzhnoy Sibiri i Mongolii [Problems of Botany of South Siberia and Mongolia]. 2018. Is. 17. Pp. 466-469.
14. Landolt E. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora // Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH Zürich, Stiftung Rübel, 1977. Vol. 64. Pp. 1-208.

Информация об авторе

Саодатова Рано Зубайдуллоевна, канд. биол. наук, ст.н.с.
E-mail: rsaodatova@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук
127276. Российская Федерация, Москва, Ботаническая ул., д.4

Information about the author

Saodatova Rano Zubaydulloevna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher
E-mail: rsaodatova@mail.ru
Federal State Budgetary Institution for Science N.V. Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences
127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

Интродукция и акклиматизация

О.Ю. Жигунов

канд. биол. наук, ст.н.с.

E-mail: zhigunov2007@yandex.ru

И.Е. Анищенко

канд. биол. наук., вед.н.с.

E-mail: irina6106@mail.ru

Л.М. Абрамова

д-р. биол. наук, проф., зав. лабораторией

E-mail: abramova.lm@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Южно-Уральский ботаниче-
ский сад-институт Уфимского Научного Цен-
тра Российской академии наук, Уфа

Биология редких видов рода *Galanthus* L. в Южно-Уральском ботаническом саду-институте

Представлены результаты интродукционного изучения четырех редких видов России из рода *Galanthus* L.: *G. alpinus* Sosn., *G. alpinus* var. *bortkewitschianus* (Koss) A.P. Davis, *G. lagodechianus* Kem.-Nath., *G. plicatus* Bieb. Исследования выполнены в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН на коллекции теневыносливых растений. Изучены особенности сезонного ритма роста и развития, морфометрические показатели в фазе цветения, оценена успешность интродукции видов в Башкирском Предуралье (северная лесостепная зона). Галантусы являются весннезелеными растениями с периодом летне-осеннего покоя. По срокам цветения относятся к группе ранневесенних растений, по продолжительности цветения – к группе среднетрлительнотцветущих. Изученные виды подснежника успешно прошли интродукционные испытания в Республике Башкортостан, они проходят почти все стадии жизненного цикла, за исключением образования плодов и семян. За счет способности к вегетативному размножению луковицами-детками, можно говорить о высокой устойчивости изученных видов подснежника к местным климатическим условиям. Значительных различий в прохождении жизненного цикла разными видами подснежника не выявлено, все они являются перспективными для озеленения теневых местообитаний населенных пунктов Южного Урала.

Ключевые слова: *Galanthus*, редкие виды, сезонный ритм развития, морфометрические параметры, успешность интродукции.

O.Yu. Zhigunov

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: zhigunov2007@yandex.ru

I.E. Anishchenko

Cand. Sci. Biol., Leading Researcher

E-mail: irina6106@mail.ru

L.M. Abramova

Dr. Sci. Biol., Prof., Head of Laboratory

E-mail: abramova.lm@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science

South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa

Federal Research Center Russian Academy of

Sciences, Ufa

Biology of rare species of *Galanthus* L. in South-Ural botanical garden-institute

The work presents the results of the introduction study of four rare species of Russia from the *Galanthus* L. genus: *G. alpinus* Sosn., *G. alpinus* var. *bortkewitschianus* (Koss) A.P. Davis, *G. lagodechianus* Kem.-Nath., *G. plicatus* Bieb. The research was carried out at the South-Ural Botanical Garden-Institute of UFRS RAS on the collection of shadow-bearing plants. Features of seasonal rhythm of growth and development, morphometric parameters in the flowering phase were studied, the introduction success of species in the Bashkortostan Cis-Urals (northern forest steppe zone) was estimated. *Galanthus* are spring-green plants with a period of summer-autumn rest. By the dates of flowering belong to the group of early-lived plants, by the duration of flowering - to the group of medium-lived flowering. The studied species of galanthuses have successfully passed the introduction tests in the Bashkortostan Republic, they pass almost all stages of the life cycle, except for the formation of fruits and seeds. Due to the ability for vegetative reproduction by child bulbs, it is possible to speak about high resistance of studied species of galanthuses to local climatic conditions. There are no significant differences in the passage of the life cycle by different species of galanthuses, all of them are promising for greening the shadow habitats of the settlements of the South Urals.

Keywords: *Galanthus*, rare species, seasonal rhythm of development, morphometric parameters, success of introduction.

DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2020.1057

Актуальной проблемой современности является потеря биоразнообразия растений, которая прогрессирует с каждым годом в связи с высокой антропогенной нагрузкой. Одним из важных направлений ботанических садов является изучение, сохранение и размножение редких и исчезающих растений [1]. Среди значительного разнообразия таких растений особое место занимают эфемероиды, которые украшают природные ландшафты ранней весной, сразу после схода снежного покрова. Одними из первых – виды рода *Galanthus* L. (Подснежник) из семейства Amaryllidaceae J.St.-Hil. (Амариллисовые). Род насчитывает 18 видов ранневесенних мелколуковичных растений. В природных условиях они распространены в лесах и горах Средней и Южной Европы, Малой Азии, на Кавказе и Крыму [2, 3].

Цель работы – интродукция и выявление биологических особенностей четырех редких видов России из рода *Galanthus*: *G. alpinus* Sosn. (п. альпийский), *G. alpinus* var. *bortkewitschianus* (Koss) A.P. Davis (п. Борткевича), *G. lagodechianus* Kem.-Nath. (п. лагодехский), *G. plicatus* Bieb. (п. складчатый). Изучены особенности сезонного ритма роста и развития, морфометрические показатели в фазе цветения, оценена успешность интродукции видов в условиях интродукции в Башкирском Предуралье (северная лесостепная зона).

Материал и методы исследования

Исследования выполнены в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН на коллекции теневыносливых растений, которая в настоящее время насчитывает более 300 видов и сортов многолетников [4]. Посадочный материал видов подснежника получен нами из ГБС им. Н.В. Цицина РАН и ботанического сада МГУ (г. Москва) в виде луковиц. Ниже представлена биологическая характеристика изученных подснежников.

G. alpinus – травянистый многолетник до 20 см высотой. Листья линейные, ланцетные, плоские 7-12 мм шириной, покрыты восковым налетом, без складок. Листья в период цветения короче стебля. Цветок одиночный, поникающий, белого цвета. Наружные лепестки до 2,5 см длиной, внутренние вдвое короче, с неглубокой выемкой и зеленым пятном почковидно-сердцевидной формы. Плод – мясистая коробочка с семенами, снабженными сочными придатками. Ранневесенний эфемероид. Обитает в лесах нижнего и среднего поясов, где встречается рассеянно в виде изреженных зарослей. Цветет в природе в январе и феврале (во время зимних оттепелей) и в марте (обычно). Включен в Красную книгу РФ. Статус 3 д – редкий вид. Эндемик Кавказа. Основной ареал – Закавказье.

G. alpinus var. *bortkewitschianus* – травянистый многолетник высотой до 15 см. Листья темно-зеленые, сизые, ланцетовидные, во время цветения от 2,5 до 6 см длиной и 1,2-1,4 см шириной. Луковица 3-4 см длиной, 2-3 см в диаметре. Цветонос 4-6 см длиной, наружные листочки околоцветника вогнутые, обратнойцевидные, 1,5 см длиной и 0,8-1 см шириной; внутренние – клиновидные, 0,8-0,9

см длиной, 0,5-0,6 см шириной, с выемкой у верхушки и зеленым пятном вокруг выемки. Цветет в первой половине весны. Этот вид подснежника произрастает под пологом букового леса на рыхлой перегнойной почве Северного Кавказа. Включен в Красную книгу РФ. Статус 1 - вид, находящийся под угрозой исчезновения. Узколокальный эндемик Кабардино-Балкарии.

G. lagodechianus – травянистый многолетник высотой до 10 см, ранневесенний эфемероид. Листья плоские, ярко-зеленые, блезастящие, без воскового налета, линейные, во время цветения 10-12 см длиной и 0,6-0,8 см шириной. Луковица 2,5-3 см длиной и 1,5-2 см в диаметре. Наружные листочки околоцветника обратнойцевидные, 1,5 – 3 см длиной и 0,8-1 см шириной; внутренние клиновидные, – 0,8-1 (1,2) см длиной и 0,4-0,6 см шириной, с выемкой у верхушки и зеленым пятном вокруг нее. Цветет в первой половине весны, в апреле, на протяжении 20 дней. Этот вид произрастает на территории от субальпийского до нижнего лесного пояса Главного Кавказского хребта. Включен в Красную книгу РФ. Статус 3 д - редкий вид. Эндемик Кавказа, имеет ограниченный ареал, часть которого находится на территории России [5, 6].

G. plicatus – травянистый луковичный многолетник, высотой до 25 см. Листья темно-зеленые, с восковым налетом, хрящеватые, складчатые, выходящие из влагалищ сложенными, сильно-килеватые, сверху постепенно сужающиеся, с небольшим утолщением на конце. Луковица крупная, продолговатая, до 3 см в диаметре. Цветонос до 16 см длиной, цветоножка – 2,5-3,5 см. Наружные доли околоцветника до 2,5 см длиной, 1,4 см шириной, овальные, ложковидные, внутренние доли книзу суженные, с отогнутой наружу сердцевидной верхушкой и загнутыми внутрь краями, зеленое пятно широкояйцевидное, располагается вокруг выемки у верхушки. Цветки с сильным запахом. Локально встречающийся евроазиатский вид с сокращающейся численностью. Распространен в Юго-Восточной Европе, Крыму, Кавказе. Включен в Красную книгу РФ. Статус 2 а – вид, сокращающийся в численности, на территории России представлен на северо-восточном пределе, в виде изолированного фрагмента ареала [6, 7].

Изученные нами виды подснежников культивируются в ГБС РАН им. Н.В. Цицина, ВИЛАР, ботаническом саду МГУ, ботаническом саду БИН РАН и др. [8].

В ходе интродукционного испытания были использованы рекомендации: И.Н. Бейдеман [9], Н.В. Трулевич [10], Г.Н. Зайцева [11], В.В. Бакановой [12].

Результаты и их обсуждение

Галантусы являются весеннезелеными растениями с периодом летне-осеннего покоя. По срокам цветения относятся к группе ранневесенних растений, по продолжительности цветения – к группе среднедлительноцветущих. Прохождение основных фенологических фаз у изученных видов галантуса почти сходное (табл. 1).

Интродукция и акклиматизация

Таблица 1. Среднемноголетние значения фенодат видов рода *Galanthus*

| Вид | Фенофаза | | | | |
|---|---------------------|-------------|-----------------|-------------------|----------------|
| | весеннее отрастание | бутонизация | начало цветения | массовое цветение | конец цветения |
| <i>G. alpinus</i> | 14.04 | 16.04 | 18.04 | 24.04 | 01.05 |
| <i>G. alpinus</i> var. <i>bortkewitschianus</i> | 14.04 | 17.04 | 19.04 | 26.04 | 05.05 |
| <i>G. lagodechianus</i> | 14.04 | 16.04 | 18.04 | 25.04 | 03.05 |
| <i>G. plicatus</i> | 14.04 | 16.04 | 18.04 | 24.04 | 01.05 |

Весеннее отрастание в условиях г. Уфы в среднем отмечено во второй декаде апреля, цветение начинается в конце второй декады апреля, массовое цветение наступает в третьей декаде апреля и продолжается цветение в течение примерно двух недель. Окончание вегетации подснежников происходит к концу мая. Все четыре изученных вида подснежника в наших условиях плодов не образуют и размножаются только вегетативно – луковицами-детками.

Исходя из таблицы 2 видно, что самыми высокими генеративными побегами отличается *G. alpinus* var. *bortkewitschianus*, самые крупные цветки – у *G. plicatus*, наименьшими показателями почти по всем морфометрическим параметрам характеризуется *G. alpinus*. В результате исследований выявлено, что большинство изученных морфометрических параметров исследованных таксонов рода *Galanthus* обладает нормальной степенью варьирования (от 3,8 до 23,7 %).

Таблица 2. Некоторые морфометрические показатели видов рода *Galanthus*

| Параметр | <i>G. alpinus</i> | | <i>G. alpinus</i> var. <i>bortkewitschianus</i> | | <i>G. lagodechianus</i> | | <i>G. plicatus</i> | |
|---|-------------------|-----------|---|-----------|-------------------------|-----------|--------------------|-----------|
| | $M \pm m$ | $C_v, \%$ | $M \pm m$ | $C_v, \%$ | $M \pm m$ | $C_v, \%$ | $M \pm m$ | $C_v, \%$ |
| Высота генеративного побега, мм | 88,1 \pm 2,95 | 8,8 | 125,7 \pm 1,82 | 3,8 | 95,6 \pm 1,93 | 5,3 | 115,0 \pm 5,35 | 12,3 |
| Длина листа, мм | 45,9 \pm 1,72 | 9,9 | 75,3 \pm 1,08 | 3,8 | 102,0 \pm 2,63 | 6,8 | 105,3 \pm 5,17 | 13,0 |
| Ширина листа, мм | 6,0 \pm 0,22 | 9,6 | 11,7 \pm 0,29 | 7,6 | 7,1 \pm 0,26 | 9,7 | 8,0 \pm 0,31 | 10,2 |
| Длина наружного листочка околоцветника, мм | 15,9 \pm 0,26 | 4,4 | 13,6 \pm 0,20 | 3,9 | 157 \pm 1,41 | 23,7 | 26,6 \pm 0,37 | 37 |
| Ширина наружного листочка околоцветника, мм | 9,3 \pm 0,18 | 5,3 | 9,3 \pm 0,18 | 5,3 | 7,4 \pm 0,20 | 7,2 | 10,1 \pm 0,26 | 6,8 |
| Длина внутреннего листочка околоцветника, мм | 7,7 \pm 0,29 | 9,8 | 5,6 \pm 0,20 | 9,6 | 10,0 \pm 0,38 | 10,0 | 11,9 \pm 0,34 | 7,6 |
| Ширина внутреннего листочка околоцветника, мм | 3,6 \pm 0,09 | 6,7 | 3,4 \pm 0,14 | 11,3 | 3,6 \pm 0,29 | 6,7 | 4,0 \pm 0,11 | 7,2 |

Примечание: M – среднее значение параметра; m – ошибка среднего значения параметра; C_v – коэффициент вариации

Таблица 3. Результаты оценки успешности интродукции *Galanthus*

| Критерии | <i>G. alpinus</i> | <i>G. alpinus</i> var. <i>bortkewitschianus</i> | <i>G. lagodechianus</i> | <i>G. plicatus</i> |
|--|-------------------|--|-------------------------|--------------------|
| Развитие вегетативных органов | + | + | + | + |
| Наличие регулярного цветения | + | + | + | + |
| Наличие регулярного плодоношения | - | - | - | - |
| Зимостойкость | + | + | + | + |
| Засухоустойчивость | + | + | + | + |
| Способность интродуцентов к саморасселению | + | + | + | + |

В результате обобщения многолетних наблюдений за ростом и развитием изученных галантусов была оценена успешность интродукции (табл. 3). В основу положена шкала, включающая данные о состоянии растений по шести признакам. Несмотря на отсутствие плодоношения, за счет способности интродуцентов к вегетативному размножению луковицами-детками, можно говорить о высокой устойчивости изученных видов подснежника к местным климатическим условиям.

Заключение

В результате интродукционного испытания четырех редких видов рода *Galanthus* нами выявлено, что они успешно прошли интродукционные испытания в Республике Башкортостан. В условиях г. Уфы подснежники проходят почти все стадии жизненного цикла, за исключением образования плодов и семян. Несмотря на значительно более южные природные ареалы распространения изученных видов подснежников, все они благополучно зимуют в более суровых климатических условиях Южного Урала. Благодаря способности к вегетативному размножению луковицами-детками, а также хорошей зимостойкости, можно говорить о высокой устойчивости изученных видов подснежника к местным климатическим условиям. Значительных различий в прохождении жизненного цикла разными видами подснежника практически не выявлено, все они начинают вегетацию, цветут и заканчивают вегетацию примерно в одни и те же сроки. Подснежники являются перспективными для озеленения теневых местобитаний населенных пунктов Южного Урала.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России» и государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме № АААА-А18-118011990151-7

Список литературы

1. Абрамова Л.М., Каримова О.А., Шигапов З.Х. Охрана биоразнообразия *ex situ* в Башкортостане: состояние проблемы, стратегия и перспективы // Вестн. АН РБ, 2004. Т.9, № 3. С. 60-68.
2. Ткаченко К.Г., Рейнвальд В.М. Сад непрерывного цветения. ISBN 5-7654-3470-3. СПб: Издательский Дом «Нева», 2004. 288 с.
3. Лунина Н.М. Первоцветы. ISBN 5-7578-0176-X. М.: Издательский Дом МСП, 2003. 80 с.
4. Растения Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН. ISBN 978-5-9613-0625-5. Уфа: Мир печати, 2019. 304 с.
5. Литвинская С.А., Муртазалиев Р.А. Флора Северного Кавказа: Атлас-определитель. ISBN 978-5-906171-22-1. М.: Фитон XXI, 2013. 688 с.
6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). ISBN 978-5-87317-476-8 М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2008. 855 с.
7. Культурная флора травянистых декоративных многолетников средней полосы России: Атлас. ISBN 978-5-93457-346-2. М.: Фитон+, 2011. 432 с.
8. Генофонд растений Красной книги Российской Федерации, сохраняемый в коллекциях ботанических садов и дендрариев. ISBN 978-5-87317-854-4. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 220 с.
9. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974. С. 40-46.
10. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. С. 109-113.
11. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. С. 12-40.
12. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. Киев: Наукова думка, 1983. С. 9-16.

References

1. Abramova L.M., Karimova O.A., Shigapov Z.Kh. Ohrana bioraznoobraziya ex situ v Bashkortostane: sostoyanie problemy, strategiya i perspektivy [Protection of biodiversity ex situ in Bashkortostan: state of the problem, strategy and prospects] // Vestnik AN RB [Bul. Academy of Science Bashkortostan Republic], 2004. Vol. 9, No. 3. Pp. 60-68.
2. Tkachenko K.G., Rejval'd V.M. Sad nepreryvnogo cveteniya [Garden of continuous flowering]. SPb: Izdatel'skij Dom «Neva» [SPb: Publishing House «Neva»], 2004. 288 p.
3. Lunina N.M. Pervocvety [Primroses]. M.: Izdatel'skij Dom MSP [Moscow: Publishing House MSP], 2003. 80 p.
4. Rasteniya Yuzhno-Ural'skogo botanicheskogo sada-instituta UFIC RAN [Plants of the South-Ural Botanical garden-institute of the UFIC RAS]. Ufa: Mir Pechati [Ufa: Publishing House «Print World»], 2019. 304 p.
5. Litvinskaya S.A., Murtazaliev R.A. Flora Severnogo Kavkaza: Atlas-opredelitel' [Flora of the North Caucasus: Atlas determiner]. M.: Fiton XXI [Moscow: Publishing House «Fiton XXI»], 2013. 688 p.
6. Krasnaya kniga Rossijskoj Federacii (rasteniya i griby) [Red Book of the Russian Federation (plants and mushrooms)]. M.: Tovarishestvo nauch. izdanij KMK [Moscow: Publishing House «Association of scientific publications KMK»], 2008. 855 p.

7. Kul'turnaya flora travyanistyh dekorativnyh mnogoletnikov srednej polosy Rossii: Atlas [Cultural flora of grassy decorative perennials of the middle band of Russia: Atlas]. M.: Fiton+. [Moscow: Publishing house «Fiton+»], 2011. 432 p.
8. Genofond rastenij Krasnoj knigi Rossijskoj Federacii, sohranyaemyj v kollekciyah botanicheskikh sadov i dendrarij [Gene pool of plants of the Red Book of the Russian Federation, preserved in collections of botanical gardens and dendrarias]. M.: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK, [Moscow: Publishing House «Association of scientific publications KMK»], 2012. 220 p.
9. Bejdeman I.N. Metodika izucheniya fenologii rastenij i rastitel'nyh soobshchestv [Method of studying plant phenology and plant communities]. Novosibirsk: Nauka, [Novosibirsk: Publishing House «Science»], 1974. Pp. 40-46.
10. Trulevich N.V. Ekologo-fitocenoticheskie osnovy introdukcii rastenij [Ecological-phytocenotic basis of plant introduction]. M.: Nauka, [Moscow: Publishing House «Science»], 1991. 216 p.
11. Zajcev G.N. Matematika v eksperimental'noj botanike [Mathematics in experimental botany]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1990. 296 p.
12. Bakanova V.V. Cvetочно-dekorativnye mnogoletniki otkrytogo grunta [Flower-decorative perennials of open soil]. Kiev: Naukova Dumka [Kiev: Publishing House «Naukova Dumka»], 1983. Pp. 9-16.

Информация об авторах

Жигунов Олег Юрьевич, канд. биол. наук, ст.н.с.
E-mail: zhigunov2007@yandex.ru
Анищенко Ирина Евгеньевна, канд. биол. наук, вед.н.с.
E-mail: irina6106@mail.ru
Абрамова Лариса Михайловна, д-р. биол. наук, проф., зав. лабораторией
E-mail: abramova.lm@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт Уфимского научного центра Российской академии наук
450080. Российская Федерация, г. Уфа, ул. Менделеева 195/3

Information about the authors

Zhigunov Oleg Yurjevich, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher
E-mail: zhigunov2007@yandex.ru
Anishchenko Irina Evgenievna, Cand. Sci. Biol., Leading Researcher
E-mail: irina6106@mail.ru
Abramova Larisa Mikhailovna, Dr. Sci. Biol., Prof., Head of Laboratory
E-mail: abramova.lm@mail.ru
Federal State Budgetary Institution for science South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
450080. Russian Federation, Bashkortostan Republic, Ufa, Mendeleev St. 195/3

Ф.К. Мурзабулатова

Н.С.

E-mail: barhan93@yandex.ru

Н.В. Полякова

канд. биол. наук, вед. н.с.

E-mail: barhan93@yandex.ru

Южно-Уральский ботанический сад-институт
Уфимского научного центра РАН

Краткие итоги интродукции дейции (*Deutzia* Thunb.) в Башкирском Предуралье

Приведены результаты многолетних (2007-2015 гг) наблюдений за 15 видами рода *Deutzia* коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН. Дана оценка сезонного ритма развития, зимостойкости, жизнеспособности пыльцы, всхожести семян, а также приведена интегральная оценка интродукционной устойчивости изученных видов. Наиболее устойчивыми в условиях Башкирского Предуралья оказались виды секции *Mesodeutzia*: *D. parviflora* var. *amurensis*, *D. glabrata*, *D. parviflora*. Ежегодно они проходят полный цикл сезонного развития, цветут и плодоносят, обладают наиболее жизнеспособной пыльцой и высокой всхожестью семян; кроме того, они абсолютно зимостойки в климатических условиях Башкирского Предуралья. Это позволяет рекомендовать их для широкого применения в целях декоративного садоводства на территории Республики Башкортостан.

Ключевые слова: *Deutzia* Thunb., дейция, интродукция, сезонный ритм развития, зимостойкость, Республика Башкортостан.

F.K. Murzabulatova

Researcher

E-mail: barhan93@yandex.ru

N.V. Polyakova

Cand. Sci. Biol., Leading Researcher

E-mail: barhan93@yandex.ru

South Ural Botanical Garden-Institute of the
Federal State Budgetary Institution for Science Ufa
Federal Research Center of the Russian Academy
of Sciences

Brief results of the introduction *Deutzia* Thunb. in the Bashkir Cis-Urals

The results of long-term (2007-2015) observations of 15 species of the genus *Deutzia* from the collection of the South Ural Botanical Garden Institute of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences are presented. The seasonal rhythm of development, winter hardiness, pollen viability, seed germination are assessed, and an integrated assessment of the introduced resistance of the studied species is given. The most stable in the conditions of the Bashkir Cis-Urals turned out to be species of the section *Mesodeutzia*: *D. parviflora* var. *amurensis*, *D. glabrata*, *D. parviflora*. Every year they go through the full cycle of seasonal development, bloom and bear fruit, have the most viable pollen and high germination of seeds; in addition, they are absolutely winter-hardy in the climatic conditions of the Bashkir Cis-Urals. This allows us to recommend them for widespread use for decorative gardening in the Republic of Bashkortostan.

Keywords: *Deutzia* Thunb., introduction, seasonal rhythm of development, winter hardiness, Republic of Bashkortostan.

DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2020.1058

Дейции как декоративные обильно цветущие кустарники имеют широкое применение в фитодизайне регионов с относительно теплым климатом [1, 2]. В районах с более суровыми климатическими условиями, в том числе на Урале, они изучены пока недостаточно. Однако, учитывая их высокую декоративность, после необходимых исследований их интродукционной устойчивости в новых климатических условиях, виды дейции могли бы пополнить ассортимент декоративных растений для зоны Южного Урала.

Род *Deutzia* Thunb. относится к семейству *Hydrangeaceae* Dumort. Число видов в роде до сих пор точно не установлено: по данным разных авторов род включает от 50 до 100 видов [3-5]. Дейции – кустарники, иногда

лианы, преимущественно листопадные, очень редко с зимующей листвой. Побеги гладкие, буровато-серые, со слабовозмеченными рассеянными чечевичками. Листья супротивные, заостренные, яйцевидные или ланцетовидные, по краю мелкопильчатые и мелкозубчатые, короткочерешковые, без прилистников. Соцветия чаще щитковидные или полузонтичные, кистевидные или метельчатые; изредка цветки одиночные. Венчик 5-лепестный, лепестки белого, кремового, сиреневатого, розового цвета. Тычинок 10, расположенных в два круга; тычинки внутреннего круга более короткие, чем внешние. Завязь 3-5 гнездная, нижняя; семена мелкие (0,5-1 мм длины), многочисленные, угловатые, плоские или выпуклые [1, 6]. Большая часть ареала

дейции расположена в Восточной и Юго-Восточной Азии, и только 4 вида имеют распространение в Мексике. На территории России произрастают 2 вида – *D. parviflora* var. *amurensis* и *D. glabrata* (Южное Приморье, р. Амур) [7]. В естественных условиях дейции – растения горной местности. В южной части своего ареала они поднимаются до высоты 2000-3000 м над уровнем моря, встречаются обычно, одиночно или группами в зарослях кустарников, по опушкам, на вырубках и полянах, на осыпях, реже растут в негустых лесах. [1].

В 34 интродукционных пунктах России по данным на 1 января 1999 года культивировалось 16 видов, разновидностей и 13 культиваров дейции. [8].

В Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН в настоящее время собрана коллекция рода Дейция, на базе которой проводятся интродукционные исследования. Цель данной работы состоит в выделении наиболее устойчивых видов дейции, которые могут быть использованы для целей декоративного садоводства в Башкирском Предуралье.

Объекты и методы

Объектами исследований явились 15 видов дейции коллекции Южно-Уральского ботанического сада.

Интродукция видов дейции осуществлялась семенами, полученными по программе обмена (Делектус), а также укорененными черенками и саженцами, полученными из других ботанических учреждений, питомников и частных лиц. Наблюдения проводились в течение ряда лет (2007-2015 гг). Фенологические наблюдения проводились по методике, принятой в ботанических садах [9], зимостойкость определялась по методике Главного ботанического сада РАН [10]. Качество семян (энергия прорастания и всхожесть) определялось по ГОСТ 13056.6-97 [11]. Жизнеспособность пыльцы исследовали у 11 видов дейции по методу И.Н. Голубинского [12]. Интродукционную устойчивость вычисляли по шкале Н.В. Трулевич [13].

Результаты и обсуждение

Коллекция дейции является одной из наиболее крупных коллекций декоративных кустарников ЮУБСИ [14, 15]. Все виды дейции в коллекции имеют восточно-азиатское происхождение (табл. 1). При культивировании в зоне Башкирского Предуралья все виды сохраняют жизненную форму, характерную для них на родине. Три вида в коллекции (*D. glabrata*, *D. parviflora* и *D. parviflora* var. *amurensis*) относятся к секции *Mesodeutzia* Н.К.

Таблица 1. Характеристика интродуцированных видов дейции

| Таксон | Географическое происхождение | Место получения | Год получения | Исходный материал |
|--|--|--|---------------|-------------------|
| <i>D. discolor</i> Hemsl. | Китай | Москва, ГБС РАН | 1986 | саженцы |
| <i>D. glabrata</i> Kom. | Корея, Вост. Китай, | Москва, ГБС РАН | 2006 | семена |
| <i>D. gracilis</i> Siebold et Zucc. | Япония | Голландия, Вагенинген | 2001 | саженцы |
| <i>D. x hybrida</i> Lemoine | гибрид (<i>D. longifolia</i> x <i>D. discolor</i>) | БС, Люблин, Польша | 2006 | семена |
| <i>D. x kalmiaeflora</i> Lemoine | гибрид (<i>D. parviflora</i> x <i>D. purpurescens</i>) | Польша, Консковала | 2001 | саженцы |
| <i>D. longifolia</i> Franch. | Зап. Китай | Россия, Самара, БС Университета | 2006 | саженцы |
| <i>D. longifolia</i> Franch var. <i>veitchii</i> Veitchii | Зап. Китай | Воронеж, частная коллекция | 2013 | саженец |
| <i>D. x magnifica</i> (Lemoine) Rehd. | гибрид (<i>D. crenata</i> x <i>D. discolor</i>) | Москва, ГБС РАН | 1984 | саженцы |
| <i>D. maximowicziana</i> Makino | Япония | Германия, Байрет, БС | 2010 | семена |
| <i>D. ningpoensis</i> Rehd. | Китай | Польша, Познань, БС Университета | 2005 | семена |
| <i>D. parviflora</i> Bunge | Д.В., Сев. Китай | Москва, ГБС РАН | 1986 | саженцы |
| <i>D. parviflora</i> var. <i>amurensis</i> Regel | Китай | Москва, ГБС РАН Россия, Мещерское, ЛОСС | 1986 1969 | саженцы семена |
| <i>D. scabra</i> Thunb. | Япония | неизвестно Москва, ГБС РАН | 1973 2005 | черенки семена |
| <i>D. schneideriana</i> Rehder var. <i>laxiflora</i> Rehd. | Цент. Китай | Эстония, Таллин, БС | 2009 | семена |
| <i>D. vilmorinae</i> E. Lemoine et Bois | Цент. Китай | ГБС г. Москва | 2006 | семена |

Таблица 2. Сезонный ритм развития интродуцированных видов дейции (в числителе – дата начала фазы, в знаменателе – сумма эффективных температур)

| Виды | Развер- зание почек | Начало ве- гетативных побегов | Начало цветения | Окон- чание цветения | Начало одре- вения | Окончание роста вегетатив- ных побегов | Полное одревес- нение | Осеннее окраши- вание листьев | Начало листопада | Созревание семян |
|--|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|--|-----------------------------|--|-------------------------|--------------------------|
| <i>D. parviflora</i> var. <i>amurensis</i> | 21.04±2.1 39±8,3 | 30.04±2.1 74±10,0 | 25.05±1.7 302±8,2 | 13.06±2.7 543±37,2 | 24.05±3.3 260±22,9 | 16.08±8.7 1431±139,1 | 29.08±8.9 1722±102,6 | 18.09±4.4 1782±78,9 | 03.10±3.0 1868±63,1 | 22.08±26.4 1779±84,1 |
| <i>D. glabrata</i> | 22.04±3.3 34±8,2 | 29.04±3.7 71±16,3 | 24.05±4.4 144±22,6 | 07.06±3.8 468±30,7 | 29.05±4.3 353±43,6 | 28.08±8.7 1630±121,1 | 14.09±7.2 1732±101,6 | 15.09±6.0 1765±87,9 | 02.10±5.1 1856±80,8 | 28.09±1.8 1766±67,5 |
| <i>D. × hybrida</i> | 01.05±2.6 89±13,8 | 08.05±2.6 138±12,8 | 17.06±6.0 609±37,0 | 05.07±7.3 900±38,9 | 29.06±3.9 823±14,7 | 01.10±4.2 1801±66,7 | - | 01.10±6.4 1801±66,7 | 15.10±6.0 1831±64,0 | - |
| <i>D. × kalmiaeflora</i> | 02.05±1.7 97±32,9 | 09.05±2.2 142±14,9 | 03.06±3.3 398±31,8 | 18.06±3.2 619±34,0 | 23.06±3.5 649±25,1 | 01.10±2.7 1801±66,7 | - | 28.09±4.1 1864±96,8 | 22.10±3.4 1851±68,6 | 28.09±1.6 1864±96,8 |
| <i>D. parviflora</i> | 23.04±2.5 40±9,0 | 01.05±2.4 77±9,7 | 06.06±2.9 439±18,1 | 23.06±4.9 649±25,1 | 28.05±3.2 336±37,1 | 26.08±4.0 1624±87,7 | 09.09±4.7 1737±97,4 | 15.09±5.0 1777±80,9 | 03.10±3.2 1871±73,7 | 26.09±6.8 1797±70,5 |
| <i>D. discolor</i> | 01.05±2.5 89±13,8 | 08.05±2.5 138±12,8 | 13.06±2.5 544±24,1 | 30.06±2.2 781±28,7 | 24.06±2.3 714±30,0 | 01.10±2.6 1865±55,7 | - | 07.10±5.8 1872±59,1 | 24.10±3.3 1927±83,0 | 07.10±5.8 1828±55,5 |
| <i>D. gracilis</i> | 03.05±1.9 91±13,5 | 09.05±1.8 142±14,9 | 31.05±2.4 394±18,7 | 20.06±3.0 670±40,1 | 28.07±5.5 1182±98,1 | 12.10±3.6 1880±65,2 | - | 05.10±6.8 1853±63,1 | 31.09±3.4 1867±59,4 | 05.10±6.8 1809±81,6 |
| <i>D. longifolia</i> | 02.05±3.8 97±32,9 | 08.05±3.3 135±32,0 | 02.06±3.4 388±31,8 | 19.06±3.4 627±38,6 | 09.06±3.4 472±47,5 | 03.10±5.0 1858±75,9 | - | 30.09±4.1 1531±151,2 | 19.10±3.5 1856±77,5 | 30.09±2.1 1837±69,8 |
| <i>D. longifolia</i> var. <i>veitchi</i> | 04.05±1.9 98±12,5 | 09.05±1.9 142±14,9 | 20.06±5.6 691±37,1 | 03.07±4.7 856±30,2 | 21.06±8.4 638±43,9 | 07.10±4.7 1872±59,1 | - | 30.09±6.7 1531±125,2 | 15.10±6.4 1831±64,0 | - |
| <i>D. × magnifica</i> | 03.05±1.8 91±13,5 | 10.05±2.4 143±11,1 | 10.06±2.0 489±16,1 | 01.07±2.0 795±59,4 | 24.06±2.7 714±31,0 | 22.09±7.5 1790±133,4 | - | 29.09±3.9 1850±97,8 | 16.09±2.9 1761±98,9 | 27.09±4.2 1848±87,8 |
| <i>D. maximowicziana</i> | 01.05±5.3 68±10,3 | 05.05±5.8 106±88,3 | 15.06±2.1 625±71,6 | 29.06±5.7 823±14,7 | 17.06±1.8 618±82,7 | 11.10±4.8 1871±140,6 | - | 21.09±1.9 1818±131,4 | 17.10±2.8 1877±140,1 | 08.10±13.0 1895±170,3 |
| <i>D. ningpoensis</i> | 02.05±2.5 73±8,9 | 08.05±2.9 109±10,1 | 20.06±5.7 691±37,1 | 04.07±5.8 891±31,2 | 24.06±3.9 650±56,4 | 01.10±2.6 1801±66,7 | - | 04.10±5.7 1807±59,4 | 20.10±3.9 1847±98,6 | 04.10±4.0 1902±71,4 |
| <i>D. scabra</i> | 03.05±2.9 91±9,1 | 10.05±2.9 143±11,1 | 21.06±3.5 638±43,9 | 08.07±2.5 863±61,6 | 01.07±4.2 795±62,0 | 04.10±2.1 1871±60,9 | - | 09.10±3.1 1740±98,1 | 24.10±2.1 1857±75,0 | 15.10±7.8 1831±64,0 |
| <i>D. schneideriana</i> var. <i>laxiflora</i> | 03.05±4.2 92±14,2 | 08.05±4.4 132±12,6 | 21.06±3.5 674±34,2 | 05.07±3.1 900±38,9 | 19.05±2.8 656±35,5 | 05.10±3.6 1879±109,2 | - | 28.09±2.4 1864±96,8 | 17.10±3.5 1875±142,7 | 25.09±12.6 1759±68,9 |
| <i>D. vilmorinae</i> | 01.05±3.0 86±8,9 | 08.05±3.2 129±11,9 | 17.06±3.5 609±37,0 | 07.07±2.3 840±97,9 | 22.06±2.3 679±21,1 | 03.10±3.1 1878±77,8 | - | 27.09±3.1 1735±44,5 | 16.10±2.8 1861±76,8 | 28.09±10.1 1741±71,8 |

Airy-Shaw., остальные являются представителями секции *Deutzia* Thunb. [16].

Самое раннее начало вегетации (развержение почек) отмечено у представителей секции *Mesodeutzia* – у *D. parviflora* var. *amurensis* почки раскрываются 21 апреля (табл. 2). К этой дате средняя многолетняя сумма эффективных температур достигает $39 \pm 8,3$ °С. Позже всех начинают вегетацию *D. gracilis*, *D. scabra*, *D. schneideriana* var. *laxiflora*; фаза распускания почек у них начинается при сумме температур 91-92 °С. Начало роста побегов приходится на первую и вторую декаду мая. Наиболее продолжительный рост побегов наблюдается у дейции из секции *Deutzia*. Все виды дейции в коллекции цветут в среднем по 13 дней, в общей сложности фаза цветения дейции в коллекции продолжается 146 дней. Семена созревают в первой декаде сентября – третьей декаде октября. При наступлении первых осенних заморозков семена некоторых видов не успевают созреть. Период вегетации разных видов дейции длится от 167 до 180 дней. Ежегодно раньше других начинают и раньше заканчивают вегетацию, т.е. проходят полный цикл сезонного развития, дейции секции *Mesodeutzia*. Представители секции *Deutzia* не успевают пройти в течение вегетативного сезона свой полный фенологический цикл: у них не полностью одревесневают побеги, не закладывается апикальная почка, плодоношение и вызревание семян не ежегодное. Наиболее зимостойки дейции из секции *Mesodeutzia*: *D. glabrata*, *D. parviflora* и *D. parviflora* var. *amurensis*. За весь период наблюдений ежегодно зимостойкость у этих видов составляла I балл, т.е. растения совсем не обмерзали. Пониженной зимостойкостью (II-III балла) и быстрой восстановительной способностью характеризуются виды из секции *Deutzia*: *D. discolor*, *D. longifolia*, *D. ningpoensis*, *D. scabra*, *D. vilmorinae*. Вид *D. gracilis*, за счет небольшой высоты куста, успешно зимует под снегом. Для дейции в условиях ботанического сада г. Уфы позднее наступление холодов (в среднем 28 сентября) и глубина снежного покрова (до 1,0 м) играют положительную роль, так как при этом успевают вызреть побеги, а снеговой покров защищает во

время сильных морозов. Таким образом, сезонный ритм развития дейции секции *Deutzia* меньше соответствует климатическим условиям Башкирского Предуралья, чем феноритм представителей секции *Mesodeutzia*. И несмотря на то, что эти виды хорошо переносят зимы с высоким снежным покровом, легко восстанавливаются после обмерзания и ежегодно цветут, рекомендовать их для широкого выращивания в условиях Башкирского Предуралья нецелесообразно. Для этого больше подойдут три вида из секции *Mesodeutzia*: *D. glabrata*, *D. parviflora* и *D. parviflora* var. *amurensis*. Эти 3 вида зарекомендовали себя как наиболее зимостойкие в климатических условиях нашего региона.

Жизнеспособность пыльцы, как один из показателей адаптированности растений к новым условиям выращивания, определялась у 11 видов дейции (табл.3). Значения жизнеспособности пыльцы представителей секции *Mesodeutzia* оказались высокими (в среднем 73,0-74,1%). Для прорастания пыльцевых зерен *D. parviflora* var. *amurensis* и *D. parviflora* наиболее оптимальной средой является 5%-й раствор сахарозы; с увеличением концентрации сахарозы активность прорастания уменьшается. Для *D. glabrata* из этой же секции высокие результаты получены в растворе сахарозы 20 и 25% -й концентрации. В секции *Deutzia* у трех видов (*D. discolor*, *D. gracilis*, *D. scabra*) максимальный процент проросших зерен отмечен в 5%-ом растворе; процент проросших зерен пропорционально снижается возрастанию концентрации сахарозы. У *D. longifolia* максимум проросших зерен приходится на 25%-й раствор. Для остальных видов (*D. maximowicziana*, *D. schneideriana* var. *laxiflora*, *D. vilmorinae*) максимальные результаты зафиксированы в 10% и 15% -х растворах.

Для выявления зависимости между жизнеспособностью пыльцы и качеством семян различных видов дейции был проведен корреляционный анализ. Корреляционный анализ показывает, что связь между этими показателями статистически значима: коэффициент ранговой корреляции по Спирмену составляет 0,55. Наглядно эту зависимость демонстрирует рисунок 1. Таким образом, между

Таблица 3. Жизнеспособность пыльцы и качество семян видов дейции

| Название вида | Жизнеспособность пыльцы, % | Всхожесть семян, % |
|---|----------------------------|--------------------|
| <i>D. parviflora</i> var. <i>amurensis</i> | 75,2±9,96 | 62,0±7,24 |
| <i>D. glabrata</i> | 75,0±14,34 | 73,9±10,48 |
| <i>D. parviflora</i> | 74,5±4,39 | 71,9±11,64 |
| <i>D. discolor</i> | 78,6±6,00 | 43,1±6,38 |
| <i>D. gracilis</i> | 39,4±2,49 | 11,6±9,27 |
| <i>D. longifolia</i> | 38,2±5,75 | 3,03±0,37 |
| <i>D. maximowicziana</i> | 75,9±7,47 | 21,5±0,41 |
| <i>D. ningpoensis</i> | 76,3±9,80 | 59,8±3,08 |
| <i>D. scabra</i> | 40,4±5,58 | 20,3±1,88 |
| <i>D. schneideriana</i> var. <i>laxiflora</i> | 56,3±2,20 | 43,9±20,4 |
| <i>D. vilmorinae</i> | 72,8±5,31 | 40,7±6,51 |

Интродукция и акклиматизация

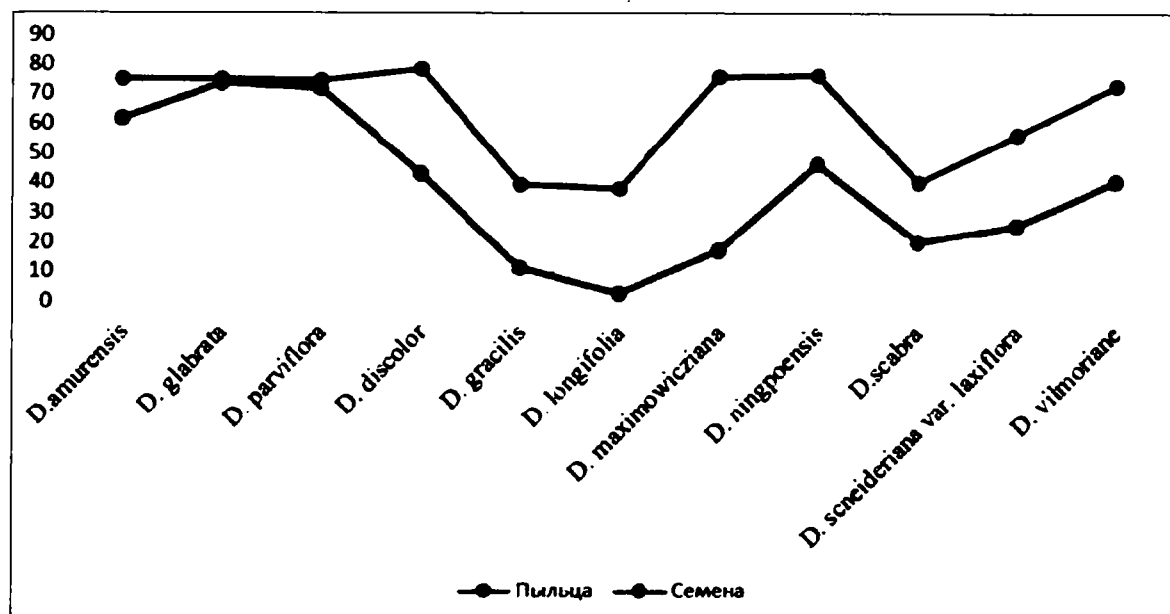


Рис. 1. Связь жизнеспособности пыльцы и качества семян у видов дейции: коэффициент корреляции $r=0,55$ (в корреляционном анализе учитывалась жизнеспособность пыльцы на оптимальной для вида концентрации раствора)

жизнеспособностью пыльцы и качеством семян дейции имеется тесная положительная зависимость.

Для оценки интродукционной устойчивости на протяжении всего периода наблюдений ежегодно изучались такие показатели как одревеснение побегов, зимостойкость, сохранение формы роста, побегообразовательная способность, прирост в высоту, генеративное развитие, возможный способ размножения в культуре. Интродукционная

устойчивость была определена для 14 видов коллекции; остальные 3 вида были выращены из семян, полученных недавно, и не достигли еще генеративного состояния (табл. 4). На основе данного подхода распределение видов производится по 4 группам: высокоустойчивые, устойчивые, слабоустойчивые, неустойчивые. В группу высокоустойчивых (IV) включаются виды, имеющие самосев; в коллекции ботанического сада таких видов дейции нет.

Таблица 4. Оценка интродукционной устойчивости дейции в коллекции ЮУБСИ

| Таксон | ОП* | Зим. | СФР | ПОС | ПВ | ГР | ВСР | Σ | КИУ |
|---|-----|------|-----|-----|----|----|-----|----|-----|
| <i>D. parviflora</i> var. <i>amurensis</i> | 20 | 25 | 10 | 5 | 5 | 25 | 7 | 97 | III |
| <i>D. glabrata</i> | 20 | 25 | 10 | 5 | 5 | 25 | 7 | 97 | III |
| <i>D. parviflora</i> | 20 | 25 | 10 | 3 | 5 | 25 | 7 | 95 | III |
| <i>D. discolor</i> | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 25 | 7 | 82 | II |
| <i>D. gracilis</i> | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 20 | 3 | 82 | II |
| <i>D. ningpoensis</i> | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 25 | 7 | 82 | II |
| <i>D. schneideriana</i> var. <i>laxiflora</i> | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 25 | 7 | 82 | II |
| <i>D. vilmorinae</i> | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 25 | 7 | 82 | II |
| <i>D. longifolia</i> | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 25 | 3 | 78 | II |
| <i>D. × magnifica</i> | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 25 | 3 | 78 | II |
| <i>D. × kalmiaeflora</i> | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 20 | 3 | 73 | II |
| <i>D. scabra</i> | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 15 | 3 | 68 | II |
| <i>D. × hybrida</i> | 15 | 20 | 5 | 3 | 2 | 15 | 3 | 63 | II |
| <i>D. × carnea</i> | 15 | 15 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 40 | I |

*Примечание: Обозначение показателей: ОП - одревеснение побегов; Зим. - зимостойкость; СФР - сохранение формы роста; ПОС - побегообразовательная способность; ПВ - прирост в высоту; ГР - генеративное развитие; ВСР - возможный способ размножения в культуре; Σ - сумма баллов; КИУ - категория интродукционной устойчивости по Н.В. Трулевич [1991].

В группу устойчивых (III) вошли виды подсекции *Mesodeutzia*, которые набрали максимальное количество баллов: *D. parviflora* var. *amurensis*, *D. glabrata*, *D. parviflora*. К слабоустойчивым относится большинство видов коллекции, набравшие от 63 до 82 баллов. В группу неустойчивых (I) вошел единственный вид *D. × carnea*, набравший минимальное количество баллов по причине ежегодного обмерзания побегов, очень медленного восстановления и отсутствия цветения.

Выводы

Таким образом, в результате многолетних интродукционных исследований (2007-2015 гг) была дана оценка интродукционной устойчивости 15 видов рода *Deutzia* в коллекции Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН. Наиболее устойчивыми в условиях Башкирского Предуралья оказались виды секции *Mesodeutzia*: *D. parviflora* var. *amurensis*, *D. glabrata*, *D. parviflora*. Ежегодно они проходят полный цикл сезонного развития, цветут и плодоносят, обладают жизнеспособной пылью и наиболее высокой всхожестью семян; кроме того, они абсолютно зимостойки в климатических условиях Башкирского Предуралья. Это позволяет рекомендовать их для широкого применения в целях декоративного садоводства на территории Республики Башкортостан. Остальные 12 видов коллекции, относящиеся к секции *Deutzia*, мало пригодны для культивирования в регионе, поскольку обладают низкой зимостойкостью, в результате чего остальные жизненные показатели у них так же понижены.

Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России» и в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме АААА-А18-118011990151-7.

Список литературы

1. Заиконникова Т.И. Дейции декоративные кустарники (Монография рода *Deutzia* Thunb.). М.: Наука, 1966. 140 с.
2. Путенихин В.П. Дендрология с основами декоративного садоводства. Уфа: РИЦ БашГУ, 2007. Ч. 2. 242 с.
3. Rehder, A. Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America. N.Y.: The MacMillan Company, 1949.
4. Соколова О.В. Род 4. Дейция, Жилистек - *Deutzia* Thunb. // Деревья и кустарники СССР. М.-Л.; Изд-во АН СССР, 1954. Т. 3. С. 152-162.
5. Cabr A.M.M., Sawsan Sayed S. Slow growth conservation and molecular characterization of *Deutzia* Thunb. African Journal of Plant Science. 2010. Vol. 4 (10). Pp. 409-416.
6. Славкина Т.И. Виды рода Дейция (*Deutzia* Thunb.), интродуцированные ботаническим садом АН УзССР. Родовые комплексы крыжовника, смородины, дейции,

катальпы. // Дендрология Узбекистана. Ташкент: Фан, 1978. Т. 9. С. 74-125.

7. Чубарь Е.А. Онтогенез дальневосточных видов рода *Deutzia* (Hydrangeaceae) // Ботанический журнал. 2013. Т. 98, №12. С. 1524-1541.

8. Каталог культивируемых древесных растений России. Сочи, Петрозаводск, 1999. 173 с.

9. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: 1975. 78 с.

10. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. М.: Наука, 1975. 547 с.

11. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. – Введ. с 1.07.98 г. Минск, 1998. 30 с.

12. Голубинский И.Н. Исследования прорастания пылевых зерен на искусственных средах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Харьков, 1962. 60 с.

13. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 214 с.

14. Мурзабулатова Ф.К., Полякова Н.В. Интродукция малораспространенных декоративных красивоцветущих кустарников в Башкирском Предуралье. // Растительный мир Азиатской России. 2016. № 2 (22). С. 73-83.

15. Мурзабулатова Ф.К., Полякова Н.В., Никитина Л.С. и др. Красивоцветущие и декоративно-лиственные кустарники (Фрутицетум, Сирингарий и некоторые другие коллекционные участки Уфимского ботанического сада). Уфа: «Мир печати», 2018. 152 с.

16. Airy-Shaw H.K. A key to the species of *Deutzia* sect. *Mesodeutzia* // Bul. Miscellaneous Information (Royal Botanic Gardens, Kew). 1934. Pp. 177 - 181.

References

1. Zaikonnikova T.I. Dejicii dekorativnye kustarniki (Monografiya roda *Deutzia* Thunb.) [Deutzia ornamental shrubs (Monograph of the genus *Deutzia* Thunb.)] M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1966. 140 p.
2. Putenihin V.P. Dendrologiya s osnovami dekorativnogo sadovodstva [Dendrology with the basics of ornamental gardening] / Uchebnoe posobie [Schoolbook]. CH. 2. Ufa: RIC BashGU [Part 2. Ufa: Publishing House «RIC BashGU»], 2007. 242 p.
3. Rehder, A. Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America. N.Y.: The MacMillan Company. 1949.
4. Sokolova O.V. Rod 4. Dejciya, Zhilistek - *Deutzia* Thunb. [Genus 4. Deytsiya, Zhilistek - *Deutzia* Thunb.] // Derevy'a i kustarniki SSSR [Trees and shrubs of the USSR]. M.-L. [Moscow-Leningrad]. 1954. Vol. 3. Pp. 152-162.
5. Cabr A.M.M., Sawsan Sayed S. Slow growth conservation and molecular characterization of *Deutzia* Thunb. African Journal of Plant Science. 2010. Vol. 4 (10). Pp. 409-416.
6. Slavkina T.I. Vidy roda Dejciya (*Deutzia* Thunb.), introducirovannye botanicheskim sadom AN UzSSR. Rodovye komplekсы kryzhovnika, smorodiny, dejcii, katal'py [Species of the genus *Deutzia* (*Deutzia* Thunb.) Introduced by the

Botanical Garden of the Academy of Sciences of the Uzbek SSR. Genus complexes of gooseberry, currant, deutzia, catalpa // *Dendrologiya Uzbekistana* [Dendrology of Uzbekistan]. Tashkent: Fan [Tashkent: Publishing House «Fan»]. 1978. Vol. 9. Pp. 74-125.

7. Chubar' E.A. Ontogenez dal'nevostochnykh vidov roda *Deutzia* (Hydrangeaceae) [Ontogenesis of the Far Eastern species of the genus *Deutzia* (Hydrangeaceae)] // *Botanicheskij zhurnal* [Botanical magazine] 2013. Vol. 98, № 12. Pp. 1524-1541.

8. Katalog kul'tiviruemykh drevesnykh rastenij Rossii [Catalog of cultivated woody plants in Russia]. Sochi, Petrozavodsk. 1999. 173 p.

9. Metodika fenologicheskikh nablyudenij v botanicheskikh sadakh SSSR [The methodology of phenological observations in the botanical gardens of the USSR]. Moscow, 1975. 78 p.

10. Drevesnye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada AN SSSR [Woody plants of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»]. 1975. 547 p.

11. GOST 13056.6-97. Semena derev'ev i kustarnikov. Metod opredeleniya vskhozhnosti [GOST 13056.6-97. Seeds of trees and shrubs. Germination determination method]. – Vved. s 1.07.98 г. [Introduced 1.07.98]. Minsk. 1998. 30 p.

12. Golubinskij I.N. Issledovaniya prorastaniya pyl'cevyyh zeren na iskusstvennykh sredakh [Studies of germination of pollen grains on artificial media]: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Kharkiv. 1962. 60 p.

13. Trulevich N.V. Ekologo-fitotsenoticheskie osnovy introdukcii rastenij [Ecological-phytocenotic basis of plant introduction]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»]. 1991. 214 p.

14. Murzabulatova F.K., Polyakova N.V. Introdukciya malorasprostranennykh dekorativnykh krasivocvetushchih kustarnikov v Bashkirskom Predural'e [Introduction of rare decorative flowering shrubs in the Bashkir Cis-Urals] // *Rastitel'nyj mir Aziatskoj Rossii* [Vegetable world of Asian Russia]. 2016. № 2 (22). Pp. 73-83.

15. Murzabulatova F.K., Polyakova N.V., Nikitina L.S. et al. Krasivocvetushchie i dekorativno-listvennye kustarniki (Fruticetum, Siringarij i nekotorye drugie kollekcionnye uchastki Ufimskogo botanicheskogo sada) [Beautiful flowering and ornamental-deciduous shrubs (Fruticetum, Lilac collection and some other collection of the Ufa Botanical Garden)]. Ufa, «Mir pečhati» [Ufa, Publishing House «Print World»], 2018. 152 p.

16. Airy-Shaw H.K. A key to the species of *Deutzia* sect. *Mesodeutzia* // *Bul. Miscellaneous Information* (Royal Botanic Gardens, Kew). 1934. Pp. 177 - 181.

Информация об авторах

Мурзабулатова Фануза Кавиевна, н. с.

E-mail: murzabulatova@yandex.ru.

Полякова Наталья Викторовна, канд. биол. наук, вед. н. с.

E-mail: barhan93@yandex.ru

Южно-Уральский ботанический сад-институт Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского научного центра Российской академии наук 450080. Российская Федерация, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195, корп. 3

Information about the authors

Murzabulatova Fanuza Kaviyevna, Researcher

E-mail: murzabulatova@yandex.ru.

Polyakova Natalia Viktorovna, Cand. Sci. Biol., Leading Researcher

E-mail: barhan93@yandex.ru

South Ural Botanical Garden-Institute of the Federal State Budget Scientific Institution Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

450080. Russian Federation, Republic of Bashkortostan, Ufa, Mendeleeva Str., 195, build. 3

Г.А. Савельева

мл. н.с.

E-mail: galisavele@yandex.ru

Н.А. Мамаева

канд. биол. наук, ст. н.с.

E-mail: mamaeva_n@list.ru

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Главный ботанический сад
им. Н.В. Цицина РАН, Москва

Сорта георгин, перспективные для контейнерного озеленения

В представленной статье приведены результаты скрининга коллекции представителей рода *Dahlia* Cav. ГБС РАН с целью отбора сортов, потенциально перспективных для использования в контейнерном озеленении в условиях средней полосы России. Выборка модельных объектов сформирована на основе учета трех критериев: низкорослость (высота растений не более 70 см), длительность периода декоративности растений (оптимально – в течение всего сезона вегетации) и характеристик цветения (длительное, непрерывное и обильное).

Рекомендованные культивары представляют, согласно алгоритму формирования выборок для проведения полевых испытаний, 5 групп. Это: цветнолистные (пурпурнолистные) сорта – 8 наименований; коммерческие сортосмеси – 10; низкорослые георгины с зеленой окраской листьев, не специализированные для контейнерного озеленения – 8; сортосерию 'Gallery' и 'Melody', созданные для контейнерного выращивания голландской селекционной компанией Fa Gebr Verwer – 18; сорта из подгруппы лилипуты (пот-георгины) – 3.

Ключевые слова: ГБС РАН, коллекционный фонд декоративных растений, род *Dahlia* Cav., контейнерное озеленение, отбор перспективных сортов.

G.A. Savel'yeva

Junior Researcher

E-mail: galisavele@yandex.ru,

N.A. Mamaeva

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: mamaeva_n@list.ru

Federal State Budgetary Institution for Science N.V.
Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of
Sciences, Moscow

Varieties of *Dahlia* Cav., potentially promising for use in container gardening

The article presents the results of screening a MBG RAS collection of representatives of *Dahlia* Cav. genus for the purpose of selecting varieties that are potentially promising for use in container gardening in the middle zone of Russia. The sample of model objects formed is based on three criteria: low plant height (no more than 70 cm), the duration of the decorative period of plants (optimally – during the entire growing season) and the characteristics of flowering (long, continuous and abundant).

The recommended cultivars represent, according to the algorithm for forming samples for field tests, 5 groups. These are: color-leaved (purple-leaved) varieties – 8 varieties; commercial varieties – 10; dwarf dahlias with green leaves, not specialized for container gardening – 8; varieties 'Gallery' and 'Melody', created for container cultivation created by the Dutch breeding company Fa Gebr Verwer – 18; varieties from the lilliput subgroup (pot-dahlias) – 3.

Keywords: MBS RAS, ornamental plants collection fund, genus *Dahlia* Cav., container gardening, selection of promising varieties.

DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2020.1059

С ухудшением экологической обстановки в городах стало очевидным, что для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека необходимо обустройство ландшафта на урбанизированных территориях. Поэтому в современных городских условиях приемлемым выходом является активное использование методов ландшафтной архитектуры для формирования полноценной окружающей человека среды в соответствии с эстетическими, функциональными и экологическими требованиями [1, 2]. Во многих странах мира востребованным и, соответственно,

активно развивающимся элементом ландшафтной архитектуры в системе оформления территорий современных городов является контейнерное озеленение [3-5]. Одной из базовых предпосылок быстрого развития этого направления правомерно считать эффективное сочетание эстетической и функциональной составляющих. Это и определяет ряд основных преимуществ метода контейнерного озеленения [6-8]:

1. Гибкость и компактность – создание контейнерных композиций практически в любом пространстве, вне

зависимости от его функционального назначения и размеров. Это определяет широкие возможности озеленения территорий с высокой рекреационной нагрузкой, в т.ч. отличающихся небольшими пространствами для размещения растений;

2. Мобильность – формирование динамичных, постоянно меняющихся и, поэтому, во многом, уникальных композиций за счет различных вариантов взаимного расположения их компонентов, а также изменения пространственного расположения самих композиций;

3. Возможность более полного использования ресурсов вертикального озеленения за счет использования контейнерных композиций там, где недоступна организация традиционных цветников;

4. Стабильная декоративность – подбор растений с максимально длительным периодом цветения и/или стабильно-декоративной листвой, что обеспечивает пролонгацию сроков полезной эксплуатации объектов, созданных с использованием контейнерной культуры;

5. Высокая универсальность, позволяющая использовать широкий спектр растений, отличающихся по экологическим особенностям, систематическому положению, жизненным формам, феноритмотипам и т.п.. Возможность нестандартных сочетаний растений обеспечивает оригинальность цветочных композиций и их высокую декоративность;

6. Быстрая и технологичная замещена экземпляров, утративших декоративность;

7. Сохранение растений в зимний период, за счет перемещения контейнеров в защищенный или закрытый грунт.

Одним из все более активно развивающихся современных трендов контейнерного озеленения является использование относительно небольших, обычно мобильных, конструкций, которыми можно декорировать практически любое пространство (от фасадов зданий до ограждений и ограничителей проездов) [9,10].

Основой современного цветочного оформления урбанизированных территорий, особенно в зарубежных странах, часто являются декоративные травянистые многолетники [11]. Однако, в системе контейнерного озеленения, например, в России, одна из ведущих позиций традиционно принадлежит однолетним растениям. При этом, наибольшим разнообразием отличаются красивоцветущие растения, представленные в основном традиционными для озеленения культурами такими, как *Petunia × hybrida* (Hook.) Vilm., *Tagetes erecta* L. и *T. patula* L., *Salvia splendens* Sellow ex Nees, *Begonia × hortensis* Graf et Zwicky и т.д. Но, рассматривая направление контейнерного озеленения в мировом масштабе, необходимо отметить, что оформление территорий с применением цветочных культур (однолетних и многолетних) в сочетании с низкорослыми формами декоративных древесных и/или травянистых растений, в целом применяется не менее часто, чем традиционные виды цветочных композиций [3, 4, 12]. Поэтому, несмотря на активное развитие и известную степень универсальности современного контейнерного

озеленения, вопрос о совершенствовании подходов к созданию цветочных композиций и расширению ассортимента перспективных для использования растений остается актуальным направлением научно-исследовательской работы.

Цель настоящего исследования – скрининг коллекции представителей рода *Dahlia* Cav. лаборатории декоративных растений (ЛДР) ГБС РАН для отбора сортов, потенциально перспективных для использования в контейнерном озеленении в условиях средней полосы России.

Объект и методы исследований

Представленные в настоящей публикации результаты полевых испытаний получены в период 2012-2019 гг.

При постановке экспериментов применены пластиковые контейнеры объемом 40 л. Тип и размер контейнеров выбраны на основании анализа литературных данных [13-18] с учетом результатов ранее выполненной сотрудниками ЛДР ГБС РАН научно-исследовательской работы [19, 20].

Выборка модельных объектов – сортов *Dahlia* из состава коллекции ЛДР ГБС РАН – сформирована на основе учета трех критериев. При этом базовой характеристикой выбрана высота растений (не более 70 см), что, в первую очередь, исключает необходимость использования опорных кольев. Также учтены длительность периода декоративности растений (оптимальный вариант – в течение всего сезона вегетации) и характеристики цветения (длительное, непрерывное и обильное).

Для дальнейшего сортоизучения и сортооценки были сформированы пять групп низкорослых культиваров: 1) цветнолистные (с пурпурной окраской) сорта; 2) коммерческие сортосмеси; 3) георгины (высотой от 25 до 70 см) с зеленой окраской листьев, не специализированные под контейнерное озеленение; 4) созданные для контейнерного выращивания сортосерии георгин ('Gallery' и 'Melody'); 5) сорта из подгруппы лилипуты или пот-георгины (высота 20-25 см), выведенные для условий контейнерной культуры.

Результаты и их обсуждение

При использовании декоративных растений в условиях контейнерной культуры для средней полосы России одним из наиболее важных критериев является длительность допустимого периода их содержания на открытом воздухе. Увеличение этого показателя позволяет наиболее эффективно решать задачу сохранения композиционной выразительности объекта и, соответственно, продления сроков его полезной эксплуатации [15, 21]. Однако, сохранение декоративного эффекта как цветочной композиции в целом, так и ее отдельных элементов, определяется не только погодными условиями, но и декоративными характеристиками использованных растений. Поэтому проблему пролонгации сроков полезного использования контейнерных композиций (где не предусмотрена замена растений)

также можно решить за счет оптимизации ассортимента растений, характеризующихся максимально возможным (для каждой конкретной культуры) периодом стабильной декоративности. На наш взгляд, существенным ресурсом в этом аспекте правомерно считать группу декоративно-лиственных растений.

Цветнолистные сорта

В рамках настоящего исследования была изучена выборка сортов *Dahlia* с декоративной (пурпурной) окраской листьев. По итогам сортоиспытания из 12 наименований отобраны культивары, рекомендованные для использования в контейнерном озеленении (табл. 1). Сорта характеризуются более темной пурпурной окраской листьев, яркой окраской соцветий, устойчивостью к неблагоприятным условиям, обилием и непрерывностью цветения, что отличает их от остальных представителей исследованной выборки.

Отметим, что сорта с характерной пурпурной окраской листьев и побегов, которая сильнее всего проявляется при интенсивном солнечном освещении, обеспечивают декоративность цветочных композиций в течение максимально возможного для культуры георгины периода, в том числе несколько недель от высадки в контейнеры до цветения. Также окрашенные листья создают привлекательный фон во время всей вегетации вплоть до наступления заморозков.

Коммерческие сортосмеси

Рассматривая рекомендованный в представленном исследовании ассортимент *Dahlia*, можно считать различные (но широко распространенные) коммерческие сортосмеси георгин, выращенных из семян, перспективным

источником растительного материала. При этом, несмотря на использование семенного способа размножения, современные технологии в семеноводстве культуры обеспечивают получение фенотипически идентичных растений: с отсутствием вариабельности по габитусу кустов, одинаковой окраской и формой соцветий, без колебаний сроков и длительности цветения. Также отметим, что представители этой группы *Dahlia* отличаются компактными размерами (высота растений варьирует в пределах 35-45 см, диаметр соцветий – 9-11 см) в сочетании с вариативной окраской ложноязычковых цветков (она может быть как монохромной, так и полихромной, состоящей из комбинации 2-3 цветов).

В рамках представленного исследования в выборку объектов для полевого эксперимента вошли наиболее распространенные сортосмеси:

'Веселые Ребята', 'Опера', 'Миньон' – сортосмеси садовой группы простых георгин с различной окраской ложноязычковых цветков;

'Quartz Mixture', 'Мексиканка' – сортосмеси садовой группы простых георгин с разной окраской ложноязычковых цветков и с темной (почти фиолетовой) листвой;

'Feuerwerk' – сортосмесь садовой группы простых георгин с разной окраской ложноязычковых цветков с характерными штрихами и полосками;

'Collarette Dendy' – сортосмесь садовой группы воротничковых георгин с разной окраской ложноязычковых цветков;

'Figaro', 'Бамбино', 'Риголетто' (рис.1) – сортосмесь садовой группы пионовидных георгин с разной окраской ложноязычковых цветков.

Все указанные варианты сортосмесей прошли полевые испытания на базе коллекционного фонда ЛДР ГБС РАН и могут быть рекомендованы для использования в контейнерном озеленении.

Таблица 1. Кратная характеристика цветнолистных сортов *Dahlia*, потенциально перспективных для использования в контейнерном озеленении (из состава коллекционного фонда ГБС РАН)

| Сорт | Садовая группа | Высота растений, см | Диаметр соцветия, см | Окраска ложноязычковых цветков |
|--------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---|
| Bishop of Llandaff | пионовидные | 60 | 9 | красная |
| Bishop's Children | простые (сортосмесь) | 50 | 7 | варьирует (оттенки красного и малинового) |
| Bishop of York | простые | 60 | 8 | желтая |
| Bishop of Dover | простые | 60 | 8 | светло-розовая |
| Ellen Houston | декоративные | 50 | 12 | оранжево-красная |
| Осеннее Золото | полукактусовые | 60 | 13 | желтая |
| Осень в Софиевке | пионовидные | 60 | 12 | желтая с красной каймой и штрихами |
| Київ Вечірній | декоративные | 50 | 10 | сиреневая |

Нельзя не отметить существенный недостаток сортосмесей георгинов – сложности при зимнем хранении посадочного материала, обусловленные, вероятнее всего, низкой лежкостью клубней. Поэтому необходимо учитывать, что использование сортосмесей практически всегда предполагает ежегодное выращивание растений из семян.

Низкорослые сорта

Отметим, что одним из основных стереотипов, связанных с культурой *Dahlia*, является устойчивое представление об априори крупном (до 2–2,5 м) габитусе растений. При этом, одна из наиболее актуальных тенденций в мировой селекции культуры – получение высоко декоративных низкорослых сортов. Созданный в настоящее время ассортимент по высоте растений можно условно разделить на 3 группы: бордюрные – 50–70 см, карликовые бордюрные – 30–40 см, карликовые горшечные сорта – 23–30 см [22].

Отметим, что одной из составляющих стратегии формирования коллекционного фонда лаборатории декоративных растений ГБС РАН является планирование интродукционных исследований с учетом основных тенденций селекции и изменений структуры мирового сортимента декоративных растений. Поэтому на базе коллекции *Dahlia* систематически осуществляются интродукционные испытания сортов-представителей группы низкорослых георгинов [23].

В рамках представленного исследования на основе выборки низкорослых культиваров (не цветнолистных и не специализированных для выращивания в контейнерах), прошедших интродукционное изучение и введенных в состав коллекционного фонда, отобраны сорта перспективные для контейнерного озеленения. В итоге, по устойчивости и стабильному прохождению онтогенетического развития в условиях контейнерной культуры, рекомендованы 8 сортов, некоторые декоративные характеристики которых приведены ниже (табл. 2). Отметим, что на

протяжении нескольких лет исследования эти культивары показали стабильную декоративность, а также обильное, длительное и непрерывное цветение.

Сорта для контейнерной культуры

Результатом активно развивавшегося с 90-х гг. XX в. направления селекционной работы, ориентированного на отбор низкорослых генотипов, также стало создание подгрупп и сортосерий георгинов, специализированных для выращивания в контейнерной культуре [24].

В ГБС РАН в рамках интродукционных исследований прошли изучение представители двух сортосерий – 'Gallery' и 'Melody', - созданные голландской компанией Fa Gebr Verwer.

Серия сортов 'Gallery' получена от скрещивания бордюрных сортов с низкорослыми природными видами культуры. Для ее представителей характерны: высота растений 35–50 см; диаметр соцветия 10–12 см; ранее, обильное и непрерывное цветение; широкая палитра тонов в окраске ложноязычковых цветков; относительно низкие требования к световому режиму. С 1994 г. создано 25 сортов.

Серия сортов 'Melody', по сути, - современное продолжение сортосерии 'Gallery', но ее представители отличаются более крупными линейными размерами. Это самые сильнорослые сорта в группе низкорослых георгинов: высота растений может достигать 70–90 см. Диаметр соцветия 13–15 см. Обычно соцветия махровые, с насыщенной окраской ложноязычковых цветков. Первые сорта зарегистрированы в 2000 г. Известно 14 сортов.

На базе коллекции *Dahlia* ЛДР ГБС РАН в период 2010–2019 гг. в составе интродукционного эксперимента прошли изучение 18 сортов-представителей серий 'Gallery' и 'Melody' (табл. 3).

За период исследований у всех выше указанных сортов в полевых условиях отмечено соответствие заявленных оригинаторами сортовых характеристик [25, 26]

Таблица 2. Краткая характеристика низкорослых сортов *Dahlia*, потенциально перспективных для использования в контейнерном озеленении (из состава коллекционного фонда ГБС РАН)

| Сорт | Садовая группа | Высота растений, см | Диаметр соцветия, см | Окраска ложноязычковых цветков |
|-------------------|----------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|
| Autumn Fairy | полукактусовые | 40 | 10 | оранжевая |
| Claudette | декоративные | 50 | 7 | сиреневая |
| Darkarin | декоративные | 60 | 12 | темно-сиреневая |
| Genova | помпонные | 70 | 9 | светло-сиреневая |
| Guinea | анемоновидные | 25 | 5 | лимонно-желтая |
| Inka (рис.2) | анемоновидные | 25 | 5 | красная |
| Red Pygmy (рис.3) | кактусовые | 50 | 12 | красная |
| Sisa | декоративные | 60 | 14 | желтая |



Рис. 1. 'Риголетто'

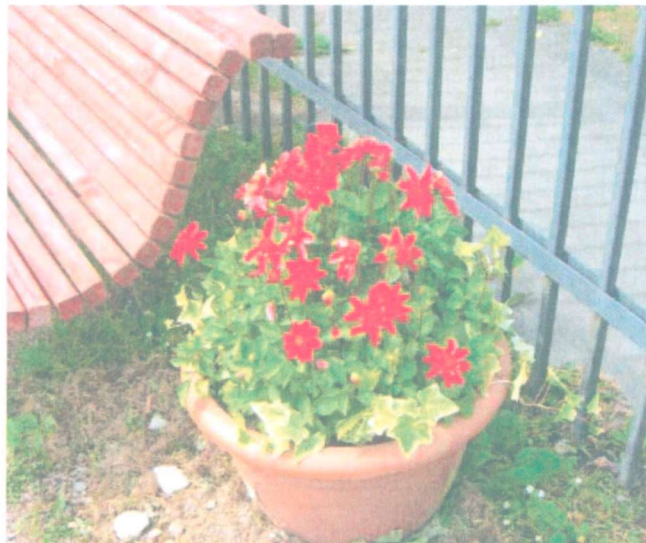


Рис. 2. 'Inka'



Рис. 3. 'Red Pygmy'



Рис. 4. 'Melody Dixie'

по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Базовыми в настоящем исследовании являлись линейные размеры растений, предполагающие сохранение формы куста, прочность побегов, количество и качество соцветий, а также качественные признаки, такие, как длительность, непрерывность и обилие цветения в течение вегетации, обеспечивающие высокие показатели декоративных характеристик. Таким образом, практически все изученные сорта могут быть рекомендованы для выращивания в контейнерной культуре в условиях средней полосы России. При этом они, вероятно, перспективны для оформления как сборных композиций, так и композиций на основе монокультуры *Dahlia*.

Отметим, что в состав коллекции ГБС РАН по итогам осенней инвентаризации 2019 г. входят 7 сортов серии 'Gallery' и 3 сорта серии 'Melody'. Это, соответственно, 'Gallery Art Fair', 'Gallery Art Nouveau', 'Gallery Cezanne',

'Gallery Monet', 'Gallery Rembrandt', 'Gallery Singer', 'Gallery Vincent' и 'Melody Dixie', 'Melody Lizza', 'Melody Swing'.

Подгруппа лилипуты

Еще одним кластером сортов в составе современного ассортимента *Dahlia*, специализированным для условий выращивания в контейнерной культуре, являются георгины, объединенные в подгруппу лилипуты или потгеоргины. Для ее представителей характерны следующие фенотипические особенности: высота растений в пределах 20-25 см; соцветия диаметром 3-5 см; язычковые цветки очень мелкие, узкие, свернутые по центру краями вверх или плоские. Цветение обильное, длится с начала июля до заморозков [24, 27].

В ЛДР ГБС РАН в настоящее время прошли сортоиспытание три представителя подгруппы лилипуты,

Таблица 3. Кратная характеристика сортов *Dahlia* - представителей серий 'Gallery' и 'Melody', испытанных в ГБС РАН

| Сорт | Садовая группа | Высота растений, см | Диаметр соцветия, см | Окраска ложноязычковых цветков |
|----------------------|----------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Gallery Art Fair | декоративные | 50 | 12 | белая |
| Gallery Art Nouveau | декоративные | 40 | 10 | пурпурная |
| Gallery Bellini | декоративные | 40 | 10 | розовая |
| Gallery Cezanne | декоративные | 30 | 10 | желтая |
| Gallery Leonardo | декоративные | 40 | 11 | лососевая |
| Gallery Matisse | декоративные | 40 | 11 | светло-оранжевая |
| Gallery Monet | декоративные | 50 | 12 | светло-розовая |
| Gallery Pablo | декоративные | 30 | 11 | персиковая |
| Gallery Rembrandt | декоративные | 40 | 12 | розовая с кремовым в центре |
| Gallery Renoir | декоративные | 30 | 10 | розовая |
| Gallery Rubens | декоративные | 40 | 10 | светло-розовая |
| Gallery Singer | декоративные | 50 | 13 | ярко красная |
| Gallery Valentin | декоративные | 40 | 12 | красная |
| Melody Dixie (рис.4) | декоративные | 65 | 15 | белая с сиреневой каймой |
| Melody Dora | декоративные | 60 | 14 | светло-оранжевая |
| Melody Gipsy | полукактусовые | 65 | 14 | светло розовая |
| Melody Lizza | декоративные | 50 | 15 | сиренево-розовая с белым в основании |
| Melody Swing | полукактусовые | 60 | 14 | оранжевая |

отличающиеся по окраске ложноязычковых цветков: 'Pink Isa' (белая с розовым на кончиках), 'Polar Glow' (белая с сиреневой окантовкой) и 'Secret Glow' (сиреневая с белым в основании).

Установлено, что в погодных условиях места проведения полевых опытов все указанные выше культивары полностью реализуют заявленные оригинаторами [25, 26] сортовые характеристики. Согласно своей специализации они могут быть рекомендованы для использования в контейнерном озеленении в условиях средней полосы России.

Заключение

По результатам проведенной исследовательской работы из состава коллекции *Dahlia* ГБС РАН отобраны 37 сортов и 10 коммерческих сортосмесей, потенциально перспективных для использования в контейнерном озеленении.

Сорта: Bishop's Children, Bishop of Llandaff, Bishop of York, Bishop of Dover, Ellen Houston, Осеннее Золото, Осень в Софиевке, Київ Вечірній, Autumn Fairy, Claudette, Darkarin, Genova, Guinea, Inka, Red Pygmy, Sisa, 'Gallery Art Fair', 'Gallery Bellini', 'Gallery Leonardo', 'Gallery Art Nouveau', 'Gallery Matisse', 'Gallery Cezanne', 'Gallery Pablo', 'Gallery Monet', 'Gallery Rubens', 'Gallery Rembrandt', 'Gallery Renoir', 'Gallery Singer', 'Gallery Valentin', 'Melody Dora', 'Melody Dixie', 'Melody Gipsy', 'Melody Lizza', 'Melody Swing', 'Pink Isa', 'Polar Glow', 'Secret Glow'.

Сортосмеси: 'Веселые Ребята', 'Опера', 'Миньон', 'Feuerwerk', 'Quartz Mixture', 'Collarette Dendy', 'Figaro', 'Мексиканка', 'Бамбино', 'Риголетто'.

Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№ 118021490111-5).

Список литературы

1. Нефедов В. А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. СПб, 2002. 295 с.
2. Шилов М. П., Димитриев А. В. Ботанические сады и ноосфера // I Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 50-летию создания Общественного совета по организации Чебоксарского ботанического сада «Роль ботанических садов и дендропарков в импортозамещении растительной продукции». Чебоксары, 2016. С. 8–22.
3. Бурганская Т.М., Макозник Н.А., Селитская Р.А. Декоративные растения в контейнерном озеленении г. Минска: соотношение групп, особенности композиции // Тр. БГТУ. Сер. 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2010. Вып. 18. <https://cyberleninka.ru> Дата обращения 15.05.2020
4. Цепляев А.Н. Современные тенденции в городском озеленении: европейский опыт // Актуальные направления научных исследований XXI века. 2015. Т. 3, № 4. Ч. 2. С. 233–237. <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/7747/view> Дата обращения 15.05.2020
5. Контейнерное озеленение: преимущества неоспоримы. <http://vesdizain.ru/pravilnoe-ozelenenie-v-kontejnerah.html> Дата обращения 15.05.2020
6. Девятерикова С. Л. Эколого-биологическое обоснование выбора травянистых многолетников для контейнерного озеленения // Особенности экспонирования коллекций декоративных растений. М.: КМК, 2011. Вып. 2. С. 61–69.
7. <https://landustry.ru/Stat/0014.asp> Дата обращения 7.05.2020
8. <http://cvet-dom.ru/landshaft/konteynernoe-ozelenenie> Дата обращения 15.05.2020
9. <https://m-strana.ru/design> Дата обращения 14.05.2020
10. <https://poisk-ru.ru/s41388t7.html> Дата обращения 15.05.2020
11. Ван Уффелен Крис. Коллекция: ландшафтная архитектура. М.: Изд-во «Магма». 2010. 456 с. <https://litmy.ru> Дата обращения 7.05.2020
12. Чубарова К. В. Градозоологическое обеспечение повышения комфортности проживания при благоустройстве и озеленении застроенных территорий. Дис. ... канд. с.-х. наук. Ростов-на-Дону, 2019. 194 с. <https://www.dissercat.com> Дата обращения 17.05.2020
13. Жигунов А. В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой для лесовосстановления. Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. СПб, 1998. 47 с. <https://www.dissercat.com> Дата обращения 17.05.2020
14. Ланге П. Растения в кадках: подбор, уход, особенности ухода зимой. М.: Изд-во «БММ», 2002. 95 с. <https://cyberleninka.ru> Дата обращения 14.05.2020
15. Куприянова А. Г. Выращивание и условия содержания контейнерных растений в озеленении Санкт-Петербурга. Дис. ... канд. с.-х. наук. 2009. 171 с. <https://www.dissercat.com> Дата обращения 18.05.2020
16. Whitcomb, C. E., *Effects of temperature in containers on plant root growth*, Oklahoma, 1984.
17. Recht, C., *Kubel Pflanzen*, Munchen: Grafe und Unzer, 1988.
18. Buczacki, S., *Best container plants*, London: Hamlyn, 1996.
19. Карпионов Р.А. Принципы подбора декоративных многолетников для городских цветников // Бюл. Гл. ботан. сада. 2015. Вып. 197. № 1. С. 132–137.
20. Карпионов Р. А., Бондорина И. А., Кабанов А. В. Принципы подбора растений для городского контейнерного озеленения // Материалы VII Международной научной конференции

«Цветоводство: история, теория, практика». Минск. 2016. С. 313–314.

21. Сальников А.Л., Сальникова Н.А., Ключникова О.А. Использование контейнерных растений в озеленении населенных пунктов // Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием «Инновации природообустройства и защиты окружающей среды». Саратов, 2019. С. 151–156.
22. Георгины (*Dahlia*). <https://www.flowerbank.ru/?p=1308> Дата обращения 15.05.2020
23. Савельева Г.А., Бондорина И.А. Итоги интродукции георгин рода (*Dahlia* L.) в 2009–2018 гг в ГБС РАН // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение устойчивого развития плодородия и декоративного садоводства», посвященной 125-летию ВНИИЦиСК. Сочи, 2019. С. 318–324.
24. Особенности выращивания бордюрных георгин. <https://decoracy.ru/osobennosti-vyrashhivaniya-bordyurnyx-georgin.html> Дата обращения 14.05.2020
25. <http://www.dahlie.net> Дата обращения 5.02.2020
26. www.ddfgg.de/start.htm Дата обращения 21.02.2020
27. Карликовые георгины-лилипуты. <https://golosros.ru/tsvety/karlikovy-georginy-liliputy-obzor-luchshih-sortov-instruktsiya-po-vyrashhivaniyu> Дата обращения 15.05.2020

References

1. Nefedov V.A. Landshaftnyy dizayn i ustoychivost' sredy [Landscaping and sustainability]. Sankt-Peterburg [St. Petersburg], 2002. 295 p.
2. Shilov M.P., Dimitriev A.V. Botanicheskiye sady i noosfera [Botanical Gardens and the noosphere]. // I Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiyem, posvyashchonnaya 50-letiyu sozdaniya Obshchestvennogo soveta po organizatsii Cheboksarskogo botanicheskogo sada «Rol' botanicheskikh sadov i dendroparkov v importozameshchenii rastitel'noy produktsii». [All-Russian scientific-practical conference with international participation, dedicated to the 50th anniversary of the Public Council for the organization of the Cheboksary Botanical Garden "The role of botanical gardens and dendroparks in the import substitution of plant products"]. Cheboksary, 2016. P. 8–22.
3. Burganskaya T.M., Makoznik N.A., Selitskaya R.A. Dekorativnyye rasteniya v konteynernom ozelenenii g. Minska: sootnosheniye grupp, osobennosti kompozitsii [Ornamental plants in container gardening in Minsk: the ratio of groups, composition features] // Trudy BGTU [Proceedings of BSTU]. Seriya 1: Lesnoye khozyaystvo, prirodoopol'zovaniye i pererabotka vozobnovlyayemykh resursov [Series 1: Forestry, nature management and processing of renewable resources]. 2010. Vypusk XVIII [Vol. XVIII]. <https://cyberleninka.ru> Data obrashheniya, [Date of the application] 15.05.2020.
4. Tseplyayev A.H. Sovremennyye tendentsii v gorodskom ozelenenii: yevropeyskiy opyt [Current trends in urban landscaping: the European experience] // Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka [Actual directions of scientific research of the XXI century]. 2015. T. 3, № 4. Part 2. P. 233–237. <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/7747/view> Data obrashheniya, [Date of the application] 15.05.2020.
5. Konteyernoye ozeleneniye: preimushchestva neosporimy [Container gardening: the benefits are undeniable]. <http://vesdizain.ru/pravilnoe-ozelenenie-v-kontejnerah.html> Data obrashheniya, [Date of the application] 15.05.2020.

6. Devyaterikova S. L. Ekologo-biologicheskoye obosnovaniye vybora travyanistykh mnogoletnikov dlya konteynernogo ozeleneniya [Ecological and biological justification of the choice of herbaceous perennials for container gardening] / Sbornik «Osobennosti eksponirovaniya kollektsey dekorativnykh rasteniy» [Collection "Features of exhibiting collections of decorative plants"]. M.: KMK, [M.: Publishing House Kmk], 2011. Vol. 2. P. 61–69.
7. <https://landustry.ru/Stat/0014.asp> Data obrashheniya, [Date of the application] 7.05.2020.
8. <http://cvet-dom.ru/landshaft/konteynerno-ozelenenie> Data obrashheniya, [Date of the application] 15.05.2020.
9. <https://m-strana.ru/design> Data obrashheniya, [Date of the application] 14.05.2020.
10. <https://poisk-ru.ru/s41388t7.html> Data obrashheniya, [Date of the application] 15.05.2020.
11. Van Uffelen K. Kollektsiya: landsaftnaya arkhitektura [Collection: landscape architecture]. M.: Nauka, [M.: Publishing House «Magma»], 2010. 456 p. <https://litmy.ru> Data obrashheniya, [Date of the application] 7.05.2020.
12. Chubarova K. V. Gradoekologicheskoye obespecheniye povysheniya komfortnosti prozhivaniya pri blagoustroystve i ozelenenii zastroyennykh territoriy [Urban environmental support to improve the comfort of living during the improvement and landscaping of built-up areas]. Diss. ... kand. s.- kh. nauk [Dissertation ... for the candidate s.- x. sciences]. Rostov-na-Donu [Rostov-on-Don], 2019. 194 p. <https://www.dissercat.com> Data obrashheniya, [Date of the application] 17.05.2020.
13. Zhigunov A. V. Teoriya i praktika vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy dlya lesovosstanovleniya [Theory and practice of growing planting material with a closed root system for reforestation]. Avtoref. disc. ... dokt. s.- kh. nauk [Abstract. disc. ... doctor. s.- x. sciences]. Sankt-Peterburg [St. Petersburg], 1998. 47 p. <https://www.dissercat.com> Data obrashheniya, [Date of the application] 17.05.2020.
14. Lange P. Rasteniya v kadmakh: podbor, ukhod, osobennosti ukhoda zimoy [Plants in tubs: selection, care, especially winter care]. Per. s nem. [Per. with him.]. M.: Izdatel'stvo «BMM» [M.: Publishing House «BMM»], 2002. 95 p. <https://cyberleninka.ru> Data obrashheniya, [Date of the application] 14.05.2020.
15. Kupriyanova A. G. Vyrashchivaniye i usloviya soderzhaniya konteynernykh rasteniy v ozelenenii Sankt-Peterburga [Cultivation and conditions of container plants in the landscaping of St. Petersburg]. J. Diss. ... kand. s.- kh. nauk [Dissertation ... for the candidate s.- x. sciences]. 2009. 171 p. <https://www.dissercat.com> Data obrashheniya, [Date of the application] 18.05.2020.
16. Whitcomb, C. E., Effects of temperature in containers on plant root growth, Oklahoma, 1984.
17. Recht, C., *Kubel Pflanzen*, Munchen: Grafe und Unzer, 1988.
18. Buczacki, S., *Best container plants*, London: Hamlyn, 1996.
19. Karpisonova R.A. Printsipy podbora dekorativnykh mnogoletnikov dlya gorodskikh tsvetnikov [The principles of selection of decorative perennials for urban flower beds]. // Byul. Gl. botan. Sada [Bull. MBG]. 2015. Vol. 197. P. 132-137.
20. Karpisonova R.A., Bondorina I. A., Kabanov A. V. Printsipy podbora rasteniy dlya gorodskogo konteynernogo ozeleneniya [Principles of selecting plants for urban container gardening]. // Materialy VII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Tsvetovodstvo: istoriya, teoriya, praktika» [Materials of the VII International Scientific Conference "Floriculture: history, theory, practice"]. Minsk, 2016. P. 313-314.
21. Sal'nikov A.L., Sal'nikova N.A., Klyuchnikova O.A. Ispol'zovaniye konteynernykh rasteniy v ozelenenii naselennykh punktov [The use of container plants in landscaping settlements] / Materialy I Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem «Innovatsii prirodoobustroystva i zashchity okruzhayushchey sredy» [Materials of the I National scientific-practical conference with international participation "Innovations in environmental management and environmental protection"]. Saratov, 2019. P. 151-156.
22. Georginy (*Dahlia*) [Dahlias (*Dahlia*)]. <https://www.flowerbank.ru/?p=1308> Data obrashheniya, [Date of the application] 15.05.2020.
23. Savelyeva G.A., Bondorina I.A. Itogi introduktii georginy roda (*Dahlia* L.) v 2009-2018 gg v MBS RAN [Results of the introduction of dahlias of the genus (*Dahlia* L.) in 2009-2018 at the MBS RAS]. / Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauchnoye obespecheniye ustoychivogo razvitiya plodovodstva i dekorativnogo sadovodstva», posvyashchennoy 125-letiyu VNIITsISK [Collection of materials of the International scientific-practical conference "Scientific support for the sustainable development of fruit growing and ornamental gardening", dedicated to the 125th anniversary of VNIITsISK]. Sochi, 2019. P. 318-324.
24. Osobennosti vyrashchivaniya bordyurnykh georgin [Features of growing border dahlias]. <https://decoraciya.ru/osobennosti-vyrashchivaniya-bordyurnyx-georgin.html> Data obrashheniya, [Date of the application] 14.05.2020.
25. <http://www.dahlie.net> Data obrashheniya, [Date of the application] 5.02.2020.
26. www.ddfgg.de/start.htm Data obrashheniya, [Date of the application] 21.02.2020.
27. Karlikovyeye georginy-liliputy [Dwarf midget dahlias]. <https://golosros.ru/tsvety/karlikovyeye-georginy-liliputy-obzor-luchshih-sortov-instruktsiya-po-vyrashchivaniyu> Data obrashheniya, [Date of the application] 15.05.2020.

Информация об авторах

Савельева Г.А., мл.н.с.

E-mail: galisavele@yandex.ru

Мамаева Н.А., канд. биол. наук, ст.н.с.

E-mail: mamaeva_n@list.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва

127276, Российская Федерация, г. Москва, Ботаническая ул., д. 4

Information about the authors

Savelyeva G.A., Junior Researcher

E-mail: galisavele@yandex.ru

Mamaeva N.A., Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: mamaeva_n@list.ru

Federal State Budgetary Institution for Science N.V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS

127276, Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

Л.И. Балясная

Н.С.

Н.Н. Прокопьева

Н.С.

К.В. Самохвалов

директор филиала

E-mail: botsad21@mail.ru

Чебоксарский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина Российской академии наук, Чебоксары

Интродукционное изучение видов семейства *Ericaceae* Juss. в коллекции Чебоксарского филиала ГБС РАН

Представлены результаты комплексных исследований по интродукции видов семейства *Ericaceae* Juss. Целью исследований являлось создание, расширение и сохранение коллекции этих видов для поддержания биологического разнообразия, изучение их биоэкологических особенностей и адаптационных возможностей, оценка перспективности интродукции в условиях Чувашии и возможности их применения для целей озеленения. Дан список видов, вариантов и сортов родов *Calluna* Salisb., *Erica* L., *Enkianthus* Lour., *Rhododendron* L., *Vaccinium* L., сохраняемых в Чебоксарском ботаническом саду в условиях открытого грунта. Приведены биометрические данные наблюдаемых растений, фенология развития, способы размножения и зимостойкость, особенности агротехники с учетом почвенно-климатических условий региона и эколого-биологических особенностей растений.

Ключевые слова: оценка перспективности интродукции, *Ericaceae*, Чувашия

L.I. Balyasnaya

Researcher

N.N. Prokopyeva

Researcher

K.V. Samohvalov

Director

E-mail: botsad21@mail.ru

Cheboksary Branch of Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences, Moscow

Introduction study of species of the family *Ericaceae* Juss. in the collection of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS

The article presents results of complex studies on the introduction of species of the family *Ericaceae* Juss are presented. The purpose of the research was to create, expand and preserve a collection of these species to maintain biological diversity, study their bioecological features and adaptive capabilities, assess the prospects for introduction in Chuvashia and the possibility of their use for landscaping purposes. The list of species, variants and varieties of the genera *Calluna* Salisb., *Erica* L., *Enkianthus* Lour., *Rhododendron* L., *Vaccinium* L. preserved in the Cheboksary Botanical Garden in open ground conditions are given. The year of the introduction to the collection, the feel of original material, the average height and average crown diameter of the plants, the achieved phase of development, methods of propagation and hardiness, agro-technical measures for the conservation of exotic species in the collection with consideration of soil-climatic conditions of the region and ecological-biological features of these plants are stored.

Keywords: assess the prospects for introduction, *Ericaceae*, Chuvashia.

DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2020.1060

Растения семейства *Ericaceae* Juss. представляют интерес для интродукционного изучения в условиях Среднего Поволжья с целью увеличения биологического разнообразия флоры региона и расширения ассортимента растений для зеленого строительства. Виды и сорта родов *Calluna* Salisb., *Erica* L., *Enkianthus* Lour., *Rhododendron* L. очень декоративны во время цветения, многие виды благодаря

оригинальной осенней окраске листьев прекрасно сочетаются с другими растениями. Рододендроны, содержащие биологически активные вещества, находят применение в гомеопатии и народной медицине [1]. Современные изменения климата отрицательно сказываются на произрастании рододендронов в их естественных местообитаниях [2], поэтому сохранение этих видов в коллекциях является

важной задачей ботанических садов. Представители рода *Vaccinium* L., являясь традиционной ягодной культурой с богатым содержанием витаминов, также интересны не только в научном, но и в практическом плане.

Комплексные исследования по интродукции видов семейства *Ericaceae* Juss. в Чебоксарском филиале Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (далее – Чебоксарский ботанический сад) проводятся в течение 15 лет. Создана коллекция вересковых, в которой содержится и изучается 36 видов, 3 варианта и 11 сортов рододендронов, 9 сортов вересков, 4 сорта эрики, 4 вида брусничных, один вид энкиантуса (Таблица). Коллекция создавалась путем посадки саженцев, черенков, посевом семян, полученных из ботанических садов Австрии, Германии, Канады, Латвии, Литвы, Польши, Словакии и России.

При посеве семян вересковых лучшие результаты – повышение энергии прорастания и всхожести в среднем соответственно на 36,7% и 38,8% – получены при ежедневном опрыскивании посевов раствором двух регуляторов – янтарной кислоты и НВ-101. По морфометрическим показателям однолетние сеянцы вересковых в этом варианте посева превосходят сеянцы из контрольных вариантов на 3,5-4,0% [3, 4].

При черенковании вересковых максимальные результаты укоренения получены при 16-часовой обработке черенков сочетанием 5-ти регуляторов: циркон – 0,1%, корневин – 0,1%, рибав-экстра – 0,01%, янтарная кислота – 0,02%, НВ-101 [5].

Основным лимитирующим фактором при выращивании видов семейства *Ericaceae* Juss. в Чебоксарском ботаническом саду являются почвенно-экологические условия. Светло-серые лесные и дерново-подзолистые суглинистые почвы территории сада с рН верхних горизонтов 6,7-7,7 [6] для успешного выращивания вересковых требуют выполнения особых агротехнических приемов. Это полная замена грунта в заранее подготовленных посадочных ямах с дренажом кислым грунтом, мульчирование посадок сосновым хвойным опадом, внесение комплексных минеральных удобрений летом и осенью, своевременный полив растений (при необходимости – подкисленной водой) [7]. Главным компонентом кислого грунта является верховой торф в смеси с верхним слоем почвы из сосняка (вместе с хвойным опадом), песком и небольшим количеством дерново-подзолистой почвы сада в соотношении 4:1:1:1. Изучаются варианты замены верхового торфа полуразложившимися еловыми порубочными остатками.

Важным фактором сохранения коллекционных видов является правильное размещение вересковых с целью избежания конкуренции за влагу с древесными растениями, обладающими мощной поверхностной корневой системой [7,8,9]. Для теневыносливых видов необходима сквозистая полуденная тень, для светолюбивых – открытые места, защищенные от ветра [10].

Заключение

Исследования по интродукции видов семейства *Ericaceae* Juss. в коллекции Чебоксарского

ботанического сада показали, что к перспективным (I и II группа перспективности) на данном этапе исследований может быть отнесено 17 видов, 3 варианта и 4 сорта рода *Rhododendron* L., 4 сорта рода *Erica* L. и 4 вида рода *Vaccinium* L. (таблица). Эти виды, варианты и сорта рекомендуются для использования в городском озеленении, в насаждениях ограниченного и специального назначения (ботанические и плодовые сады, декоративные питомники и др.) в целях увеличения биологического разнообразия, при условии выполнения необходимых агротехнических мероприятий.

В коллекции у 13 видов, 4 сортов рода *Rhododendron* L. и 9 сортов рода *Calluna* Salisb. плодоношение, которое является одним из важных критериев успешности интродукции, пока отсутствует, но вполне успешно вегетативно размножаются (таблица). Эти виды и сорта, с учетом других показателей, отнесены к менее перспективным (III группа перспективности) и требуют дополнительного изучения.

Научные работы по интродукции ценных видов растений семейства *Ericaceae* Juss. Продолжаются; испытываются новые виды и сорта, подбираются наиболее эффективные способы размножения, отбора перспективных видов, форм и сортов для целей озеленения в условиях Чувашской Республики.

Список литературы

1. Александрова М.С. Рододендроны. М.: ЗАО «Фитон+», 2003. 193 с.
2. Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений. М. 2003. 32 с.
3. Неофитов Ю.А., Балясная Л.И., Самохвалов К.В. Некоторые результаты интродукции вересковых (*Ericaceae*) в Чувашии // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада РАН. Вып. 7. Чебоксары. 2014. С. 120-124.
4. Балясная Л.И., Прокопьева Н.Н., Самохвалов К.В., Дмитриев А.В. Опыт семенного и вегетативного размножения ценных декоративных интродуцентов сем. *Ericaceae* в Чебоксарском ботаническом саду // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада РАН. Вып. 8. Чебоксары. 2016. С. 26-29.
5. Дмитриев А.В., Прокопьева Н.Н., Самохвалов К.В., Балясная Л.И. Новые данные по интродукционному изучению ценных видов растений в условиях Чувашской Республики // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. Вып. 10. Чебоксары. 2018. С. 98-103..
6. Балясный В.И., Дмитриев А.В., Неофитов Ю.А. Материалы по изучению экосистем особо охраняемых природных территорий Чувашской Республики // Экологический вестник Чувашской Республики, вып. 63, серия «Изучение и развитие особо охраняемых территорий и объектов (эконет) Чувашии». Часть 3. 2010. С. 32-39.
7. Александрова М.С. Рододендроны природной флоры СССР. М. 1975. 112 с..

Интродукция и акклиматизация

Таблица. Результаты интродукционного изучения видов семейства Ericaceae Juss. в коллекции Чебоксарского филиала ГБС РАН

| Вид, вариант, сорт | Год введения в коллекцию | Вид материала | Средняя высота, м | Средний диаметр кроны, м | Фаза развития | Способ размножения в культуре | Зимостойкость* | Группа перспектив-ности** |
|---|------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| <i>Calluna vulgaris</i> L. 'Alicia', 'Amethyst', 'Annabell', 'Aphrodite', 'Besenheide', 'Boskoop', 'Helena', 'Radnor', 'Anette' | 2008 2010 2014 2015 | саженцы | 0,25 | 0,30 | цветение | черенками | I-II | III |
| <i>Enkianthus calendulaceum</i> (Michx.) Torr. | 2014 | семена | 0,32 | 0,25 | цветение | - | I | |
| <i>Erica x darleyensis</i> 'Kramer's Rote' | 2005 | саженцы | 0,45 | 0,64 | цветение | черенками | I | I |
| <i>Erica carnea</i> L. 'Isabell' | 2015 | саженцы | 0,22 | 0,32 | цветение | черенками | I | I |
| <i>Erica carnea</i> L. 'Myretoun Ruby' | 2009 | саженцы | 0,34 | 0,52 | плодонош. | черенками | I | I |
| <i>Erica carnea</i> L. 'Winter Beauty' | 2009 | саженцы | 0,30 | 0,50 | плодонош. | черенками | I | I |
| <i>Oxycoccus macrocarpus</i> (Ait.) Pers. | 2012 | черенки | 0,20 | 1,25 м2 | плодонош. | черенками | I | I |
| <i>Rhododendron albrechtii</i> Maxim. | 2014 | семена | 0,25 | 0,25 | вегетация. | - | I-II | |
| <i>Rh. arborescens</i> Torr. | 2008 | саженцы | 0,68 | 0,75 | плодонош. | семенами черенками | I | II |
| <i>Rh. austrinum</i> Rehder | 2011 | семена | 0,46 | 0,35 | цветение | черенками | I-II | III |
| <i>Rh. brachycarpum</i> D.Don ex G.Don | 2009 2010 | саженцы семена | 0,65 0,36 | 0,40 0,35 | плодонош. цветение | семенами черенками | I | II |
| <i>Rh. calendulaceum</i> (Michx.) Torr. | 2008 | саженцы | 0,45 | 0,50 | плодонош. | семенами черенками | I-II | III |
| <i>Rh. camtschaticum</i> Pall. | 2011 | семена | 0,25 | 0,25 | плодонош. | семенами черенками | I | I |

Продолжение таблицы

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|----------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------|-----|
| <i>Rh. canadense</i> (L.) Torr. | 2008 2010 | саженцы семена | 0,55 0,35 | 0,40 0,30 | плодонош. | семенами черенками | I | I |
| <i>Rh. canadense</i> (L.) Torr. var. <i>album</i> | 2008 | семена, саженцы | 0,35 | 0,25 | плодонош. | семенами черенками | I | I |
| <i>Rh. catawbiense</i> Michx. | 2008 2010 2012 | саженцы семена саженцы | 0,85 0,30 0,30 | 0,42 0,26 0,20 | плодонош. цветение цветение | семенами черенками | I | I |
| <i>Rh. caucasicum</i> Pall. | 2009 2011 | саженцы | 0,65 0,35 | 0,34 0,22 | цветение цветение | черенками | I-II | II |
| <i>Rh. dauricum</i> L. | 1999 2009 2010 | саженцы саженцы семена | 1,05 0,85 0,65 | 0,85 0,76 0,54 | плодонош. плодонош. плодонош. | семенами черенками | I | I |
| <i>Rh. farrerae</i> Tate ex Sweet | 2012 | семена | 0,26 | 0,20 | цветение | черенками | I | II |
| <i>Rh. ferrugintum</i> L. | 2011 2016 | семена сеянец | 0,25 0,15 | 0,22 0,10 | вегетация вегетация | черенками | I-II | III |
| <i>Rh. fortunei</i> Lindl. | 2009 | саженцы | 0,72 | 0,60 | цветение | черенками | II-III | III |
| <i>Rh. hirsutum</i> L. | 2014 | семена | 0,20 | 0,22 | вегетация | черенками | II-III | III |
| <i>Rh. impeditum</i> I.B.Balfour ex W.W.Smith | 2015 | саженец | 0,25 | 0,30 | цветение | черенками | I-II | III |
| <i>Rh. jahonicum</i> (A.Gray) Suringar | 2008 2010-2013 | саженцы, семена | 0,68 0,35 | 0,75 0,40 | плодонош. плодонош. | семенами | I-II | I |
| <i>Rh. jahonicum</i> (A.Gray) Suringar var. <i>album</i> | 2014 | семена | 0,25 | 0,25 | плодонош. | семенами | I-II | I |
| <i>Rh. jahonicum</i> (A.Gray) Suringar var. <i>aureum</i> | 2008 | саженцы, семена | 0,60 0,46 | 0,70 0,40 | плодонош. плодонош. | семенами | I-II | I |
| <i>Rh. ledebourii</i> Pojark. | 2009 2010 | саженцы семена | 0,85 0,45 | 0,70 0,38 | плодонош. плодонош. | семенами черенками | I-II | I |
| <i>Rh. luteum</i> (L.) Sweet | 1991 2008 | саженцы саженцы | 1,50 0,65 | 1,30 0,52 | плодонош. плодонош. | семенами черенками | I | I |
| <i>Rh. macrophyllum</i> G.Don | 2011 | семена | 0,45 | 0,42 | цветение | черенками | II-III | III |
| <i>Rh. maximum</i> L. | 2012 | семена | 0,40 | 0,35 | цветение | черенками | I-II | III |
| <i>Rh. molle</i> (Blume) G.Don | 2011 | семена | 0,45 | 0,30 | цветение | черенками | II-III | II |
| <i>Rh. mucronulatum</i> Turcz. | 2008 2011 | саженцы семена | 0,85 0,54 | 0,45 0,34 | плодонош. плодонош. | черенками | I-II | I |
| <i>Rh. occidentale</i> A.Gray | 2012 | семена | 0,65 | 0,55 | цветение | - | I-II | |

Продолжение таблицы

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|-------------------|-------------------|--------------|--------------|------------------------|-----------------------|--------|--------|
| <i>Rh. obtusum</i> (Lindl.) Planch. 'Anne Frank', 'Carmesine Rose', 'Melina' | 2017 | саженцы | 0,22 | 0,20 | цветение | черенками | II-III | III |
| <i>Rh. oreodoxa</i> Franch. | 2012 | семена | 0,52 | 0,50 | цветение | черенками | II-III | III |
| <i>Rh. poukhanensis</i> Lev. | 2010 | семена | 0,40 | 0,32 | цветение | черенками | II-III | III |
| <i>Rh. repens</i> 'Baden-Baden' | 2005 | саженец | 0,55 | 0,64 | цветение | черенками | I | II |
| <i>Rh. roseum</i> (Loisel.) Rehd. | 2008 2012 | саженцы семена | 0,38 0,35 | 0,28 0,23 | плодонош. цветение | семенами черенками | I-II | I |
| <i>Rh. schlippenbachii</i> Maxim. | 2009 2011-2013 | Саженцы семена | 0,68 0,45 | 0,55 0,30 | плодонош. цветение | семенами черенками | I-II | I |
| <i>Rh. sichotense</i> Pojark. | 2008-2009 2010 | саженцы семена | 0,70 0,56 | 0,64 0,54 | плодонош. плодонош. | семенами черенками | I | I |
| <i>Rh. smirmowii</i> Trautv. | 2008 2009 | саженцы | 0,75 | 0,52 | плодонош. | семенами черенками | I | I |
| <i>Rh. tschonoskii</i> Maxim | 2009 | саженец | 0,53 | 0,32 | цветение | черенками | I-II | III |
| <i>Rh. yakuschimanum</i> Nakai | 2009 | саженец | 0,65 | 0,55 | цветение | черенками | I-II | III |
| <i>Rh. yakuschimanum</i> Nakai 'Grumpy' | 2005 | саженец | 0,80 | 0,85 | цветение | черенками | I-II | III |
| <i>Rh. yakuschimanum</i> Nakai 'Lumina' | 2013 | саженец | 0,45 | 0,42 | цветение | черенками | I-II | II |
| <i>Rh. vaseyi</i> A. Gray. | 2015 | семена | 0,35 | 0,28 | цветение | - | II-III | |
| <i>Rh. viscosum</i> (L.) Torr. | 2011 | семена | 0,40 | 0,32 | вегетация | - | II-III | |
| <i>Rh. 'Gaaga'</i> | 2016 | саженец | 0,45 | 0,40 | цветение | черенками | I-II | I-II |
| <i>Rh. 'Germania'</i> | 2014 | саженец | 0,40 | 0,55 | цветение | черенками | I-II | I-II |
| <i>Rh. 'Helliikki'</i> | 2018 | саженец | 0,38 | 0,28 | цветение | черенками | I-II | III |
| <i>Rh. 'Nabucco'</i> | 2018 | саженец | 0,28 | 0,32 | цветение | черенками | I-II | III |
| <i>Rh. 'Scarlet Wonder'</i> | 2018 | саженец | 0,30 | 0,44 | цветение | черенками | I-II | II-III |
| <i>Vaccinium angustifolium</i> Ait. | 2014 | семена | 0,32 | 0,25 | плодонош. | семенами черенками | I-II | I-II |
| <i>V. corymbosum</i> L. | 2014 | семена | 0,22 | 0,20 | плодонош. | семенами черенками | I-II | I-II |
| <i>V. uliginosum</i> L. | 2015 | саженцы | 0,72 | 0,65 | плодонош. | семенами черенками | I-II | I-II |

Примечание: *Оценка зимостойкости рододендронов открытого грунта проведена по 7-балльной шкале, рекомендованной Советом ботанических садов СССР [11].

****Интегральная оценка перспективности интродукции проведена по классической методике ГБС РАН [12].**

8. Кондратович З.Я. Рододендроны в Латвийской ССР. Рига. 1981. 326 с..

9. Александрова М.С. Рододендроны. М.: Лесная промышленность, 1989. 72 с.

10. Мишукова И.В., Хрынова Т.Р. Род *Rhododendron* L. в коллекции НИИ Ботанический Сад ННГУ. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета. 2014. 44 с.

11. Плотникова Л.С., Якушина Э.И. и др. Ассортимент древесных растений, рекомендуемый Главным ботаническим садом АН СССР для озеленения Москвы //Древесные растения, рекомендуемые для озеленения Москвы. М. 1990. С. 14-48.

12. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции растений по данным визуальных наблюдений //Опыт интродукции древесных растений. М.: ГБС АН СССР, 1973. С. 7-67.

References

1. Aleksandrova M.S. Rododendrony [Rhododendrons] Moskva: ZAO Fiton+, [Moscow: Publishing House Phytion+]. 2003. 192 p.

2. Strategiya Botanicheskikh Sadov Rossii po sohraneniю bioraznoolbraziya rastenii [The Russia Botanic Gardens Conservation of Plant Biodiversity Strategy] Moskva [Moscow]. 2003. 32 p.

3. Neofitov Yu.A., Balyasnaya L.I., Samokhvalov K.V. Nekotorye rezultaty introduktsii vereskovykh (Ericaceae) v Chuvashii [Some results of the introduction of Heather (*Ericaceae*) in the Chuvash Republic] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada RAN [Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS]. Cheboksary, 2014. Pp. 120 – 124.

4. Balyasnaya L.I., Prokopyeva N.N., Samokhvalov K.V., Dimitriev A.V. Opyt semennogo i vegetativnogo razmnzheniya cennih dekorativnih introducentov sem. Ericaceae v Cheboksarskom botanicheskom sadu [Experience in seed and vegetative propagation of valuable ornamental exotic species of family Ericaceae in Cheboksary Botanical Garden] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada RAN [Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS]. Cheboksary, 2016. Pp.26-29.

5. Dimitriev A.V., Prokopyeva N.N., Samokhvalov K.V., Balyasnaya L.I. Novie dannie po introdukcionnomu izucheniiyu cennih vidov rastenii v usloviyah Chuvashskoi Respubliki [New data for the study valuable species of plants in the

conditions of the Chuvash Republic] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada RAN [Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS]. Cheboksary, 2018. Pp. 98-103.

6. Balyasny V.I., Dimitriev A.V., Neofitov Yu.A. Materialy po izucheniiyu ekosistem osobo okhranyaemykh prirodnikh territoriy Chuvashskoy Respubliki: monografiya [Materials for the study of ecosystems of especially protected natural territories of the Chuvash Republic: monography] // Ekologicheskii vestnik Chuvashskoy Respubliki. Seriya «Izuchenie i razvitie osobo okhranyaemykh prirodnikh territoriy i objektov (ekonot) Chuvashii». Chast 5 [Ecological Bulletin of the Chuvash Republic. Series “Study and development of especially protected natural territories and objects (econot) of Chuvashia”. Part 5]. Cheboksary, 2010. Iss. 63. Pp. 32-39.

7. Aleksandrova M.S. Rododendrony prirodnoy flory SSSR [Rhododendrons of natural flora of the USSR]. M. 1975.112 p.

8. Kondratovich R.Ya. Rododendrony v Latviyskoy SSR [Rhododendrons in the SSR Latvia.]. Riga: Zinatne, 1981. 326 p.

9. Aleksandrova M.S. Rododendrony [Rhododendrons]. Moskva.: Lesn.promyshlennost [Moscow: Publishing House Lesnaya Promyshlennost]. 1989. 72 p.

10. Mishukova I.V., Hrynova T.R. Rod *Rhododendron* L. v kollektsii NII Botanycheskiy Sad NNGU. Nizhniy Novgorod: Izd-vo Nizhegorodskogo gosuniversiteta [The genus *Rhododendron* L. in the collection of Research Institute Botanical Garden of the Nizhny Novgorod State University. Nizhny Novgorod: Publishing House of Nizhny Novgorod State University]. 2014. 44 p.

11. Plotnikova L.S., Yakushina E.I. and others. Assortiment drevesnykh rasteniy, rekomenduemy Glavnym botanicheskym sadom AN SSSR dlya ozeleneniya Moskvy // Drevesnye rasteniya, rekomenduemye dlya ozeleneniya Moskvy [The assortment of woody plants recommended by the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences for greening of Moscow //Woody plants, recommended for greening of Moscow]. M. 1990. Pp. 14-48.

12. Lapin P.I., Sidneva S.V. Otcenka perspektivnosti introduktsii drevesnykh rasteniy po dannym vizualnykh nablyudeniy [Assessment of the prospects of introduction of woody plants according to visual observations]. //Opyt introduktsii drevesnykh rasteniy [Experience of the introduction of woody plants]. Moskva: GBS AN SSSR [Moscow.: Main Botanical Garden AS USSR]. 1973. Pp. 7-67.

Информация об авторах

Баласная Лариса Ивановна, н. с.

Прокопьева Надежда Николаевна, н. с.

Самохвалов Константин Витальевич, директор

E-mail:botsad21@mail.ru

Чебоксарский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина Российской академии наук

428027. Российская Федерация, Чувашия, г. Чебоксары, просп. И. Яковлева, 31

Information about the authors

Balyasnaya Larisa Ivanovna, Researcher

Prokopyeva Nadezhda Nikolaevna, Researcher

Samokhvalov Konstantin Vitalyevich, Director

E-mail:botsad21@mail.ru

Cheboksary Branch of Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences, Moscow

428027. Russian Federation, Chuvashia, Cheboksary, I. Yakovlev prospect, 31

Г.С. Захаренко

д-р. биол. наук, проф., ст.н.с.

E-mail: cupressus@inbox.ru

В.Е. Севастьянов

канд. биол. наук, доцент

Агротехнологическая академия ФГАУ ВО

«Крымский федеральный университет им. В.И.

Вернадского», Симферополь

Половая структура кедра атласского (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière) в Крыму

В результате ежегодного учета в 2016-2019 гг. обилия репродуктивных органов у одних и тех же вступивших в репродуктивную фазу деревьев *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière в возрасте 50-60 (70) лет в насаждениях на Южном берегу Крыма (ЮБК) и в Предгорной зоне Крыма (г. Симферополь) обнаружено, что для данного вида характерно функциональное проявление пола. В разные годы, в зависимости от количества формируемых микро- и мегастробиллов и женских шишек, деревья могут быть однодомными, мужскими, женскими или бесполовыми (в годы, когда микро- и мегастробиллы вообще не закладываются). В зависимости от количества заложенных микро- и женских шишек для однодомных деревьев характерна разная степень маскулинизации и феминизации. При этом повышенный уровень феминизации у отдельных деревьев (около 1 %) на ЮБК сохраняется в течение ряда лет. В связи с тем, что у *C. atlantica* период от закладки шишки до созревания семян охватывает три года, наличие созревающих шишек разного возраста не является показателем проявления пола в год наблюдений. Пол дерева правомерно определять лишь по наличию микро- и зачаточных женских шишек, заложенных в конкретном году. У рассматриваемого вида в годы исследования на ЮБК и в зеленых насаждениях на территории г. Симферополя количественно преобладали однодомные деревья. Их количество варьировало по годам от 38,4 % до 44,3 % в южнобережных насаждениях и от 23,7 % до 42,1 % в Симферополе. Среди деревьев с выраженностью лишь одного пола преобладали функционально мужские растения: от 15,6 % до 28,0 % на ЮБК и от 15,8 % до 26,3 % в Симферополе. Число функционально женских деревьев было меньше чем мужских в 1,5-6,8 раза на ЮБК и в 1,3-9 раз в Симферополе. *C. atlantica* в обоих районах культуры имеет весьма сходную половую структуру, обеспечивающую возможность успешного семенного размножения и получения как гетерозиготного, так и гомозиготного материала, что является необходимым условием для микроэволюции вида и формирования интродукционных популяций с широкой нормой реакции в новых физико-географических условиях.

Ключевые слова: *Cedrus atlantica*, интродукция, половая структура, Крым.

G.S. Zakharenko

Dr. Sci. Biol., Prof., Senior Researcher

E-mail: cupressus@inbox.ru

V.E. Sevastyanov

Cand. Sci. Biol.

Agrotechnological Academy of Crimean

Federal University named after V. I. Vernadsky,

Simferopol

Sexual structure of Atlas Cedar (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière) in the Crimea

As a result of annual accounting in 2016-2019 the abundance of reproductive organs in the same *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière trees that have entered the reproductive phase at the age of 50-60 (70) years in plantations on the South Coast of Crimea (SCC) and in the Foothill zone of Crimea (Simferopol) has been found that this species is characterized by a functional manifestation of gender. In different years, depending on the number of formed microstrobiles and female cones, trees can be monoecious, male, female, or asexual (in years when micro- and megastrobiles are not laid at all). Monoecious trees are characterized by different degrees of masculinization and feminization depending on the number of embedded microstrobilis and female cones. At the same time, an increased level of feminization in individual trees (about 1%) on the South Coast of Crimea persists for a number of years. Due to the fact that in *C. atlantica* the period from bud setting to seed ripening covers three years, the presence of ripening cones of different ages is not an indicator of gender in the year of observation. The gender of a tree can only be determined by the presence of microstrobiles and embryonic female cones, laid in a particular year. In the considered species during the years of study on the South Coast of Crimea and in green plantations in the territory of Simferopol, monoecious trees predominated quantitatively. Their number varied over the years from 38.4 % to 44.3 % in the southern coastal plantations and from 23.7 % to 42.1 % in Simferopol. Among trees with only one gender, functionally male plants prevailed: from 15.6 % to 28.0 % in the South Coast and from 15.8 % to 26.3 % in Simferopol. The number of functionally female trees was 1.5-6.8 times less than male trees on the South Coast and 1.3-9 times in Simferopol. *C. atlantica* in both regions of culture has a very similar sexual structure, which provides the possibility of successful seed reproduction and obtaining both heterozygous and homozygous material, which is a prerequisite for the microevolution of the species and the formation of introductory populations with a wide reaction rate under new physical and geographical conditions.

Keywords: *Cedrus atlantica*, introduction, gender structure, Crimea.

DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2020.1061

ВВЕДЕНИЕ

Традиционно в роде *Cedrus* Trew выделяют 4 вида: кедр ливанский (*Cedrus libani* A. Rich.), к. гималайский (*C. deodara* (Roxb. ex D. Don) G. Don), к. атласский (*C. atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière), и к. короткохвойный (*C. brevifolia* (Hook. f.) Elwes & A. Henry) [1, 2]. При этом кедр короткохвойный нередко рассматривается как разновидность кедра ливанского (*C. libani* var. *brevifolia* Hook. f.) [3]. Кроме того, некоторые авторы [4] также рассматривают кедр атласский в качестве подвида кедра ливанского (*C. libani* subsp. *atlantica*). Все указанные виды успешно интродуцированы на территории Крыма.

Как показали исследования С. И. Кузнецова, кедр атласский и ливанский действительно очень близки между собой [5]. При этом они прекрасно гибридизуют друг с другом. Проведенное нами морфометрическое изучение листьев и микростробилов не выявило заметных различий между кедром атласским и ливанским как по срокам опыления, так и по морфологическим признакам [6, 7].

По широте интродукционного ареала на территории Крыма лидирующие позиции среди видов рода *Cedrus* занимает кедр атласский, достаточно широко представленный здесь как на объектах садово-паркового, так и лесного хозяйства. В частности, в лесных культурах в восточной части городского округа Алушта в очень сухих и сухих экотопах (C_0 и C_1), в высотном поясе 150–250 м над уровнем моря кедр атласский по показателям роста и устойчивости значительно превосходит сосну крымскую, которая, как и кедр, является здесь интродуцентом [8].

Наряду с Южным берегом Крыма, кедр атласский достаточно представлен и на территории Предгорной зоны полуострова. На основе анализа многолетнего использования данного кедра в зеленом строительстве г. Симферополя и прилегающих территорий, этот вид включен в основной ассортимент хвойных растений для зеленого строительства в Предгорной зоне Крыма [9].

Кедр атласский был интродуцирован в Крым в середине XIX века, однако по-настоящему широко его начали культивировать здесь в 60–70-х годах XX столетия, когда на территории нашей страны стремительными шагами стало развиваться зеленое строительство. Этот период в Крыму отмечен массовым облесением как южнобережных, так и предгорных и степных районов полуострова, широким внедрением в озеленение иноземных, в том числе хвойных растений.

В настоящее время кедр атласский представлен в Крыму рядом поколений местной семенной репродукции, что делает его ценным модельным объектом для изучения формирования интродукционных популяций. Особое внимание в исследованиях такого рода традиционно уделяется вопросам репродуктивного развития вида, обеспечивающего его приспособление (акклиматизацию) к новым физико-географическим условиям. Такое приспособление реализуется посредством естественного отбора, происходящего в череде поколений местного происхождения [10–12]. В ряде работ показано, что важными

показателями успешности семенного размножения у растений в природе и культуре является как соотношение числа растений разных полов у бипариентальных видов, так и соотношение количества цветков различной половой принадлежности у отдельных растений и в репродуктивных сообществах (популяциях) в целом. В связи с решением вопросов охраны генофонда, селекции, семеноводства и рациональной эксплуатации важнейших лесообразующих хвойных пород особенности проявления половой дифференциации рассмотрены в работах Л. Ф. Правдина [13], Е. Г. Мининой [14, 15], Т. П. Некрасовой [16]. Связь между соотношением полов и качеством семян у многих древесных интродуцентов в Латвии выявлена А. М. Мауринем [17]. Исследование проявления пола в природных популяциях сексуально-полиморфных растений, проведенное в Кунгурском лесном заказнике в Пермской области, выявило постоянство соотношения растений определенных половых типов у ряда видов и сделан вывод о том, что такая половая структура может рассматриваться в качестве видового признака [18]. Определенные различия между природными популяциями *Juniperus phoenicea* (L.) ssp. *phoenicea* и *J. ph.* ssp. *turbinata* (Guss.) Parl. по соотношению растений с различным проявлением признаков того или иного пола обнаружены на юге Испании и в Марокко. Отмечено также, что количество функционально женских растений во всех случаях превышало количество мужских, а соотношение растений различных половых типов в популяции по годам оставалось постоянным [19]. В естественных популяциях можжевельника виргинского пол растений не стабилен и проявляется фенотипически [20].

Особенности репродуктивного развития и половой структуры видов рода кедр в нашей стране впервые изучены С. И. Кузнецовым [21, 5]. По его наблюдениям, у кедров атласского, ливанского и гималайского, половая структура связана с возрастом насаждений. В возрасте старше 40 лет при благоприятных условиях произрастания практически все деревья этой возрастной группы вступают в репродуктивную фазу развития, лишь у 2–4% деревьев признаки пола отсутствуют. С возрастом также изменяется половая структура насаждений и большинство деревьев средиземноморских кедров старше 40 лет становятся однодомными, а численное соотношение деревьев с выраженностью признаков половой принадлежности в последующем имеет близкие значения. Отмечена также специфика закладки микростробилов и шишек как в пределах ветви, так и кроны у всех видов рода *Cedrus*. При наличии развивающихся шишек на ветвях не закладываются микростробилы, что еще раньше было описано Р. Троупом [22].

Вошедший в культуру на территории Крыма более полутора веков тому назад, к настоящему времени кедр атласский на Южном берегу Крыма нередко представлен уже растениями 5-го или даже 6-го поколения местной семенной репродукции.

На северном склоне Крымских гор вступившие в репродуктивную фазу деревья этого вида в возрасте старше 60 лет успешно растут в селе Перевальное Симферопольского

района на высоте около 450 м над уровнем моря. В городских насаждениях Симферополя насчитывается не менее пятисот деревьев этого вида в возрасте 50-60 лет и старше. Часть из них высажена в виде крупномерных растений в возрасте 10-15 лет.

Все растущие в Симферополе деревья кедр атласского старше 40 лет имеют южнобережное происхождение, а потому генетически близки представителям южнобережной интродукционной популяции.

Наличие в южнобережных насаждениях и в Предгорной зоне Крыма большого числа близких по возрасту деревьев кедр атласского, имеющих общее происхождение, но находящихся в достаточно отличающихся физико-географических условиях, позволяет интегрально оценить влияние факторов внешней среды на половую структуру и репродуктивный потенциал *Cedrus atlantica*. Это имеет как теоретический, с точки зрения популяционной биологии и дальнейшего развития теории интродукции, так и практический интерес для налаживания семеноводства и питомниководства экономически значимого для лесоводства и ландшафтного строительства кедр атласского.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования, проведенного в 2016-2019 годах были одни и те же деревья *Cedrus atlantica* в возрасте 50-60 (70) лет, растущие в поселке Партенит и городе Алушта на Южном берегу Крыма, а также в зеленых насаждениях города Симферополя. В южнобережной зоне наблюдением было охвачено 262 дерева, а в Симферополе – 230 деревьев.

Учет обилия микростробилов и шишек проводили визуально с использованием бинокля с 12-кратным увеличением во второй половине сентября – первой декаде октября, когда хорошо видны окрашенные в желтый цвет микростробилов, четко различающиеся по окраске женские шишки первого года созревания, имеющие светло-зеленую окраску, и зрелые шишки второго года созревания, имеющие коричневую или коричнево-серую окраску (рис. 1). С

учетом того, что у средиземноморских кедров, в отличие от кедр гималайского, развитие женских шишек охватывает не два, а три вегетационных сезона и шишки разных возрастов становятся хорошо различимы лишь на втором-третьем году их развития, оценку обилия закладки генеративных органов проводили отдельно для микростробилов и шишек каждого возраста. Это позволяло относить отдельные деревья к одной из 8 групп по наличию репродуктивных структур: без микростробилов и шишек (0); с микростробилами (♂); с однолетними шишками (♀₁); с двухлетними шишками (♀₂); с шишками обоих возрастов (♀₁♀₂); с микростробилами и однолетними шишками (♂♀₁); с микростробилами и двухлетними шишками (♂♀₂); с микростробилами и одновременно одно- и двухлетними шишками (♂♀₁♀₂).

В основу оценки обилия генеративных органов в кроне дерева была положена шестибалльная шкала Н. Е. Булыгина с учетом методических подходов С. И. Кузнецова к оценке репродуктивного потенциала видов рода *Cedrus* [23, 5]. Отсутствие репродуктивных органов оценивалось в 0 баллов, а их минимальное количество в целом по кроне – в 1 балл. При закладке большого числа шишек и многочисленных микростробилов лишь на отдельных ветвях их обилие оценивали в 2-4 балла в зависимости от количества таких ветвей в кроне. При массовой закладке микростробилов в кроне, равно как и при наличии большого числа шишек на ветвях во всех ярусах кроны, их количество оценивали пятью баллами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные учета количества генеративных органов у *Cedrus atlantica* в южнобережных насаждениях Крыма, представленные в таблице 1, показывают, что обилие микростробилов и женских шишек первого и второго годов созревания значительно изменяется по годам. Количество деревьев, образующих достаточно много микростробилов (на уровне 3-5 баллов), составляло от 28,9% в 2017 г до 51,4% в 2019 г. Высокими показателями обилия

Таблица 1. Соотношение числа деревьев кедр атласского (%) с различным урожаем репродуктивных органов в насаждениях Южного берега Крыма в 2016-2019 гг.

| Урожай, балл | Год наблюдения | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|
| | 2016 | | | 2017 | | | 2018 | | | 2019 | | |
| | ♂ | ♀ ₁ | ♀ ₂ | ♂ | ♀ ₁ | ♀ ₂ | ♂ | ♀ ₁ | ♀ ₂ | ♂ | ♀ ₁ | ♀ ₂ |
| 0 | 42,8 | 35,9 | 40,9 | 24,6 | 47,2 | 35,2 | 33,3 | 56,5 | 46,9 | 20,8 | 49,3 | 54,9 |
| 1 | 12,3 | 14,0 | 19,0 | 18,3 | 18,7 | 12,9 | 16,9 | 16,2 | 18,0 | 20,2 | 8,6 | 16,8 |
| 2 | 11,0 | 14,7 | 7,1 | 28,2 | 17,6 | 15,5 | 12,6 | 14,6 | 17,4 | 7,6 | 10,1 | 11,4 |
| 3 | 7,1 | 11,0 | 11,0 | 16,5 | 8,2 | 15,3 | 9,6 | 8,5 | 8,1 | 13,9 | 5,6 | 11,1 |
| 4 | 7,9 | 9,4 | 12,6 | 8,2 | 4,4 | 12,9 | 10,6 | 3,1 | 4,8 | 19,4 | 11,1 | 4,4 |
| 5 | 18,9 | 15,0 | 9,4 | 4,2 | 3,9 | 8,2 | 17,0 | 1,1 | 4,8 | 18,1 | 15,3 | 1,4 |

Условные обозначения: ♂ – обилие микростробилов; ♀₁ – обилие шишек первого года созревания; ♀₂ – обилие шишек второго года созревания (созревших).



Рис. 1. Одно- и двухлетние шишки кедр атласского

однолетних шишек в период наблюдения характеризовалось от 12,7% деревьев в 2018 г до 35,4% в 2016 г. Доля деревьев с высокими урожаями шишек второго года созревания, являющихся на момент учета физиологически зрелыми, изменялась от 16,9% (2019 г) до 36,4% (2017 г).

Ежегодно наблюдалось большое количество деревьев, у которых отсутствовали микростробилы или шишки. Количество деревьев, не образовавших микростробилов, варьировало от 20,8 % в 2019 г до 42,8 % в 2016 г. Доля деревьев, не имевших шишек первого года созревания, колебалась от 35,9 % в 2016 г до 56,5 % в 2018 г. Следствием колебания численности деревьев с урожаем или без урожая шишек первого года является почти зеркальное варьирование с годичным запаздыванием показателя урожайности двухлетних шишек.

Для кедр атласского в Предгорной зоне Крыма, как и на Южном берегу, также характерна изменчивость урожайности шишек и микростробилов по годам (табл. 2). Количество деревьев с высоким обилием микростробилов в течение четырех лет варьировало от 6,2 % в 2018 г до 37,4 % в 2017 г. Доля деревьев, не образующих микростробилов вообще, здесь колебалась от 31,6 % в 2017 г до 60,5 % в 2018 г.

Сравнение обобщенных оценок обилия генеративных органов у деревьев, растущих на ЮБК и в Предгорной зоне Крыма, обнаруживает синхронность в изменении количественных показателей как женской, так и мужской половой сферы. Так, максимальное количество деревьев, образовавших микростробилов, в обоих районах культуры было зафиксировано в 2019 г (79,2 % на ЮБК и 67,0 % в Симферополе), хотя наибольшее количество деревьев с максимальной продуктивностью микростробилов в Предгорной зоне Крыма наблюдалось в 2017 г. Можно видеть так же совпадение по годам показателей как по обилию одно- и двухлетних шишек, так и по численности деревьев с наилучшими показателями их урожайности. Максимальная урожайность однолетних шишек в обоих районах наблюдалась в 2016 г, что обеспечило высокий урожай зрелых шишек в 2017 г.

Несмотря на хронологическую близость изменений количественных показателей репродуктивного развития в обоих районах исследования, на ЮБК кедр атласский в 2016-2019 гг. отличался более высокой продуктивностью как мужской, так и женской половых сфер, на что указывает, в первую очередь, ежегодно наблюдаемое меньшее количество деревьев без микростробилов и шишек обоих возрастов.

Раздельный учет шишек разного возраста позволяет уточнять данные глазомерной оценки не только урожая текущего, но и следующего года. Совпадение оценок обилия однолетних женских шишек и зрелых шишек в урожае следующего года указывает на то, что в годы наблюдений условия перезимовки в обоих районах исследования не сказывались на сохранности молодых шишек, успешно развивавшихся в первый год созревания. Различия в балльных показателях обилия однолетних и двухлетних шишек следующего года связаны с относительной точностью визуального способа оценки. При глазомерной оценке происходит снижение или увеличение количества деревьев смежных, по балльной оценке, групп. Это особенно заметно в отношении численности деревьев с минимальным количеством или единичными развивающимися однолетними шишками. Однако, это не является критичным для объективной характеристики репродуктивного

Таблица 2. Соотношение числа деревьев кедр атласского (%) с различным урожаем репродуктивных органов в насаждениях Предгорной зоны Крыма (г. Симферополь) в 2016-2019 гг.

| Урожай, балл | Год наблюдения | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|
| | 2016 | | | 2017 | | | 2018 | | | 2019 | | |
| | ♂ | ♀ ₁ | ♀ ₂ | ♂ | ♀ ₁ | ♀ ₂ | ♂ | ♀ ₁ | ♀ ₂ | ♂ | ♀ ₁ | ♀ ₂ |
| 0 | 52,2 | 59,5 | 88,9 | 31,6 | 60,3 | 61,8 | 60,5 | 63,2 | 61,0 | 33,0 | 71,7 | 64,6 |
| 1 | 6,1 | 7,5 | 6,2 | 20,1 | 12,1 | 7,9 | 27,2 | 18,1 | 12,3 | 25,2 | 18,0 | 17,3 |
| 2 | 9,8 | 7,4 | 2,4 | 10,9 | 10,1 | 5,7 | 6,1 | 4,3 | 9,8 | 13,8 | 3,4 | 3,0 |
| 3 | 9,0 | 5,3 | 1,6 | 12,2 | 4,7 | 6,0 | 2,6 | 5,3 | 4,8 | 8,2 | 2,6 | 6,3 |
| 4 | 11,8 | 9,1 | 0,1 | 12,2 | 6,0 | 8,5 | 1,4 | 3,9 | 5,5 | 12,5 | 3,4 | 4,7 |
| 5 | 11,1 | 11,2 | 0,8 | 13,0 | 6,8 | 10,1 | 2,2 | 5,2 | 6,6 | 7,3 | 0,9 | 4,1 |

развития *Cedrus atlantica* как на ЮБК, так и в Предгорной зоне полуострова и позволяет констатировать высокую сохранность в зимний период шишек, развивавшихся в течение первого года после опыления.

Выше приведенные обобщенные данные по обилию закладки микростробилов и шишек первого и второго годов созревания характеризуют репродуктивное развитие деревьев взятых выборок в целом, однако не являются отражением их половой структуры и могут рассматриваться лишь как показатели суммарной половой продуктивности деревьев *Cedrus atlantica* в каждом из двух различающихся по природно-климатическим условиям районов.

Результаты оценки наличия микростробилов и женских шишек, без учета их количества в кроне отдельного дерева, приведенные в таблицах 3 и 4, свидетельствуют об однотипности распределения растений кедра атласского по наличию репродуктивных органов в обоих районах культуры, а также о сложности и значительной вариабельности обеих интродукционных субпопуляций по соотношению количества деревьев с разной выраженностью половых признаков.

Вместе с тем, проявление пола на индивидуальном уровне обнаруживает значительное различие рассматриваемых групп по доле деревьев выделяемых нами типов. В

южнобережных насаждениях в годы наблюдений количество деревьев с микростробилами и женскими шишками обоих возрастов оказалось в 2-10 раз больше, чем в насаждениях Симферополя. В то же время в Предгорной зоне, в отличие от ЮБК, постоянно отмечалось количественное преобладание деревьев кедра атласского, формирующих исключительно микростробилы.

Рассматриваемые насаждения также заметно различаются по количеству деревьев, у которых на момент наблюдений при осенних учетах не обнаруживались репродуктивные органы. Если на ЮБК доля таких деревьев составляла от 4,5 % до 12,5 %, то в Предгорной зоне их количество варьировало от 13,6 % до 28, 3%.

У кедра атласского микростробилы и женские шишки закладываются в верхушечных почках укороченных побегов в мае, а опыление идет в тот же год в конце сентября – первой половине октября. В конце августа – начале сентября в кроне дерева становятся хорошо заметными лишь вертикально стоящие золотисто-желтые микростробилы длиной до 5-8 см. Окрашенные в зеленый цвет зачаточные женские шишки, имеющие длину около 1,5 см, при осмотре крон в этот период сливаются по окраске с хвоей. Без непосредственного подъема в крону и осмотра каждой отдельной ветви они практически незаметны. От момента

Таблица 3. Соотношение числа деревьев *Cedrus atlantica* (%), различающихся по наличию репродуктивных органов, в насаждениях на ЮБК в 2016-2019 гг.

| Гендерная группа | Год наблюдения | | | |
|--------------------------------|----------------|------|------|------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| ♂♀ ₁ ♀ ₂ | 31,5 | 27,0 | 13,1 | 26,0 |
| ♂♀ ₁ | 9,4 | 10,1 | 10,2 | 15,6 |
| ♂♀ ₂ | 5,5 | 21,3 | 22,2 | 6,5 |
| ♂ | 10,8 | 18,0 | 20,2 | 31,1 |
| ♀ ₁ | 8,2 | 4,5 | 11,8 | 4,8 |
| ♀ ₂ | 7,1 | 3,4 | 9,4 | 3,0 |
| ♀ ₁ ♀ ₂ | 15,0 | 11,2 | 8,1 | 5,2 |
| 0 | 12,5 | 4,5 | 5,0 | 7,8 |

Таблица 4. Соотношение числа деревьев *Cedrus atlantica* (%), различающихся по наличию репродуктивных органов, в насаждениях Симферополя в 2016-2019 гг.

| Гендерная группа | Год наблюдения | | | |
|--------------------------------|----------------|------|------|------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| ♂♀ ₁ ♀ ₂ | 2,8 | 12,5 | 6,6 | 7,8 |
| ♂♀ ₁ | 13,8 | 13,2 | 6,1 | 10,9 |
| ♂♀ ₂ | 5,5 | 16,2 | 5,7 | 11,7 |
| ♂ | 25,7 | 26,5 | 21,1 | 35,2 |
| ♀ ₁ | 18,8 | 6,9 | 11,4 | 3,5 |
| ♀ ₂ | 2,3 | 2,9 | 14,0 | 11,2 |
| ♀ ₁ ♀ ₂ | 2,8 | 7,1 | 12,7 | 6,1 |
| 0 | 28,3 | 14,7 | 22,4 | 13,6 |

Интродукция и акклиматизация

закладки зачаточных шишек до их полного созревания у *Cedrus atlantica*, как и у других средиземноморских видов кедра проходит три вегетационных периода. В первый год происходит закладка и опыление женских шишек, а их созревание при успешном опылении, как в природном ареале, так и в Крыму, идет в течение двух последующих лет. В этой связи объективной характеристикой половой принадлежности отдельно взятых деревьев в конкретном году является лишь закладка у них генеративных органов разного пола, которая во многом определяется физиолого-биохимической ситуацией, складывающейся в пределах каждого отдельного растения [14, 24].

Данные о наличии однолетних и двухлетних шишек в кроне дерева у видов рода *Cedrus* не могут в полной мере рассматриваться в качестве диагностических признаков женской половой принадлежности дерева в год наблюдения (табл. 5). Если принять, что опыленные зачаточные шишки в большинстве своем сохраняются в зимний период, то обнаружение одно- или двухлетних шишек, при наличии данных о закладке микростробилов в год опыления, может служить ретроспективным показателем сексуализации конкретного дерева в предшествующие годы.

Имеющиеся же в кроне одно- или двухлетние шишки не являются показателями пола дерева в этот год, и должны рассматриваться лишь в качестве структур, потребляющих пластические вещества, продуцируемые материнским деревом. Функционально бесполоыми должны рассматриваться деревья, не сформировавшие микростробилов и зачаточные женские шишки в конкретном году.

Как показано в таблице 5, дерево № 9 в 2017 г и деревья №№ 5, 7 и 10 в 2018 г, имевшие шишки разного возраста, но не образовавшие микростробилов, являлись бесполоыми. В то же время дерево № 10, не имевшее в 2017 г созревающих шишек и микростробилов, фактически было функционально женским, поскольку в 2018 г у него было отмечено наличие однолетних шишек.

Полученные нами четырехлетние данные учета обилия репродуктивных органов у деревьев кедра атласского, исходя из выше изложенного представления о половом типе дерева в отдельно взятом году, позволяют достаточно точно охарактеризовать половую структуру насаждений этого таксона в обоих районах культуры лишь в 2016-2018 гг, поскольку достаточно объективную картину женской сексуализации деревьев в 2019 году могут показать данные

Таблица 5. Взаимосвязь между наличием генеративных органов и половой принадлежностью деревьев у *Cedrus atlantica* в Крыму

| № дерева | Диагностические характеристики | Год наблюдения | | | |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| ЮБК, пгт Партенит | | | | | |
| 1 | Наличие микростробилов и шишек | ♀ ₁ ♀ ₂ | ♀ ₁ ♀ ₂ | ♂♀ ₁ ♀ ₂ | ♀ ₁ ♀ ₂ |
| | Половой тип дерева | f | f | bs | |
| 2 | Наличие микростробилов и шишек | ♂♀ ₁ | ♂♀ ₁ ♀ ₂ | ♂♀ ₂ | ♂♀ ₁ |
| | Половой тип дерева | bs | m | bs | |
| 3 | Наличие микростробилов и шишек | ♂♀ ₁ ♀ ₂ | ♀ ₁ ♀ ₂ | ♀ ₁ ♀ ₂ | ♀ ₁ ♀ ₂ |
| | Половой тип дерева | bs | f | f | |
| 4 | Наличие микростробилов и шишек | ♂♀ ₁ ♀ ₂ | ♂♀ ₂ | ♂♀ ₁ ♀ ₂ | ♂♀ ₁ ♀ ₂ |
| | Половой тип дерева | m | bs | bs | |
| 5 | Наличие микростробилов и шишек | ♂♀ ₂ | ♂♀ ₁ | ♀ ₁ ♀ ₂ | ♂♀ ₂ |
| | Половой тип дерева | bs | bs | os | |
| город Симферополь | | | | | |
| 6 | Наличие микростробилов и шишек | ♂♀ ₂ | ♂ | ♂♀ ₁ | ♂♀ ₂ |
| | Половой тип дерева | m | bs | m | |
| 7 | Наличие микростробилов и шишек | ♂♀ ₁ ♀ ₂ | ♀ ₂ | ♀ ₁ | ♂♀ ₂ |
| | Половой тип дерева | m | f | os | |
| 8 | Наличие микростробилов и шишек | ♂♀ ₂ | ♂♀ ₁ | ♀ ₁ ♀ ₂ | ♂♀ ₁ ♀ ₂ |
| | Половой тип дерева | bs | bs | f | |
| 9 | Наличие микростробилов и шишек | ♂♀ ₂ | ♀ ₁ | ♀ ₂ | ♂♀ ₁ ♀ ₂ |
| | Половой тип дерева | bs | os | f | |
| 10 | Наличие микростробилов и шишек | ♂ | 0 | ♀ ₁ | ♂♀ ₂ |
| | Половой тип дерева | m | f | os | |

Условные обозначения: f – функционально женское дерево, bs – обоеполое дерево; m – мужское дерево; os – дерево без признаков пола.



Рис. 2. Обильная закладка микростробил у *Cedrus atlantica*

учета наличия однолетних шишек в 2020 г. На примере данных таблицы 5 показано, что деревья, заложившие в текущем году микростробилы и имеющие шишки обоих возрастов, могут быть либо мужскими, либо обоеполыми, а имеющие только шишки любого возраста – либо женскими, либо бесполовыми.

Анализ данных ежегодной закладки репродуктивных органов у деревьев кедра атласского в возрасте 50-60 лет показал, что одно и то же растение данного вида в разные годы может выступать как обоеполое, женское, мужское или бесполое. Добавим к этому, что в связи с закладкой

различного количества микростробиллов и женских шишек у функционально обоеполых деревьев наблюдается различная степень маскулинизации или феминизации. Таким образом, *Cedrus atlantica* в районе исследования в полной мере проявляет себя как триэцичный вид [25].

Проведенный анализ половой структуры насаждений кедра атласского в разных районах культуры показал, что у *Cedrus atlantica* в годы исследования на Южном берегу Крыма и в Симферополе количественно преобладали однополовые деревья, доля которых составляла 38,4-44,3 % и 23,7-42,1 % соответственно. Среди деревьев с выраженностью лишь одного пола преобладали функционально мужские: от 15,6 до 28,0 % на ЮБК и от 15,8% до 26,3% в симферопольских насаждениях. Что же касается деревьев, идентифицируемых как функционально женские, то таких было меньше чем мужских в 1,5-6,8 раза на ЮБК и в 1,3-9 раз в Симферополе (табл. 6).

По нашим наблюдениям, при обильной закладке микростробиллов, на их образование расходуется значительное количество апикальных меристем брахибластов (рис. 2). По этой причине в последующие два-четыре года после обильного образования микростробиллов дерево не образует микростробилы вообще или образует их в минимальном количестве, оцениваемом в один балл. Также отметим, что при большом количестве (на уровне 3-5 баллов) шишек старшего возраста (φ_2), количество молодых шишек (φ_1) обычно не превышает 1-2 баллов. Переход деревьев в бесполое состояние после обильного образования микростробиллов и при наличии развивающихся одно и двухлетних шишек, вероятно, связан с регулированием на индивидуальном уровне синтеза и расходования трофических ресурсов на определенных временных отрезках жизни дерева. В годы наблюдений в обоих районах культуры нами не были обнаружены деревья, постоянно сохраняющие принадлежность к одному из половых типов.

Короткий срок наблюдений не позволил нам выявить связи между сексуализацией деревьев и погодноклиматическими условиями в районе исследований, которая, вероятно, присутствует. Условия среды оказывают

Таблица 6. Половая структура насаждений *Cedrus atlantica* (%) в условиях культуры в Крыму

| Пол дерева | Год | | |
|-------------------|------|------|------|
| | 2016 | 2017 | 2018 |
| Южный берег Крыма | | | |
| bs | 41,6 | 38,4 | 44,3 |
| f | 11,2 | 4,1 | 6,4 |
| m | 15,6 | 28,0 | 21,2 |
| os | 31,6 | 29,5 | 28,1 |
| г. Симферополь | | | |
| bs | 29,9 | 42,1 | 23,7 |
| f | 9,8 | 2,9 | 11,7 |
| m | 17,9 | 26,3 | 15,8 |
| os | 42,4 | 28,7 | 48,8 |

влияние на проявление пола у отдельных растений через изменение количества продуцируемых ими фитогормонов, вызывающих мужскую или женскую направленность сексуализации.

По мнению М. Х. Чайлахяна [26] пол у однодомных растений «...определяется последовательной цепью событий: факторы внешней среды – эндогенные фитогормоны – генетический аппарат, которую можно охарактеризовать как эколого-гормонально-экологическую регуляцию пола растений».

Как известно, половая структурированность популяций растений является основным способом обеспечения перекрестного опыления и получения более широкого генетического разнообразия потомства, как необходимого условия для микроэволюционных изменений в популяции, повышающих ее устойчивость и способность адекватно реагировать на флуктуации природно-климатических условий в определенной части ареала вида или его внутривидовых таксонов [10, 11, 27, 28]. В то же время, формирование в пределах одного растения как мужских, так и женских половых органов, обеспечивает возможность самоопыления и закрепления в популяции наиболее удачных генетических комбинаций.

Полученные нами данные позволяют видеть, что в обоих районах культуры *Cedrus atlantica* имеет весьма сходную половую структуру, обеспечивающую возможность успешного семенного размножения и получения как гетерозиготного, так и гомозиготного материала. Учитывая тот факт, что у большинства функционально обоеполюх деревьев, как правило, закладывается небольшое количество микростробилов или женских шишек, доля потенциально гомозиготных семян в суммарном урожае таких деревьев ежегодно оказывается весьма незначительной.

Асинхронную смену пола у деревьев в пределах репродуктивной совокупности можно рассматривать в качестве биологического механизма, обеспечивающего поддержание высокого уровня гетерозиготности семенного потомства как в урожае отдельно взятого года, так и в результате формирования широкого спектра родительских пар по годам. Это в свою очередь открывает более широкие возможности для действия естественного отбора и приспособления популяций рассматриваемого вида к изменяющимся условиям среды. Одновременно с этим, выявленные биологические особенности кедра атласского, несомненно, содействуют и более эффективному протеканию акклиматизационных процессов при его интродукции в новые условия существования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных четырехлетних наблюдений за репродуктивным развитием одних и тех же деревьев *Cedrus atlantica* в возрасте 50-60 (70) лет, растущих на Южном берегу Крыма и в Предгорной зоне полуострова (город Симферополь), обнаружено, что рассматриваемый вид является триэцичным. В обоих районах культуры изученные репродуктивные совокупности

кедра атласского имеют сходную половую структуру с явным преобладанием однодомности. В чередовании лет развития рассматриваемого вида могут быть функционально однодомными, мужскими, женскими и бесполовыми. Ежегодное образование достаточно большого количества репродуктивных органов и асинхронная функциональная смена пола деревьев по годам создает условия для широкой панмиксии и формирования в обоих районах культуры повышенной доли гетерозиготных семян. Преобладание функционально мужских деревьев по отношению к женским в районе исследования видится нам как адаптивная реакция вида на условия интродукции, направленная на повышение уровня гетерозиготности семенного потомства и, как следствие, повышение адаптивного потенциала кедра атласского в новых для него условиях произрастания.

Список литературы

1. Hoffman M.H. A. List of names of woody plants: International standard ENA 2005–2010. Boskoop. Applied Plant Research. 2005. –871 p.
2. Krüssmann G. Manual of Cultivated Conifers. Portland: Tumber Press, 1985. 361 p.
3. The Plant List: совместный энциклопедический интернет-проект, обеспечивающий доступ к информации о номенклатуре современных таксонов, относящихся к царству растений. Данный проект является совместной разработкой Королевских ботанических садов Кью и Ботанического сада Миссури. [Электронный информационный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения: 04.08.2020).
4. Fady B., Lefevre F., Reynaud M., et all. Gene flow among different taxonomic units: evidence from nuclear and cytoplasmic markers in Cedrus plantation forests // Theoretical and Applied Genetics. 2003. Vol. 107, № 6. Pp. 1132–1138.
5. Кузнецов С.И. Основы интродукции и культуры хвойных Древнего Средиземноморья на Украине и в других районах юга СССР. Ктев: Наук. думка, 1984. 124 с.
6. Захаренко Г.С., Кравченко О.Г. Изменчивость сроков поллинииции и размеров микростробилов у видов рода кедр (*Cedrus Trew*) в Крыму // Бюл. Никитского ботан. сада. 2006. Вып. 93. С. 25–28.
7. Захаренко Г.С., Кравченко О.Г., Захаренко А.Н. Изменчивость длины листьев у кедр атласского (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière) в культуре на Южном берегу Крыма // Бюл. Гл. Ботан. сада 2014. Вып. № 4. С. 38–43.
8. Захаренко Г.С., Зильберварг И.Р., Севастьянов В.Е., Кумсиева Ю.А. Результаты производственного испытания и перспективы использования иноземных хвойных в лесопарковых насаждениях ГАУ РК «Алуштинское лесохозяйственное хозяйство» // Известия сельхоз. науки Тавриды. 2018. № (176). С. 58–68.
9. Репецкая А.И., Савушкина И.Г. и др. Деревья, кустарники и лианы для озеленения Предгорного Крыма. Симферополь: Салта, 2019. 272 с.

10. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. М.: Мир, 1974. 460 с.

11. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1977. 297 с.

12. Некрасов В.И. Некоторые теоретические вопросы формирования интродукционных популяций лесных древесных пород // Лесоведение. 1971. № 5. С. 26–31.

13. Правдин Л.Ф. Половой диморфизм сосны обыкновенной // Тр. Ин-та леса АН СССР. 1950. Т. 3. С. 190–201.

14. Минина Е.Г. Определение пола у лесных древесных растений // Тр. Ин-та леса АН СССР. 1960. Т. 47. С. 76–161.

15. Минина Е.Г. Значение смещения пола для селекции. О связях гетерозиса и полиплоидии с сексуализацией // Журнал общей биологии. 1965. Т. 26, № 4. С. 416–426.

16. Некрасова Т.П. Плодоношение кедра в Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР. 1961. 71 с.

17. Мауринь А.М. Семеношение древесных экзотов в Латвийской ССР. Рига: Звайгзне, 1967. 208 с.

18. Демьянова Е.И. Половая структура природных популяций сексуально-полиморфных растений Предуралья // Вестн. Пермского гос. Ун-та. 1997. № 3. С. 9–19.

19. Jordano Pedro. Monoecia y variabilidad de la expression sexual en *Juniperus phoenicea* (Cupressaceae) // II Jornadas de Taxonomia Vegetal, Madrid 24-27 mayo. 1990. Madrid. 1990. P. 72.

20. Vasilaskas S.A., Lonnie W.A. Sex ratio in *Juniperus virginiana* // Amer. Journ. Bot. 1989. Vol. 76, № 6. P. 126.

21. Кузнецов С.И. Половой диморфизм кедров в культуре на Южном берегу Крыма // Бюл. Никитского ботан. сада. 1972. Вып. 17. С. 8–11.

22. Troup R. S. Cedrus // The silviculture of Indian trees. Oxford, 1921. Vol. 3. Pp. 1095–1132.

23. Булыгин Н.Е. Биологические основы дендрофенологии. Л.: ЛТА, 1982. 80 с.

24. Минина Е.Г. Пол у сосны обыкновенной // Вопросы физиологии половой репродукции хвойных. 1975. С. 68–89.

25. Френкель Р., Галун Э. Механизмы опыления, размножение и селекция растений. М.: Колос, 1982. 384 с.

26. Чайлахян М.Х. Целостность организма в растительном мире // Физиология растений. 1980. Т. 27. Вып. 5. С. 917–940.

27. Грант В. Видообразование у растений. М.: Мир, 1984. 528 с.

28. Ферри К., Пейл ван дер Л. Основы экологии опыления. М.: Мир, 1982. 380 с.

References

1. Hoffman M.H. A. list of names of woody plants: international standard ena 2005–2010. Boskoop. Applied Plant Research. 2005. 871 p.

2. Krüssmann G. Manual of cultivated conifers. Portland: Tumber Press, 1985. 361 p.

3. The plant list: sovmetnyj enciklopedicheskij internet-proekt, obespechivayushhij dostup k informacii o nomenklature sovremennykh taksonov, otnosyashhixsya k carstvu rastenij. dannyj proekt yavlyatsya sovmetnoy razrabotkoj ko- rolevskix botanicheskix sadov kyu i botanicheskogo sada mis- suri. [elektronnyj informacionnyj resurs]. – rezhim dostupa: <http://www.theplantlist.org/> (data obrashheniya: 04.08.2020).

4. Fady B., Lefevre F., Reynaud M., Vendramin G. Bou dagher-kharrat m., anzidei m., pastorelli r., savoure a., att. bari- teau m. gene flow among different taxonomic units: evidence from nuclear and cytoplasmic markers in cedrus plantation forests // Theoretical and applied genetics. 2003. Vol. 107, № 6. Pp. 1132–1138.

5. Kuznecov S.I. Osnovy introdukcii i kultury xvojnykh drevnego sredizemnomorya na ukraine i v drugix rajonax yuga SSSR. [Fundamentals of the introduction and culture of co- nifers of the Ancient Mediterranean in Ukraine and in other regions of the south of the USSR.] Kiev: Publishing House “Nauk. Dumka”, 1984. 124 p.

6. Zakharenko G.S., Kravchenko O.G. Izmenchivost sro- kov pollinacii i razmerov mikrostrobilov u vidov roda kedr (cedrus trew) v krymu [Variability of the timing of pollina- tion and the size of microstrobil in species of the genus Cedar (Cedrus Trew) in the Crimea] // Byul. Nikitskogo botan. sada. 2006. Is. 93.

7. Zakharenko G.S., Kravchenko O.G., Zakharenko A.N. Izmenchivost dliny listev u kedra atlasskogo (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière) v kulture na yuzhnom beregu kryma [Variation of leaf length in the Atlas cedar (*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière) in culture on the southern coast of Crimea] // Byul. Main botan. Garden. 2014. № 4. Pp. 38–43.

8. Zakharenko G.S., Zilbervarg I.R., Sevastyanov V.E., Kumsieva Yu.A. Rezultaty proizvodstvennogo ispytaniya i perspektivy ispolzovaniya inozemnykh xvojnykh v lesoparkovykh nasazhdeniyax gau rk «alushtinskoe lesokhотniche хozyajst- vo» [The results of the production test and the prospects for the use of foreign conifers in forest-park plantations of GAU RK “Alushta forest hunting economy”] // Izvestiya Agrical. Sci. of Taurida. 2018. No. (176). Pp. 58–68.

9. Repeckaya A.I., Savushkina I.G. i dr. Derevyia, kustarniki i liany dlya ozeleneniya predgornogo Kryma. [Trees, shrubs and lianas for landscaping the Piedmont Crimea]. Sim- feropol: Salta, 2019. 272 p.

10. Majr E. Populyacii, vidy i evolyuciya. [Populations, species and evolution]. Moscow: Publishing House “Mir”, 1974. 460 p.

11. Timofeev-Resovskij N.V., Voroncov N.N., Yablokov A.V. Kratkij ocherk teorii evolyucii. [A brief outline of the theory of evolution]. Moscow: Publishing House “Science”, 1977. 297 p.

12. Nekrasov V.I. Nekotorye teoreticheskie voprosy formirovaniya introdukcionnykh populyacij lesnykh drevesnykh porod [Some theoretical questions of the formation of intro- duction populations of forest tree species] // Lesovedenie. 1971. No. 5. Pp. 26–31.

13. Pravdin L.F. Polovoj dimorfizm sosny obyknovennoj [Scots pine sexual dimorphism] // Tr. in-ta lesa AN SSSR. [Tr. Institute of forests of the USSR Academy of Sciences]. 1950. Vol. 3. Pp. 190–201.

14. Minina E.G. Opređenje pola u lesnyx drevesnyx rastenij [Determination of sex in forest woody plants] // Tr. Institute of forests of the USSR Academy of Sciences. 1960. Vol. 47, pp. 76–161. // 1960. Vol. 47. Pp. 76–161.

15. Minina E.G. Znachenie smeshheniya pola dlya selekcii. o svyazyax geterozisa i poliploidii s seksualizaciej [Floor offset value for selection. On the connections of heterosis and polyploidy with sexualization] // Zhurnal obshhej biologii [Journal of General Biology]. 1965. Vol. 26, No. 4. Pp. 416–426.

16. Nekrasova T.P. Plodonoshenie kedra v zapadnoj Sibiri. [Fruiting of Cedar in Western Siberia]. Novosibirsk: izd-vo so AN SSSR. [Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences], 1961. 71 p. 1961. 71 s.

17. Maurin A.M. Semenoshenie drevesnyx ekzotov v Latvijskoj SSR. [Seed bearing of woody exotic plants in the Latvian SSR]. Riga: Zvaigzne, Riga: Publishin House “Zvaigzne”, 1967. 208 p.

18. Demyanova E.I. Polovaya struktura prirodnyx populjacij seksualno-polimorfnyx rastenij preduralja [Sex structure of natural populations of sexually polymorphic plants in the Cis-Urals] // Vestn. permskogo gos. un-ta. V[estn. Perm State University]. 1997. No. 3. Pp. 9–19.

19. Jordano Pedro. Monoecia y variabilidad de la expresion sexual en juniperus phoenicea (cupressaceae) // ii jorna-

das de taxonomia vegetal, Madrid 24-27 mayo. 1990. Madrid. 1990. p. 72.

20. Vasilasuskas S.A., Lonnie W.A. Sex ratio in juniperus virginiana // Amer. journ. bot. 1989. vol. 76, № 6. p. 126.

21. Kuznecov S.I. Polovoj dimorfizm kedrov v kulture na yuzhnom beregu kryma [/Sexual dimorphism of cedars in culture on the southern coast of Crimea] // Byul. Nikitsky botan. garden. 1972. Iss. 17, Pp. 8–11.

22. Troup R.S. Cedrus // The silviculture of indian trees. Oxford, 1921. Vol. 3. Pp. 1095–1132.

23. Bulygin N.E. Biologicheskie osnovy dendrofenologii .[Biological bases of dendrophenology]. L.: LTA, 1982. 80 p.

24. Minina E.G. Pol u sosny obyknovennoj [Scots pine floor] // Voprosy fiziologii polovoj reprodukcii xvojnyx. [Questions of the physiology of sexual reproduction of conifers]. 1975. Pp. 68–89.

25. Frenkel R. Galun E. Mexanizmy opyleniya, razmnoshenie i selekcija rastenij. [Pollination mechanisms, reproduction and plant breeding]. Moscow: Publishing House “Kolos”, 1982. 384 p.

26. Chajlaxyan M.X. Celostnost organizma v rastitelnom mire [The integrity of the organism in the plant world] // Fiziologiya rastenij. [Plant Physiology]. 1980. Vol. 27, Is. 5. Pp. 917–940.

27. Grant V. Vidoobrazovanie u rastenij. [Speciation in plants]. Moscow: Publishing House “Mir”, 1984. 528 p.

28. Fegri K. Pejł Van der L. Osnovy ekologii opyleniya. [Fundamentals of Pollination Ecology]. Moscow: Publishing House “Mir”, 1982. 380 p.

Информация об авторах

Захаренко Геннадий Сергеевич, д-р. биол. наук, проф., ст.н.с.

E-mail: cupressus@inbox.ru

Севастьянов Виктор Евгеньевич, канд. биол. наук, доцент

Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»

295492. Российская Федерация, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия

Information about the authors

Zakharenko Gennedy Sergeevich, Dr. Sci. Biol., Prof., Senior Researcher

Sevastjanov Viktor Evgenievich, Cand. Sci. Biol.

Agrotekhological Academy of Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky

295492. Russian Federation, Crimea, Sympheropol, Agrarnoe

Е.В. Соболева

мл.н.с.

E-mail: 9030096237@mail.ru

Д.А. Егорова

мл.н.с.

E-mail: dariaegor11@gmail.com

О.И. Молканова

канд. с.-х. наук, вед.н.с.

E-mail: molkanova@mail.ru

ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва

Особенности регенерации некоторых представителей рода *Rosa* L. в культуре *in vitro*

Работа посвящена усовершенствованию методики культивирования *in vitro* сортов роз из различных садовых групп. Показана возможность получения асептической культуры представителей рода *Rosa* L. при использовании гипохлорита натрия в концентрации 5% при экспозиции 7-9 мин. Подобран оптимальный минеральный состав питательной среды, установлено влияние углеводного состава питательных сред на рост и развитие регенерантов. У большинства исследуемых генотипов независимо от принадлежности к садовой группе наибольший коэффициент размножения был получен при культивировании на питательной среде MS, содержащей 6-BAP (0,5 мг/л). Для предотвращения фенольной экссудации в питательную среду добавляли аскорбиновую кислоту (100 мг/л). Замена в питательной среде сахарозы на глюкозу (3%) оказала положительное влияние на регенерацию микропобегов. Наиболее восприимчивым к источнику углевода сортом оказался канадский шраб Hope for Humanity. Выявлены особенности длительности субкультивирования на коэффициент размножения роз. Максимальный коэффициент размножения ($9,5 \pm 0,3$) и положительная динамика роста были характерны для сорта Hope for Humanity.

Ключевые слова: *Rosa* L., клональное микроразмножение, регенерация, коэффициент размножения, углеводы.

E.V. Soboleva

Junior Researcher

E-mail: 9030096237@mail.ru

D.A. Egorova

Junior Researcher

E-mail: dariaegor11@gmail.com

O.I. Molkanova

Cand. Sci. Biol., Leading Researcher

E-mail: molkanova@mail.ru

FSBIS N.V.Tsitsin Main Botanical Garden RAS,
Moscow

Regeneration features of some varieties of *Rosa* L. genus representatives *in vitro*

The work is devoted to the improvement of *in vitro* cultivation technique of rose varieties from different garden groups. The optimal sterilization result was achieved with the use of sodium hypochlorite at a 5% concentration and exposure for 7-9 min. The optimal mineral composition of the nutrient medium was chosen, the carbohydrate composition effect of the nutrient medium on the growth and development of regenerants was established. In the majority of the studied genotypes, irrespective of their belonging to the garden group, the highest multiplication factor was obtained on MS medium containing 6-BAP (0,5 mg/l). Ascorbic acid (100 mg/l) was added to the nutrient medium to prevent phenolic exudation. Substitution of sucrose for glucose in the nutrient medium (3%) had a positive effect on the microshoots regeneration. The most susceptible to the carbohydrate source variety was the Canadian scrub Hope for Humanity. The features of the subcultures duration on the roses multiplication factor are revealed. Variety Hope for Humanity were characterized by the maximum multiplication factor ($9,5 \pm 0,3$) and positive growth dynamics.

Keywords: *Rosa* L., clonal micropropagation, regeneration, multiplication factor, carbohydrates.

DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2020.1062

Роза является одной из самых популярных декоративных растений во всем мире и доминирует на международных рынках срезанных цветов. Эфирное масло розы и другие продукты ее переработки широко используются в медицине, парфюмерии и косметической промышленности [1-2]. Семенное размножение роз используется

для производства подвоев и для выведения новых сортов. Наиболее распространенным методом размножения сортов роз является вегетативный (черенкование, отводки, деление куста и прививка) [3].

Недостатками традиционного вегетативного размножения являются зависимость от сезона, медленная

скорость размножения и низкий коэффициент размножения некоторых сортов [3]. С применением биотехнологических методов размножения можно увеличить производство высококачественного посадочного материала [4].

Первые работы по размножению роз *in vitro* были начаты в 1945 г., когда Нобекорту и Кофлеру удалось получить каллус и корни из изолированных почек роз. Органогенез микропобегов из каллусной ткани был получен только в 1967 г. Хиллом на примере чайно-гибридной розы «Доктор». Полный цикл клонального микроразмножения роз был разработан Якобом с соавторами [3]. Несмотря на значительное количество публикаций по изучению особенностей клонального микроразмножения, имеются лишь единичные данные по изучению морфогенетического потенциала различных генотипов в зависимости от минеральной основы питательной среды и углеводного питания. Многие современные сорта характеризуются слабой выживаемостью первичных эксплантов и низким коэффициентом размножения *in vitro*. Потребность в расширении ассортимента роз и сохранении сортов и видов *Rosa* L. с использованием генетических банков обуславливает актуальность оптимизации протоколов клонального микроразмножения.

Целью данного исследования является изучение особенностей регенерации и оптимизация этапа микроразмножения сортов роз разных садовых групп.

Материалы и методы исследований

Исследования выполняли в лаборатории биотехнологии растений ГБС РАН. Исходный материал предоставлен розарием Отдела декоративных растений. Были использованы сорта различных групп рода *Rosa* (L.): флорибунда (Acropolis), шрабы (Hope for Humanity, Morden Centennial, Red Eden Rose), мускусные гибриды (Prosperity, Mozart, Heavenly Pink, Bouquet Parfait), полиантовые (Denise Cassegrain), плетистые (Rosarium Uetersen), ремонтантные гибриды (Marie Baumann) и гибриды *Rosa persica* Michx. ex J.F. Gmel. (Eyeconic).

Подготовку эксплантов, введение их в культуру *in vitro* и культивирование производили в стерильных условиях согласно методикам, принятым в лаборатории биотехнологии ГБС РАН [5]. В качестве инициальных эксплантов использовали изолированные апексы размером 0,3-0,6 мм, изолируемые из апикальных и латеральных почек в период активного роста. На этапе стерилизации использовали раствор фунгицида системного действия «Чистоцвет», 70 % этанол (C_2H_5O), 5% раствор гипохлорита натрия ($NaOCl$) в экспозициях 7, 9 и 12 мин. Через 15-20 суток проводился учёт жизнеспособных эксплантов.

На стадии микроразмножения изучали влияние минерального состава питательных сред Murashige and Skoog (MS) [6], Quoirin and Lepoivre (QL) [7], Woody Plant Medium (WPM) [8] и углеводного питания на регенерацию микропобегов *in vitro*. В качестве источника углеводного питания использовали глюкозу и сахарозу (30 мг/л). Для предотвращения фенольной экссудации в данном исследовании добавляли

аскорбиновую кислоту (100 мг/л). Через 20 суток проводили измерение высоты микропобегов и расчет коэффициента размножения. Регенеранты культивировали на питательной среде MS, содержащей 6-бензиламинопурин (6-BAР) в концентрации 0,5 мг/л. Субкультивирование эксплантов осуществляли через 3-4 недели. В условиях лаборатории микропобеги роз выращивали при освещении (2000 лк) и фотопериоде 16/8 ч., при температуре 23-25 °С и влажности 70 %. Обработку полученных данных проводили по общепринятым методам статистического анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2010.

Результаты и обсуждение

Известно, что индукция морфогенеза и пути реализации морфогенетического потенциала у растений зависят от происхождения, типа исходного экспланта, состава питательной среды и условий культивирования [9]. Стерилизация является одним из самых сложных этапов при разработке биотехнологических приёмов размножения древесных растений. Это связано, прежде всего, с высокой степенью зараженности исходного материала.

В процессе изучения влияния различных сроков отбора и введения в условия *in vitro* эксплантов было установлено, что наиболее успешное получение стерильной культуры роз наблюдали в период начала активного роста побегов (апрель-май).

При изучении влияния различных экспозиций гипохлорита натрия на процесс обеззараживания меристем роз было выявлено, что экспозиции 7 мин было недостаточно для получения асептических эксплантов роз сортов Hope for Humanity, Acropolis, Prosperity, Heavenly Pink. При 9-минутной экспозиции наблюдали наибольшее количество жизнеспособных эксплантов. Тогда как при экспозиции 12 мин происходило значительное повреждение растительных тканей, что приводило к частичной гибели эксплантов (рис. 1).

Максимально количество жизнеспособных эксплантов было получено у шраба Hope For Humanity, флорибунды Acropolis и мускусного гибрида Heavenly Pink.

Экспланты начинали развиваться на 4-7 сутки культивирования. Через 6 недель в основании эксплантов образовались адвентивные почки, которые впоследствии развивались в микропобеги. Ряд авторов [3] отмечает, что при культивировании *in vitro* *Rosa* L. существует проблема гибели большого количества эксплантов на стадии инициации из-за фенольных соединений, ингибирующих деление и рост клеток. Для снижения отрицательного воздействия на развитие регенерантов целесообразно добавлять в питательную среду антиоксиданты (аскорбиновую, лимонную кислоты), сорбенты (поливинилпирролидон, активированный уголь), снижать освещенность до 500 кл и уменьшать период беспересадочного культивирования в 2 раза [10].

Одним из основных факторов, влияющим на процессы морфогенеза и интенсивность микроразмножения в культуре *in vitro*, являются минеральные основы питательных сред.

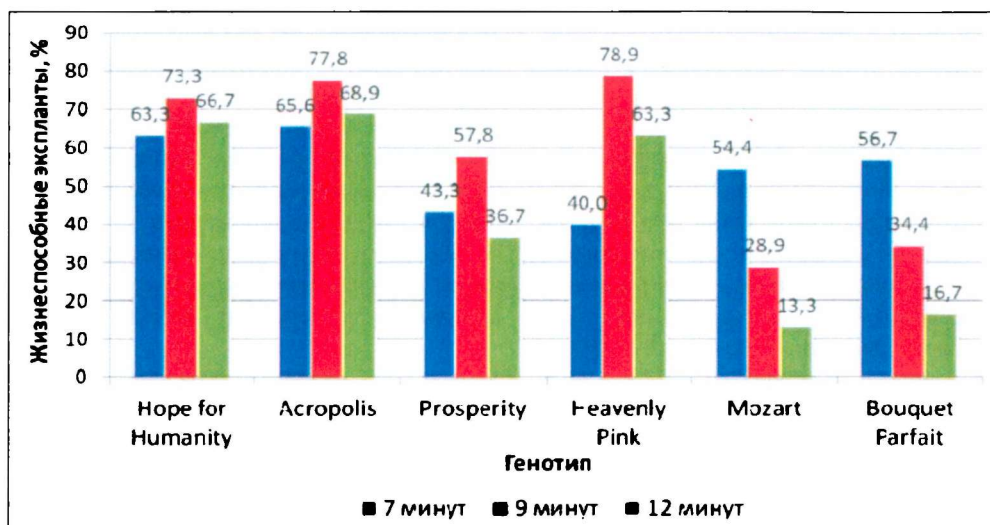


Рис. 1. Влияние режимов стерилизации на жизнеспособность эксплантов роз, $HCP_{05} = 3,15$

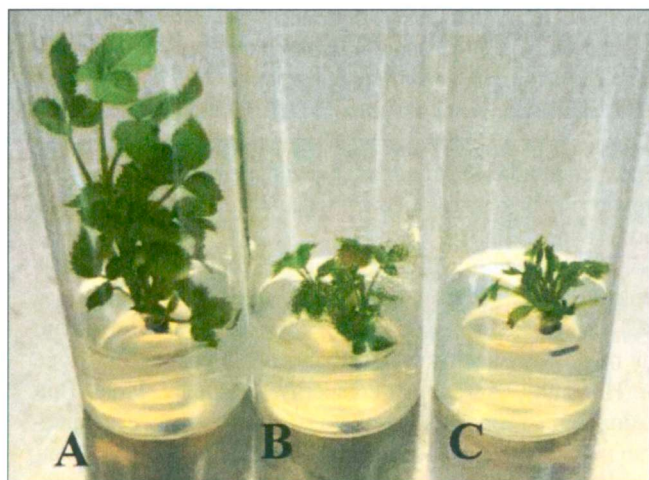


Рис. 2. Формирование адвентивных микропобегов у сорта Rosarium Uetersen на питательных средах MS (A), WPM (B), QL (C)

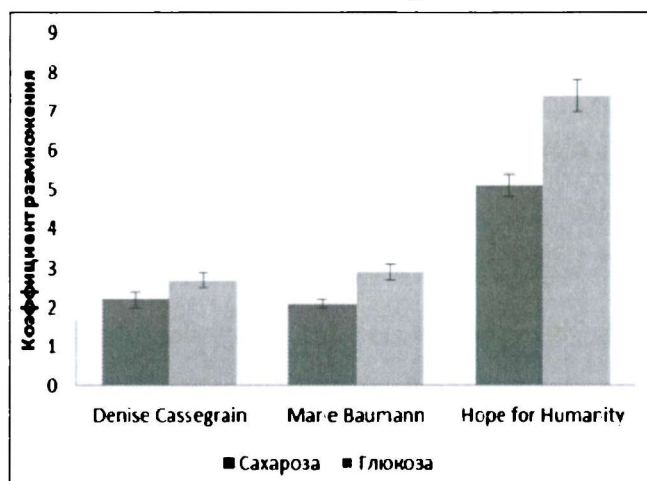


Рис. 3. Влияние типа углевода на коэффициент размножения роз

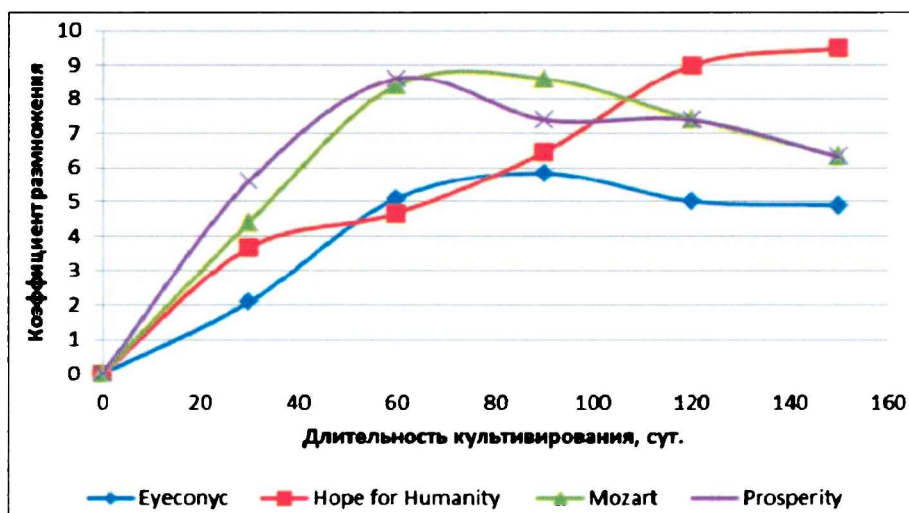


Рис. 4. Влияние длительности культивирования на коэффициент размножения некоторых сортов роз

Таблица 1. Влияние минерального состава питательной среды на высоту побегов и коэффициент размножения микропобегов роз

| Сорт | Высота микропобегов, см | | | Коэффициент размножения | | |
|-------------------|-------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|
| | MS (контроль) | QL | WPM | MS (контроль) | QL | WPM |
| Prosperity | 2,4 ± 0,3 | 1,8 ± 0,2 | 1,4 ± 0,1 | 6,2 ± 0,4 | 4,4 ± 0,2 | 4,1 ± 0,1 |
| Red Eden Rose | 2,6±0,2 | 1,9±0,1 | 1,8±0,1 | 5,6±0,4 | 4±0,3 | 3,3±0,2 |
| Rosarium Uetersen | 2,8±0,1 | 2,1±0,1 | 1,7±0,1 | 5,2±0,3 | 2,7±0,2 | 2,8±0,2 |

Сравнительный анализ влияния различных минеральных основ на высоту микропобегов показал, что на питательной среде MS этот показатель достигал наибольшего значения у всех исследуемых генотипов. Разница между сортами оказалась несущественной (табл. 1).

При сравнении коэффициента размножения на питательных средах с разным минеральным составом максимальный коэффициент размножения и лучшее развитие микропобегов наблюдали при культивировании регенерантов на питательной среде MS. При этом коэффициент размножения варьировал средне (рис. 2).

По нашим наблюдениям, все изучаемые сорта роз лучше размножаются на питательной среде с минеральной основой MS, поэтому данную основу применяли в дальнейших исследованиях.

Наиболее распространенным источником углевода для культивирования растений *in vitro* является сахароза (2-5%) [11]. Однако некоторые исследования показывают, что различные углеводы могут оказывать неоднородное влияние на морфогенез тканей, что обуславливает необходимость оценки их индивидуальных эффектов для каждого таксона [12-13]. Было изучено влияние источника углевода на регенерационный потенциал микропобегов сортов Marie Baumann, Denise Cassegrain, Hope for Humanity (рис. 3).

Использование в качестве источника углеводного питания глюкозы существенно влияло на повышение коэффициента размножения всех изученных сортов роз. Канадский шраб Hope for Humanity характеризовался наибольшей отзывчивостью на изменение типа углеводного питания по сравнению с другими сортами (коэффициент размножения составил 7,4±0,4). Динамика развития регенерантов сортов Denise Cassegrain и Marie Baumann оставалась на одном уровне, коэффициенты размножения составили, соответственно, 2,7±0,2 и 2,9±0,2.

В исследованиях некоторых авторов установлено, что коэффициент размножения в значительной степени зависит от числа субкультивирований. Продолжительность пассажа на каждом этапе также следует корректировать в зависимости от биологических особенностей культуры [14]. Полученные данные по динамике изменения коэффициента размножения представлены на рис. 4.

Из графика видно, что сорт Еуесопус достигал максимального коэффициента размножения после 3-его субкультивирования (5,8±0,2). Дальнейшие пересадки приводили к уменьшению этого показателя. Для сорта Еуесопус требуется увеличить продолжительность пассажей, так как отличительной

особенностью данного сорта является медленный рост микропобегов. Данный сорт относится к гибридам персидской розы, для которой характерно частое оводнение, приводящее к аномальному росту микропобегов [15]. Регенеранты Еуесопус характеризовались самым низким коэффициентом размножения (5,8±0,3). Сорта Mozart и Prosperity, принадлежащие к одной группе мускусных роз, показали схожие результаты: максимальный коэффициент размножения (8,6±0,5 и 7,4±0,4 соответственно) наблюдали к 2-ому и 3-ему пассажам. Дальнейшее культивирование приводило к снижению показателя. Наилучшие результаты были получены при культивировании сорта Hope for Humanity, относящегося к группе шрабов. Коэффициент размножения продолжал расти до 5-ого пассажа и составил 9,5±0,3. Для данного сорта целесообразно увеличить количество пассажей с целью получения большего количества микропобегов.

Выводы

В ходе проведенного исследования были выявлены особенности получения стерильных эксплантов у сортов роз разных садовых групп. Оптимальной была последовательная стерилизация эксплантов фунгицидом «Чистощет», 70%-ным этанолом и 5% раствором гипохлорита натрия в течении 7-9 минут. На этапе собственно микроразмножения наиболее оптимальной питательной средой для культивирования *in vitro* оказалась среда MS, содержащая 0,5 мг/л 6-BAР, 30 мг/л глюкозы и 100 мг/л аскорбиновой кислоты. При замене сахарозы на глюкозу (3%) наблюдали увеличение коэффициента размножения всех исследуемых сортов роз. Полученные результаты показали, что в процессе культивирования *in vitro* у всех изучаемых сортов наблюдалось увеличение коэффициента размножения до определенного предела, который был близок к биологическому оптимуму определенного сорта роз. Самым низким коэффициентом размножения и медленным темпом роста характеризовался сорт Еуесопус – гибрид персидской розы. Максимальный морфогенетический потенциал отмечен у сортов, относящихся к группе шрабов. При сравнении регенерации разных генотипов роз в процессе культивирования следует отметить, что лучшее развитие микропобегов и более высокий коэффициент размножения наблюдали у сорта Hope for Humanity (9,5±0,3)

*Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН
(№118021490111-5).*

Список литературы

1. Khosh-Khui M. Biotechnology of scented Roses: a review // International Journal of Horticultural Science and Technology. 2014. Vol. 1, № 1. Pp. 1–20.
2. Nariman A., Salama K., Abouseada M. Improvement of production and quality of Al-Taif Rose via tissue culture techniques. Adv. Scholar Med. 2011. № 3. Pp. 22–25.
3. Pati P.K., Rath S.P., Sharma M., Sood A., Ahuja P.S. *In vitro* propagation of rose – a review // Biotechnology Advances. 2006. № 24. Pp. 94–114.
4. Muiruri S. N., Mweu C.M., Nyende A.B. Micropropagation protocols using nodal explants of selected Rose (*Rosa Hybrida*) cultivars // African Journ. Hort. Sci. 2011. Vol. 4, № 1. Pp. 60–65.
5. Molkanova O.I., Egorova D.A., Mitrofanova I.V. Preservation characteristics of valuable plant species in *in vitro* genebanks at russian botanical gardens // In Vitro. Cellular & Developmental Biology. 2018. № 54. Pp. 546–547.
6. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // Physiologia Plantarum. 1962. Vol. 15, № 3. Pp. 473–497.
7. Quoirin M., Lepoivre P. Improved media for *in vitro* culture of *Prunus* sp. // Acta Hort. 1977. Vol. 78. Pp. 437–44.
8. McCown B.H., Lloyd G. Woody Plant Medium (WPM) – a mineral nutrient formulation for microculture of woody plant species // Hort. Sci. 1981. № 16. Pp. 453–453.
9. Митрофанова И.В., Митрофанова О.В., Кузьмина Т.Н. и др. Регенерация *Lamium glaberrimum* (K. Koch) Taliev через прямой и непрямой органогенез *in vitro* // Бюл. Гос. Никитского ботан. сада. 2018. № 129. С.23–29.
10. Nishchal N., Mir H., Rani R., Pal A.K. Effect of antioxidants in controlling phenol exudation in micropropagation of Litchi cv. Purbi // Cur. Journ. Applied Sci. and Technology. 2018. № 31. Pp.1–7.
11. Swamy M.K., Sudipta K.M., Balasubramanya S., Anuradha M. 2010. Effect of different carbon sources on *in vitro* morphogenetic response of patchouli (*Pogostemon Cablin* Benth.) // Journ. Phytology. 2011. Vol. 2, № 8. Pp. 11–17.
12. Егорова Н. А., Ставцева И. В. Микроразмножение сортов эфиромасличной розы в культуре *in vitro* // Вестн. Удмуртск. гос. Ун-та, Сер. «Биология. Науки о Земле». 2016. № 2. С. 45–52.
13. Santana J.R.F.d., Paiva R., Souza A.V.d., Oliveira L.M.D. Effect of different carbon sources on the *in vitro* multiplication of *Annona* sp. // Ciência e Agrotecnologia. 2011. Vol. 35, № 3. Pp. 487–493.
14. Муратова С.А., Шорников Д.Г., Янковская М.Б. Биотехнологические методы размножения ягодных культур. Мичуринск-накоград, 2008. 69 с.
15. Jafarkhani-Kermani M., Khosravi P., Kavand S. Optimizing *in vitro* propagation of *Rosa persica* // Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2010. Vol. 1, № 1. Pp. 44–51.
1. Khosh-Khui M. Biotechnology of scented Roses: a review // Intern. Journ. Hort. Sci. and Technology. 2014. Vol. 1, № 1. Pp. 1–20.
2. Nariman A., Salama K., Abouseada M. Improvement of production and quality of Al-Taif Rose via tissue culture techniques. // Adv. Scholar Med. 2011. № 3. Pp. 22–25.
3. Pati P.K., Rath S.P., Sharma M., Sood A., Ahuja P.S. *In vitro* propagation of rose – a review // Biotechnology Advances. 2006. № 24. Pp. 94–114.
4. Muiruri S. N., Mweu C.M., Nyende A.B. Micropropagation protocols using nodal explants of selected Rose (*Rosa Hybrida*) cultivars // Afric. Journ. Hort. Sci. 2011. Vol. 4, № 1. Pp. 60–65.
5. Molkanova O.I., Egorova D.A., Mitrofanova I.V. Preservation characteristics of valuable plant species in *in vitro* genebanks at russian botanical gardens // In Vitro. Cellular & Developmental Biology. 2018. № 54. Pp. 546–547.
6. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // Physiologia Plantarum. 1962. Vol. 15, №3. Pp. 473–497.
7. Quoirin M., Lepoivre P. Improved media for *in vitro* culture of *Prunus* sp. // Acta Hort. 1977. Vol. 78. Pp. 437–44.
8. McCown B.H., Lloyd G. Woody Plant Medium (WPM) – a mineral nutrient formulation for microculture of woody plant species // Hort. Sci. 1981. № 16. Pp. 453–453.
9. Mitrofanova I.V., Mitrofanova O.V., Kuzmina T.N. et al. Regeneratsiya *Lamium glaberrimum* (K. Koch) Taliev cherez pryamoy i nepryamoy organogenez *in vitro* [Regeneration of *Lamium glaberrimum* (K. Koch) Taliev through direct and indirect organogenesis *in vitro*] // Byul. Gos. Nikitskogo botan. sada [Bul. State Nikitsky Botan. Garden]. 2018. № 129. Pp.23–29.
10. Nishchal N., Mir H., Rani R., Pal A.K. Effect of antioxidants in controlling phenol exudation in micropropagation of Litchi cv. Purbi // Cur. Journ. Applied Sci. and Technology. 2018. № 31. Pp.1–7.
11. Swamy M.K., Sudipta K.M., Balasubramanya S., Anuradha M. 2010. Effect of different carbon sources on *in vitro* morphogenetic response of patchouli (*Pogostemon Cablin* Benth.) // Journ. Phytology. 2011. Vol. 2, № 8. Pp. 11–17.
12. Yegorova N. A., Stavtseva I. V. Mikrorazmnozhenie sortov efiro-maslichnoy rozy v kulture *in vitro* [Micropropagation of essential oil roses varieties *in vitro*] // Vestnik Udmurtskogo Universiteta. Ser. «Biologiya. Nauki o Zemle» [Bul. Udmurt. University. Ser. "Biology. Earth Sciences."]. 2016. № 2. Pp. 45–52.
13. Santana J.R.F.d., Paiva R., Souza A.V.d., Oliveira L.M.D. Effect of different carbon sources on the *in vitro* multiplication of *Annona* sp. // Ciência e Agrotecnologia. 2011. Vol. 35, №3. Pp. 487–493.
14. Muratova S.A., Shornikov D.G., Yankovskaya M.B. Biotekhnologicheskie metody razmnozheniya yagodnykh kultur [Biotechnological propagation methods of berry crops]. Michurinsk-naukograd [Publishing House: «Michurinsk-naukograd»], 2008. 69 p.
15. Jafarkhani-Kermani M., Khosravi P., Kavand S. Optimizing *in vitro* propagation of *Rosa persica* // Iranian Journ. Genetics and Plant Breeding. 2010. Vol. 1, № 1. Pp. 44–51.

References

Информация об авторах

Соболева Е.В., мл.н.с.

E-mail: 9030096237@mail.ru

Егорова Дарья Александровна, мл.н.с.

E-mail: dariaegor11@gmail.com

Молканова Ольга Ивановна, канд. с.-х. наук, вед.н.с.

E-mail: molkanova@mail.ru

Федеральное Государственное бюджетное учреждение науки
Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН»

127276. Российская Федерация, Москва, Ботаническая ул., 4

Information about the authors

Soboleva E.V., Junior Researcher

E-mail: 9030096237@mail.ru

Egorova Darja Aleksandrovna, Junior Researcher

E-mail: dariaegor11@gmail.com

Molkanova Olga Ivanovna, Cand. Sc. Biol., Leading Researcher

E-mail: molkanova@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main
Botanical Garden RAS

127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya str., 4

В.В. Кондратьева

канд. биол. наук, ст.н.с.

М.В. Семёнова

канд. биол. наук, н.с.

Л.С. Олехнович

мл.н.с.

Т.В. Воронкова

канд. биол. наук, ст.н.с.

О.В. Шелепова

канд. биол. наук, ст. н. с.

О.Л. Енина

инженер

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Главный ботанический сад

им. Н.В. Цицина РАН

Физиологические аспекты старения и сохранения декоративных качеств срезанных генеративных побегов

Дан обзор работ по изучению физиологии старения срезанного генеративного побега декоративных травянистых растений и роз, проводившихся в ГБС им. Н.В. Цицина РАН на протяжении шестидесяти лет. Обобщены основные результаты работ по эффективным способам хранения срезанных цветов в условиях низких положительных температур, подбору веществ для протекторных растворов, даны физиолого-биохимические критерии оценки старения тканей околоцветника срезанного цветка в период отсутствия визуальных признаков деградации растительных тканей. Обсуждается роль фитогормонов в инициации и развитии процессов старения у срезанного генеративного побега. Анализируется действие досветки узкоспектральным светом на выгоночные растения и сохранение их декоративных качеств в срезке без применения протекторных растворов.

Ключевые слова: способы хранения срезанных цветов, протекторные растворы, узкоспектральный свет, фитогормоны, старение.

V.V. Kondrat'eva

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

M.V. Semenova

Cand. Sci. Biol., Researcher

L.S. Olecknovich

Junior Researcher

T.V. Voronkova

Cand. Sci Biol., Senior Researcher

O.V. Shelepova

Cand. Sci Biol., Senior Researcher

O.L. Enina

Engineer

Tsitsin Main Botanical Garden o Russian Academy
of Sciences, Moscow

Physiological aspects of aging and preservation of decorative qualities of cut-of generative escapes

Studies review on the aging physiology of a cut generative shoot of ornamental herbaceous plants and roses, conducted in the Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences for sixty years, was done. The main results of the work on effective methods for storage cut flowers in conditions of low positive temperatures, substances for tread solutions are summarized. Physiological and biochemical criteria for assessing the aging of perianth tissues of a cut flower in the absence of visual signs of degradation of plant tissues are given. The role of phytohormones in the initiation and development of aging processes in a cut generative shoot is discussed. The effect of illumination by narrow-spectrum light on forcing plants and the preservation of their cut escape decorative qualities without the use of tread solutions was analyzed.

Keywords: storage methods for cut flowers tread solutions, narrow-spectrum light, phytohormones, aging.

В Главном ботаническом саду им Н.В. Цицина РАН на протяжении нескольких десятилетий ведутся работы по изучению физиологии старения, сохранения декоративности и продолжительности хранения срезанных генеративных побегов.

Процесс старения растения связан с постепенным истощением энергетических и материальных ресурсов. Идет медленное накопление функциональных и структурных нарушений, как в отдельных метамерах, так и в целом организме. Сущность старения растения может рассматриваться как постепенное затухание корнелистовой функциональной корреляции, т.к. общий уровень жизнеспособности растения определяется активностью обмена продуктами метаболизма корней и листьев [1]. Резкое нарушение этой связи при срезке генеративного побега во многом определяет ход его дальнейшего развития.

Срезанный генеративный побег – это сложная система органов, связанных в единое целое метаболическими процессами, нарушение которых в одном органе может привести к гибели всего срезанного побега. После срезки побег проходит две различные по физиологии стадии развития: на первой необходимо добиться полного раскрытия бутона, а на второй задержать старение и увядание цветков. Необходимо точно определить у каждого вида растения оптимальную фазу развития цветка в момент срезки, особенно если предполагается длительное хранение в условиях низких положительных температур. От стадии развития цветка зависит интенсивность дыхания, водный баланс растения, синтез и действие этилена в его тканях во время хранения. Кроме того, нужно создать условия, блокирующие жизнедеятельность микроорганизмов, снижающие потерю влагонасыщенности тканей лепестков и листьев, что в итоге позволит сохранить декоративность побега.

Старение срезанного генеративного побега можно рассматривать как двухфазный процесс: сначала повреждаются системы утилизации энергии, а затем системы ее продуцирования [2]. Первая фаза характеризуется началом интенсивного распада белков, изменением структуры мембран тканей лепестков. Продолжается активный рост метамеров цветка, что ведет к его полному раскрытию. Визуальные признаки старения отсутствуют. Во вторую фазу развиваются процессы гидролиза белков и углеводов, перекисное окисление липидов и, как следствие, нарушение целостности мембран, увеличение выхода ионов калия, натрия, молекул воды, нарушения компартментации ферментов и других вторичных метаболитов. Изменяется интенсивность дыхания, которое во многом зависит от наличия в клетке энергетических субстратов, в основном углеводов. В эту фазу четко проявляются визуальные признаки старения венчика: изменение окраски, инфильтрация и скручивание края лепестков, частичная или полная потеря тургора тканей.

Регуляция и индукция старения у растений тесно связаны с гормональным фактором [1]. Наиболее сильное и быстрое влияние на процессы деструкции растительных тканей оказывает этилен [3], наряду с этим важно

соотношение и взаимодействие отдельных фитогормонов в каждой части срезанного генеративного побега. Внешние симптомы действия этилена не одинаковы у различных видов растений. Чувствительность к этому фитогормону также различается по видам и сортам растений и возрастает по мере старения тканей цветка [4]. Действие этилена блокирует азотнокислое серебро в сочетании с тисульфатом натрия. Ионы серебра являются конкурентами экзогенного и эндогенного этилена по рецепторам и подавляют его самокатализ [3]. Кроме того, блокировать синтез этого гормона могут ионы кобальта, ингибируя превращение метионина в этилен [5]. На степень чувствительности тканей срезанного генеративного побега к этилену существенно влияют условия окружающей среды: высокая температура, водный режим, движение воздуха. Наиболее чувствительны к этому лепестки, особенно после опыления цветка.

Срезанный генеративный побег испытывает стрессовые воздействия. Кроме механических повреждений, меняется водный режим, снижается тургор тканей околоцветника, снабжение метамеров побега энергетическими субстратами и минеральными компонентами. Уменьшается активность инвертазы, ухудшается гидролиз сахарозы и крахмала, что приводит к дефициту энергосубстратов и в итоге не раскрытию и опадению бутонов. [6]. Кроме того, водный стресс вызывает изменения в фосфолипидном слое мембран, меняется их избирательная проницаемость для ионов и молекул воды, нарушается гомеостаз клеток, образуются активные формы кислорода и свободные радикалы. Все это приводит к деградации тканей и быстрому увяданию цветков [7]. Основным энергетическим субстратом в тканях лепестков являются редуцирующие сахара и сахароза. Уровень этих веществ снижается по мере старения тканей. В срезанном побеге снижение поступления сахаров к тканям лепестков компенсирует экзогенная сахароза. В составе протекторных растворов она влияет на биохимические и физиологические процессы, происходящие в срезанном генеративном побеге при его старении: стабилизирует структуру фосфолипидного слоя мембран, снижая таким образом разрушительное действие этилена и свободных радикалов [3]. В итоге улучшается водный баланс тканей срезанного побега, сохраняется тургор тканей лепестков. Защитная функция сахарозы на структуру клеточных мембран, проявляется и при действии низких положительных температур [8]. Благодаря сохранению избирательной проницаемости мембран клеток сохраняется водоудерживающая способность тканей, оптимальный тургор лепестков и, как следствие, декоративные качества цветка. Однако, водонасыщенность тканей срезанного побега определяется не только водоудерживающей способностью тканей, но и соотношением поглощенной воды и ее транспирацией, условиями транспорта воды по стеблю. При срезке генеративного побега нарушается непрерывный столб воды в тканях ксилемы и прекращается поступление воды из корневой системы. Кроме воздушной эмболии в сосудах срезанного стебля сопротивление току воды могут оказывать колонии микроорганизмов

и накопление токсичных продуктов их жизнедеятельности. Кроме этого ксилемные элементы блокируются продуктами окисления клеточной стенки. Это конгломераты веществ белковой и углеводной природы, образовавшиеся после разрушения целлюлозы. Блокировать или замедлять этот процесс можно добавлением в протекторный раствор лимонной, борной или аскорбиновой кислоты [4]. Эти вещества также оказывают и бактерицидное действие. Наряду с этим развитию микроорганизмов в сосудах ксилемы препятствует азотнокислое серебро.

Водонасыщенность тканей срезанного генеративного побега существенно меняется в течение его жизни. Интенсивность поглощения воды срезанным побегом определяется по изменению его сырого веса, который вначале повышается, а затем начинает падать. После этого быстро теряется тургор лепестков цветка и он увядает. Водный баланс как срезанного генеративного побега в целом, так и отдельных его тканей существенно влияет на процесс старения и декоративные качества цветков и соцветий, часто является решающим фактором, определяющим продолжительность жизни срезанного генеративного побега [9].

Таким образом, при разработке препаратов, сохраняющих декоративные качества цветка необходимо учитывать три основных фактора ведущих к раннему увяданию: истощение энергетических субстратов, закупорка сосудов ксилемы колониями микроорганизмов и продуктами окисления клеточной стенки, а также негативное влияние эндогенного и экзогенного этилена.

Необходимой составной частью растворов является вода. В наших опытах для получения сравнимых результатов мы использовали дистиллированную воду. Водопроводная вода может быть использована для растворов препаратов, но необходимо предварительно проверить ее качество. Существенное значение имеет кислотность воды ($\text{pH}=3-4$), общая концентрация солей, присутствие токсичных ионов.

Обязательной составной частью препаратов является сахароза, которая улучшает водный баланс тканей лепестков, выполняет защитную функцию для клеточных мембран, является основным источником энергосубстратов (глюкозы, фруктозы) для митохондрий.

Улучшению осмотического потенциала клеток лепестков способствует сернокислый алюминий. Это вещество снижает pH клеточного сока клеток лепестков и стабилизирует их окраску. Ионы алюминия уменьшают транспирацию, вызывая закрытие устьиц. В качестве бактерицидного вещества часто применяют азотнокислое серебро в сочетании с тиосульфатом натрия. Ионы серебра малоподвижны и в хлорированной воде образуют нерастворимые соли. Комплекс тиосульфата серебра хорошо перемещается по сосудам ксилемы и кроме бактерицидного обладает и антиэтиленовым действием. Наряду с этим синтез этилена блокирует сернокислый кобальт.

Для регуляции кислотности раствора в состав препаратов включают органические кислоты. Наиболее часто используют лимонную кислоту. Она препятствует не только развитию бактерий в сосудах ксилемы, но и окислению

клеточных стенок проводящей системы. Применяют также борную и янтарную кислоты.

Первые растворы для сохранения декоративных качеств срезанных цветов в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина были подобраны для георгинов, тюльпанов и душистого горошка [10]. Предварительно изучался водный режим, интенсивность дыхания, динамика содержания азота в тканях цветков этих растений [11-13]. Для тюльпанов оптимальным был шестипроцентный раствор сахарозы, для георгинов раствор следующего состава: сахароза 5%, сернокислый алюминий 0,075%, сернокислое железо (закисное) 0,07%, гипохлорит кальция 0,03%; для душистого горошка – раствор, состоящий из сахарозы, 6% и борной кислоты, 0,075%.

Изучение физиолого-анатомических особенностей срезанного генеративного побега продолжилось в работах Бондаре И.А. [14]. Были проанализированы особенности водного режима, интенсивности дыхания, изменения содержания свободных сахаров и активности инвертазы в процессе увядания срезанных роз, гербер, и ремонтантной гвоздики группы Сим, а также анатомические особенности проводящих пучков цветоносов герберы, определены причины сгибания стебля этого растения. На основе проведенных исследований разработан препарат «Nora», сохраняющий декоративные качества гвоздик до 17-20 дней, почти в три раза увеличивающий декоративность срезанных соцветий герберы и в два раза – срезанных побегов роз, по сравнению с растениями, помещаемыми в воду. На этот препарат был получен патент и разработана технологическая документация для его производства [15-17].

В восьмидесятых годах проводились исследования длительного (3-4 недели) хранения срезанных генеративных побегов в условиях низких положительных температур. Для работы использовали срезанные побеги луковичных (тюльпаны, нарциссы) и клубнелуковичных (кисфиумы и гладиолусы) растений.

Даже при самых оптимальных условиях хранения процессы старения в тканях срезанных побегов, находившихся в течение нескольких недель в холодной камере, идут быстрее, чем у свежесрезанных. Низкая положительная температура ($2-3^{\circ}\text{C}$), импульсные обработки протекторными растворами могут только замедлить, но не остановить деструктивные процессы в тканях срезанных цветов [7]. Предварительно были составлены препараты, используемые при хранении срезанных растений при температуре $+20-22^{\circ}\text{C}$ и проверено их действие на изучаемые растения (табл. 1). Из 12 вариантов отобрали три лучших (варианты 5, 10, 11). Критериями оценки того или иного препарата была продолжительность сохранения декоративных качеств цветка, раскрытия бутонов (у гладиолусов) и, тесно связанный с ними показатель водонасыщенности тканей, масса генеративного побега. Наряду с этим были подобраны препараты для импульсной (24 часа) обработки растений перед хранением. Для каждого вида растений применяли от трех до пяти способов хранения: сухое, в воде, в протекторном растворе и сухое или в воде с предварительной импульсной обработкой. Эффективность

Таблица 1. Эффективность протекторных растворов для сохранения срезанных цветов при комнатной температуре

| Состав смесей протекторного раствора на 1 л дистиллированной воды | Число дней, когда оценка цветка была 5 баллов (среднее из 15 растений) | | | |
|--|--|----------|----------|----------|
| | Гладиолус (первый цветок) | ксифиум | нарцисс | Тюльпан |
| 1. Сахароза 60 г | 2,3±0,2 | 2,1±0,1 | 5,1±0,15 | 6,1±0,3 |
| 2. Сахароза 40 г | 3,1±0,1 | 3,0±0,15 | 5,2±0,12 | 6,0±0,1 |
| 3. Сахароза 20 г | 3,3±0,1 | 3,2±0,1 | 5,0±0,1 | 5,2±0,15 |
| 4. Борная к-та, 500 мг Сахароза 60 г | 3,4±0,30 | 2,2±0,12 | 4,1±0,2 | 5,0±0,2 |
| 5. Сернистый алюминий 500 мг Сернистое железо 10 мг Сахароза 20 г | 6,0±0,2 | 3,1±0,1 | 3,4±0,1 | - |
| 6. Азотнокислое серебро 30 мг 8-ортооксихинолин цитрат 300 мг сернистый алюминий 500 мг Сахароза 20 г | 4,1±0,3 | 3,0±0,1 | 3,2±0,15 | |
| 7. Азотнокислое серебро 50 мг Тиосульфат натрия 100 мг Сахароза 40 г | 4,6±0,3 | | | |
| 8. БАП 30 мг Сахароза 20 г | 4,3±0,1 | 3,2±0,25 | 4,0±0,18 | |
| 9. Сернистый цинк 30 мг Тиосульфат натрия 50 мг Сахароза 20 г | 5,1±0,15 | 3,2±0,25 | 4,0±0,18 | |
| 10. Сернистый кобальт 30 мг Тиосульфат натрия 50 мг Сахароза 40 г | 6,1±0,1 | 5,0±0,15 | 4,8±0,1 | |
| 11. Лимонная к-та 200 мг Сахароза 40 г | 5,5±0,2 | 5,5±0,1 | 5,0±0,2 | |
| 12. Янтарная к-та 200 мг Сахароза 40 г | 3,0±0,3 | 3,1±0,25 | 3,4±0,2 | |

каждого варианта хранения оценивали по ряду физиолого-биохимических показателей жизнеспособности растительных тканей. Среди показателей старения растительной ткани было выделено состояние тканей околоцветника, так как в первую очередь эта часть цветка определяет декоративные качества всего побега. Проведены анализы содержания редуцирующих сахаров, состояния мембран клеток, изменение баланса фитогормонов. Водонасыщенность ткани определяли для всего генеративного побега (общий вес побега).

Наиболее эффективными способами хранения в условиях низких положительных температур были сухое хранение с импульсной обработкой (для тюльпанов и нарциссов) и хранение в протекторных растворах предложенных препаратов для гладиолусов и ксифиумов.

Используемые вещества в условиях низких положительных температур способствовали поддержанию водного баланса срезанных растений. Это предотвращало

наступление водного дефицита, который крайне отрицательно влияет на структуру клеточных мембран и нарушает их избирательную проницаемость. Лимонная кислота, соли кобальта, алюминия, железа, тиосульфат натрия создают благоприятные условия для продвижения воды по сосудам силемы, препятствуя окислению клеточной стенки и развитию в проводящей системе побега патогенных микроорганизмов. Этим же целям служит применение солей серебра. Кроме того, ионы серебра блокируют рецепторы этилена, снижая чувствительность тканей к этому фитогормону.

После окончания холодного периода цветки на побегах нарциссов и ксифиумов, хранившихся в растворах лимонной кислоты и сахарозы в течение 3-5 дней сохраняли декоративные качества, в растворе сульфата кобальта, тиосульфата натрия и сахарозы цветки гладиолусов и ксифиумов имели яркую окраску и хороший тургор в течение 4-5 дней. Генеративные побеги гладиолуса хорошо

сохранялись в растворе, включающем соли алюминия, закисного железа и сахарозы. Бутоны на соцветиях этого растения раскрывались почти также хорошо, как и у срезанного побега. Водонасыщенность тканей генеративных побегов, хранившихся в растворах препаратов, была выше, чем при сухом хранении после окончания холодного периода. Содержание редуцирующих сахаров в тканях околоцветника всех растений увеличивается в первые семь дней хранения независимо от способа хранения в результате гидролиза сахарозы. Заметно изменяется гормональный статус околоцветника побегов, хранившихся в протекторном растворе при холодном хранении. Уровень абсцизовой кислоты (АБК) в тканях всех видов растений был значительно ниже, чем при сухом хранении, его подъем отмечен только к концу опыта. Но и тогда визуальные признаки старения отсутствовали. Существенно повлияли протекторные растворы на содержание цитокининов в тканях околоцветника, почти на неделю замедлив падение их уровня у ксифиумов и гладиолусов, но на содержание этих фитогормонов в тканях тюльпанов и нарциссов влияние было незначительным.

Таким образом, хранение срезанных генеративных побегов в растворах предложенных препаратов в условиях низких положительных температур на 1-3 недели замедлило начало необратимых деструктивных процессов в тканях околоцветника, воздействуя на гормональный баланс, стабилизируя мембраны клеток, способствуя насыщению водой тканей цветка. В конечном итоге срезанные генеративные побеги после окончания холодного периода хранения в течение 3-6 дней сохраняли хорошие декоративные качества [18].

В 90-е годы особое внимание уделяли изменению гормонального статуса тканей околоцветника и влиянию протекторного раствора на развитие деструктивных процессов под воздействием экзогенных фитогормонов. [19-21]. В качестве дополнительных объектов были взяты лизиантус, лилейник и ирис гибридный. Исследование проводили на одиночных цветках. Одиночные срезанные цветки могут служить удачной моделью для изучения возрастных изменений растительных тканей, так как проходят все стадии развития от интенсивного роста до деградации клеточных структур за сравнительно короткий период (5-6 дней). Стрессовые воздействия и водный дефицит влияют на ход деструктивных процессов. Водонасыщенность тканей и состояние мембран клеток является важным показателем жизнеспособности того или иного органа растений. Адаптация срезанного растения, переключение метаболических процессов на стрессовые программы осуществляется сигналами гормональной природы. Выявлено замедление деструктивных изменений в тканях околоцветника цветков, помещенных в растворы цитокининов (ЦТК), гибберелинов (ГК) и лимонной кислоты, а также ускорение процессов старения цветков лилейника, лизиантуса, ириса, тюльпана в растворе АБК и брассинолида. После обработки срезанных цветков этих растений раствором 6-бензиламинопурина и сахарозы снизился уровень эндогенной АБК при этом сохранилось высокое содержание

эндогенных цитокининов в тканях околоцветника, избирательная проницаемость мембран их клеток не изменилась, не отмечено падение тургора лепестков и массы цветка по сравнению с растениями в воде [22]. Протекторный раствор позволяет снизить стрессовую нагрузку, что в итоге меняет соотношение гормонов ингибирующего и стимулирующего действия (АБК и ЦТК), которые могут выполнять роль триггера при включении каскада защитных реакций, что позволяет замедлить катаболические процессы в тканях околоцветника и сохранить декоративные качества цветка более длительное время по сравнению с растением, помещенным в воду.

Для срезанных соцветий лизиантуса был разработан препарат (лимонная кислота - 0,02% + сахароза, 2-4%), который на 10-12 дней продлевал жизнь цветков и способствовал 100% раскрытию бутонов (в воде 32%), при этом цветки второго и третьего порядка не отличались от первого. Кроме того, раствор оказывал последствие. Растения 24 часа содержались в нем, а затем перенесенные в воду - на 3-4 дня дольше сохранили декоративные качества.

Интенсивность старения тканей в соцветии, как и у одиночных цветков изменяется при использовании веществ аксиоксидантного, бактерицидного и антиэтиленового действия в сочетании с полифункциональной сахарозой. В срезанном генеративном побеге гладиолуса активация деструктивных процессов коррелирует с изменением соотношения АБК и ЦТК в тканях околоцветника первых трех цветков, тесно связана с нарушением избирательной проницаемости мембран клеток, водонасыщенностью тканей и наличием энергетических субстратов [23]. Протекторный препарат тормозит эти процессы на стадии отсутствия визуальных признаков старения и снижения декоративных качеств цветка, когда только начинается нарушение в структуре мембран клеток, снижается цитокининовая активность, повышается чувствительность тканей к этилену [24, 25]. Срезанные соцветия, помещенные в воду, быстро переходят ко второй фазе старения, характеризующейся необратимыми изменениями в структуре тканей околоцветника и появлением визуальных признаков старения цветка. Возможно, эти процессы связаны с дифференциальной экспрессией генов. Различные сорта и группы декоративных растений имеют специфический, только для них характерный генотип. В связи с этим механизм инициации процессов старения у отдельных сортов может различаться, поэтому и действие протекторного раствора, тормозящего развитие деструктивных изменений растительных тканей (особенно околоцветника) будет неодинаково для всех сортов.

В связи с этим было решено испытать действие протекторного раствора (лимонная кислота + сахароза) на разных сортах и группах выгоночных тюльпанов [26]. Объектами исследования служили сорта тюльпанов группы Триумф: Negrita, Leen van der Mark, White Dream, Attila, Don Quichotte и сорта из группы Дарвиновых гибридов: Fringed Elegans и Pink Impression. Наиболее сильное торможение деструктивных процессов в тканях околоцветника

отмечено у тюльпанов группы Триумф, особенно у сортов Attila и Leen van der Mark. Они сохраняли декоративные качества до 14 дней, т.е. почти как интактные растения (в воде 8 дней). Срезанные генеративные побеги не только активно поглощали раствор (в конце опыта их сырой вес был на 30% выше исходного), но и длительное время могли удерживать влагу, благодаря медленным изменениям в структуре мембран клеток околоцветника. Водонасыщенность их тканей была близка к таковой у интактных растений. Сорта из группы Дарвиновы гибриды слабее реагировали на действие протекторного раствора. Их жизнь в вазе была на 2-3 дня дольше, чем у растений в воде, но на 5-6 дней короче, чем у интактных растений.

Таким образом, продолжительность жизни цветков определяется их сортовыми особенностями, а протекторный раствор помогает реализовать природный жизненный потенциал срезанного побега тюльпана, приближая его жизнеспособность к интактному растению. Препараты для сохранения декоративных качеств срезанных цветков уже на протяжении нескольких десятилетий выпускаются нидерландской фирмой Хризал. В 2011 г мы провели совместный опыт по сохранению декоративных качеств срезанных роз в препаратах, разработанных в ГБС РАН и препаратах фирмы Хризал, а также при использовании различных народных средств. [27]. Раствор препарата лимонной кислоты и сахарозы на 5 дней продлил жизнь срезанных роз в воде, без обновления среза, бутоны полностью раскрылись, издавая легкий аромат. В растворе фирмы Хризал срезанные розы простояли на два дня дольше, раствор эффективно подавлял развитие бактерий.

В последние годы ведется поиск экологически чистых средств воздействия на растения с целью защиты их от болезней, улучшения декоративных качеств и реализации адаптационных возможностей при стрессовых воздействиях. Одним из таких средств является досветка растений узкоспектральным светом с различной длиной волны. Воздействие света является основным фактором роста и развития для большинства растений. Интенсивность, продолжительность и качественный состав света влияют на целый ряд метаболических процессов в тканях растений, определяют сроки развития и цветения генеративных побегов, активацию адаптационного потенциала и защитных реакций растений [28, 29]. Для нашего опыта были взяты выгоночные тюльпаны из группы Триумф сорт Strong Gold. Во время выгонки, начиная со стадии первого листа до стадии появления окрашенных бутонов дополнительно к естественному освещению на 6-8 часов включали досветку светодиодной панелью: синий свет (460 нм) – 25%, красный свет (660 нм) – 59%, инфракрасный (730 нм) – 8% и ультрафиолетовый (360 нм) – 8%. Контроль-растения, выращенные при естественном освещении. Растения, выросшие с дополнительным освещением имели крупные, ярко окрашенные бутоны, длинный стебель без признаков сгибания, их масса, а следовательно и водонасыщенность тканей, была выше, чем у контрольных растений. Биометрические характеристики растений тюльпана определяли и продолжительность сохранения его декоративных

качеств в срезке. Так, и на пятый день нахождения в воде водонасыщенность тканей побега была на 22 % выше исходной (в контроле падение на 3%), размер бутона на 27 % превосходил исходный (контроль на 4 %) и сохранил яркую насыщенную окраску. Декоративные качества 100% растений получили высшую оценку (у контроля только 60%). Аналогичные тенденции сохранения декоративных качеств наблюдались на пятый день в воде и после десятидневного хранения растений при низкой положительной температуре.

Таким образом, использование досветки узкоспектральным светом позволило продлить сохранение декоративных качеств срезанных генеративных побегов тюльпана как свежесрезанных, так и после десяти дней хранения при низкой положительной температуре [30].

В ГБС РАН разработано несколько вариантов препаратов для протекторных растворов. На четыре из них получены авторские свидетельства [15, 16, 17, 31]. Исследования в этой области велись с 60х гг. прошлого века под руководством профессора Верзилова В.Ф. Были защищены три диссертации, по результатам экспериментов разработаны рекомендации по транспортировке и хранению генеративных побегов.

Список литературы

1. Гродзинский Д.М. Старение растений. // Надежность и элементарные события процессов старения биологических объектов. Киев. 1986. С. 12-20.
2. Trippi V.S., Paulin A., Pradet A. Effect of oxygen concentration on the senescence and energy metabolism of carnation flowers // *Physiol. Plant.* 1988. Vol.73, № 3. Pp. 374-379.
3. Leshem Y.Y., Halevy A.H., Frenkel C. Processes and control of plant senescence. Amsterdam. Oxford. New York. Tokio. Elsevier Sci. Publishers. 1986. 215 p.
4. Halevy A.H., Mayak S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2 // *Hortic. Revi.* 1981. Vol.3. Pp. 61-143.
5. Readdy T.V. Mode of action of cobalt extending of vase life of cut rose // *Sc. Hortic.* 1988. Vol.36, № 3/4. Pp. 303-313.
6. Evans R.Y., Reid M.S. Control of petal expansion during diurnal opening of roses // *Acta Hortic.* 1986. № 181. Pp. 55-63.
7. Faragher J.D., Mayak S., Tirosh T. Physiological response of cut rose flowers to cold storage // *Physiol. Plantarum.* 1986. Vol. 67, fasc. 2. Pp. 205-210.
8. Трунова Т.И. Растения и температурный стресс // 64-е ежегодные Тимирязевские чтения, 3 июля 2003. М.: Наука, 2007. 53с.
9. Панфилова О.Ф., Пильшикова Н.В. Сохранение декоративных качеств срезки розы (*Rosa hybrida*) // ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева». 2019. Вып. 57. С. 102-109.
10. Бельнская Е.В. Особенности физиологии срезанного цветка: Автореф. дис....канд. биол. наук: 03.00.05. М. 1976. 20 с.
11. Бельнская Е.В. Задержка увядания срезанных цветков тюльпанов // Бюл. Глав. ботан. сада. 1964. Вып. 53. С. 47-52.

12. Бельнская Е.В. Водный режим и дыхание цветков некоторых декоративных растений // Бюл. Глав. ботан. сада. 1964. Вып. 54. С. 43-50.
13. Бельнская Е.В. Динамика содержания азота в цветках на корню и в срезке // Бюл. Глав. ботан. сада. 1969. Вып. 73. С. 69-74.
14. Бондаре И.А. Причины завядания срезанного цветка и способы его торможения: Автореф. дис....канд. биол. наук: 03.00.05. М. 1981. 24 с.
15. Бондаре И.А., Криштобане В.Я., Клявина Д.Р. и др. Средство для сохранения срезанных цветов (роз). Авторское свидетельство №499876, 1975. Бюл. №3.
16. Бондаре И.А., Криштобане В.Я., Клявина Д.Р. и др. Средство для сохранения срезанных цветов (гвоздики). Авторское свидетельство №503570, 1976. Бюл. №7.
17. Бондаре И.А., Клявина Д.Р. Средство для сохранения срезанных цветов (гербер). Авторское свидетельство № 499876, 1976. Бюл. №8.
18. Кондратьева В.В. Физиологические аспекты хранения срезанных цветов при низких положительных температурах // Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12. М. 1991. 145 С.
19. Кондратьева В.В., Бельнская Е.В., Смирнова З.И. Продлить жизнь лизиантуса в вазе // Цветоводство. 1993. № 5/6. С. 9.
20. Бельнская Е.В., Кондратьева В.В., Васильева И.В. Влияние экзогенных фитогормонов на возрастные изменения тканей срезанного цветка ириса гибридного и уровень цитокининов и абсцизовой кислоты в его околоцветнике // Известия РАН, Сер. биол. 1998. №4. С. 484-490.
21. Кондратьева В.В., Бельнская Е.В. Деструктивные процессы в тканях срезанного цветка лизиантуса в воде и протекторных растворах // Известия РАН, Сер. биол. 1995. № 5. С. 561-565.
22. Бельнская Е.В., Кондратьева В.В. 6-бензиламинопуридин как фактор регуляции эндогенного уровня цитокининов и абсцизовой кислоты в лепестках срезанного цветка тюльпана // Известия РАН, Сер. биол. 1996. № 3. С. 333-336.
23. Кондратьева В.В., Бельнская Е.В. Старение срезанных соцветий гладиолуса гибридного в воде и протекторных растворах // Известия РАН, Сер. биол. 1999. № 5. С. 547-553.
24. Cook E.L., Van Staden J. Manipulating carnation petal senescence. II The influence of benzyladenine of indolylacetic acid metabolism and ethylene production // Journ. Plant Physiol. 1988. Vol. 133, № 4. Pp. 470-474.
25. Cook E.L., Van Staden J. The carnation as a model for hormonal studies in flower senescence // Plant Physiol. Biochim. 1988. Vol. 26, № 6. Pp. 793-807.
26. Кондратьева В.В., Данилина Н.Н. Влияние протекторного раствора на продолжительность жизни срезанных тюльпанов различных выгонных сортов // Гавриш. 2002. №1. С. 23-26.
27. Кондратьева В.В., Семенова М.В., Дружинин А.В. Сохранение декоративных качеств срезанных роз в вазе // Гавриш. 2011. № 2. С. 43-43.
28. Pashkovskiy, P.P., Kartashov A.V., Zlobin I.E. et al. Blue light alters miR167 expression and microRNA - targeted auxin response factor genes in Arabidopsis thaliana plants // Plant Physiol. Biochem. 2016. Vol.104. Pp. 146-154.
29. Olle, M., Viršilė A. The effect of light emitting diode lighting on greenhouse plant grows and quality // Agricultural and food science. 2013. Vol. 22. Pp. 223-234.
30. Кондратьева В.В., Воронкова Т.В., Шелепова О.В. и др. Действие узкополосного спектра фотосинтетически активной радиации на рост и развитие тюльпанов при зимней выгонке // Бюл. Гл. ботан. сада. 2019. Вып. 205, № 4. С. 26-30.
31. Бельнская Е.В., Кондратьева В.В. Препарат для сохранения срезанных цветов гвоздики // Авторское свидетельство № 1440452. 1988. Бюл. № 44.

References

1. Grodzinskiy D.M. Starenie rastenij [Aging plants.] // Nadezhnost' i elementarnye sobytiya processov stareniya biologicheskikh ob'ektov [Reliability and elementary events of the processes of aging of biological objects]. Kiev. 1986. Pp. 12-20.
2. Trippi V.S., Paulin A., Alain Pradet. Effect of oxygen concentration on the senescence and energy metabolism of cut carnation flowers // Physiol. Plant. 1988. Vol.73, № 3. Pp. 374-379.
3. Leshem Y.Y., Halevy A.H., Frenkel C. Processes and control of plant senescence. Amsterdam. Oxford. New York. Tokio. Elsevier Sci. Publishers. 1986. 215 p.
4. Halevy A.H., Mayak S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers. Part 2 // Hortic. Revi. 1981. Vol.3. Pp. 61-143.
5. Readdy T.V. Mode of action of cobalt extending of vase life of cut rose // Sc. Hortic. 1988. Vol. 36, № 3/4. Pp. 303-313.
6. Evans R.Y., Reid M.S. Control of petal expansion during diurnal opening of roses // Acta Hortic. 1986. № 181. Pp. 55-63.
7. Faragher J.D., Mayak S., Tirosh T. Physiological response of cut rose flowers to cold storage // Physiol. Plantarum. 1986. Vol. 67, fasc. 2. Pp. 205-210.
8. Trunova T.I. Rasteniya i temperaturnyj stress [Plants and temperature stress // 64-e ezhegodnye Timiryazevskie chteniya, 3 iyulya 2003 [64th annual Timiryazev readings, July 3]. M.: Nauka, 2007. 53p.
9. Panfilova O.F., Pil'shchikova N.V. sohranenie dekorativnykh kachestv srezki rozy (Rosa Hybrida) [preserving the decorative qualities of the rose cut (Rosa Hybrida)] // FGBOU VO «Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet – MSKHA im. K.A. Timiryazeva» [" Russian state agrarian University-Moscow state agricultural Academy. K. A. Timiryazeva"]. 2019. Is. 57. Pp. 102-109.
10. Belynskaya E.V. Osobennosti fiziologii srezannogo cvetka [Physiology features of the cut flower]: Avtoref. diss....kand. biol. nauk [Abstract. dis Cand. Sci. Biol.]: 03.00.05. M. 1976. 20 p.
11. Belynskaya E.V. Zaderzhka uvyadaniya srezannykh cvetkov tyul'panov // Byul. Glav. botan. sada. 1964. Is. 53. Pp. 47-52
12. Belynskaya E.V. Vodnyj rezhim i dyhanie cvetkov nekotorykh dekorativnykh rastenij [Delay of wilting of cut flowers of tulips] // Byul. Glav. botan. sada. 1964. Is. 54. Pp. 43-50.
13. Belynskaya E.V. Dinamika soderzhaniya azota v cvetkakh na kornyu i v srezke [Dynamics of the content of nitrogen in the flowers on the vine and vase life]// Byul. Glav. botan. sada. 1969. Is. 73. Pp. 69-74.
14. Bondare I.A. Prichiny zavyadaniya srezannogo cvetka i sposoby ego tormozheniya [Reasons for wilting of a cut flower and methods of its inhibition]: Abstract diss cand.

boil. [Avtoref. diss....kand. biol. nauk]: 03.00.05. M. 1981. 24 p. 1976. Byul. №8.

15. Bondare I.A., Krishtobane V.YA., Klyavinya D.R. et al. Sredstvo dlya sohraneniya srezannykh cvetov (roz) [Means for preserving cut flowers (roses)]. Avtorskoe svidetel'stvo [Copyright certificate] № 499876, 1975. Byul. №3.

16. Bondare I.A., Krishtobane V.YA., Klyavinya D.R., ZHukov A.I. Sredstvo dlya sohraneniya srezannykh cvetov (gvozdiki) [Means for preserving cut flowers (cloves)]. Avtorskoe svidetel'stvo [Copyright certificate] №503570, 1976. Byul. № 7.

17. Bondare I.A., Klyavinya D.R. Sredstvo dlya sohraneniya srezannykh cvetov (gerber). [Means for preserving cut flowers (gerberas)]. Avtorskoe svidetel'stvo [Copyright certificate] №499876 №499876. 1976. Byul. №8

18. Kondrat'eva V.V. Fiziologicheskie aspekty hraneniya srezannykh cvetov pri nizkikh polozhitel'nykh temperaturah [Physiological aspects of storage of cut flowers at low positive temperatures] // Diss. na soiskanie uchenoy stepeni kand. biol. nauk [Diss. for the degree of Cand. biol. Sciences]: 03.00.12. M. 1991. 145 p.

19. Kondrat'eva V.V., Belynskaya E.V., Smirnova Z.I. Prodlit' zhizn' liziantusa v vaze [Extend the life of Lisianthus in a vase] // Cvetovodstvo [Flower]. 1993. №5/6. Pp. 9.

20. Belynskaya E.V., Kondrat'eva V.V., Vasil'eva I.V. Vliyaniye ekzogennykh fitogormonov na vozrastnye izmeneniya tkanej srezannogo cvetka irisa gibridnogo i uroven' citokininov i absizovoy kisloty v ego okoloctvetnike. [Influence of exogenous phytohormones on age-related changes in the tissues of a cut iris hybrid flower and the level of cytokinins and abscisic acid in its perianth.] // Izvestiya RAN. Ser. biol. [Izvestiya RAS. Ser. Biol.]. 1998. №4. Pp. 484-490.

21. Kondrat'eva V.V., Belynskaya E.V. Destruktivnyye processy v tkanyakh srezannogo cvetka liziantusa v vode i protektoynykh rastvorah [Destructive processes in the tissues of the cut flower of lysianthus in water and tread solutions. // Izvestiya RAN. Ser. biol. [Izvestiya RAS. Ser. biol.]. 1995. № 5. Pp. 561-565.

22. Belynskaya E.V., Kondrat'eva V.V. 6-benziaminopurin kak faktor regulyatsii endogennoy urovnya citokininov i absizovoy kisloty v lepestkah srezannogo cvetka tyul'pana [6-benziaminopurin as a factor for regulating the endogenous level of cytokinins and abscisic acid in the petals of a cut Tulip

flower]// Izvestiya RAN. Ser. biol. [Izvestiya RAS. Ser. Biol.]. 1996. № 3. Pp. 333-336.

23. Kondrat'eva V.V., Belynskaya E.V. Starenie srezannykh socvetij gladiolusa gibridnogo v vode i protektoynykh rastvorah [Aging of cut inflorescences of a gladiolus hybrid in water and tread solutions] // Izvestiya RAN. Ser. biol. [Izvestiya RAS. Ser. Biol.]. 1999. № 5. Pp. 547-553.

24. Cook E.L., Van Staden J. Manipulating carnation petal senescence. II The influence of benzyladenine of indolilacetic acid metabolism and ethylene production // J. Plant Physiol. 1988. Vol. 133, № 4. Pp. 470-474.

25. Cook E.L., Van Staden J. The carnation as a model for hormonal studies in flower senescence // Plant Physiol. Biohim. 1988. Vol. 26, № 6. Pp. 793-807.

26. Kondrat'eva V.V., Danilina N.N. Vliyaniye protektoynogo rastvora na prodolzhitel'nost' zhizni srezannykh tyul'panov razlichnykh vygonochnykh sortov [The effect of the tread solution on the life expectancy of cut tulips of various distillation varieties]// Gavrich [Gavrich]. 2002. № 1. Pp. 23-26.

27. Kondrat'eva V.V., Semenova M.V., Druzhinin A.V. Sohraneniye dekorativnykh kachestv srezannykh roz v vaze [Preservation of decorative qualities of cut roses in a vase] // Gavrich. 2011. № 2. Pp. 43-43.

28. Pashkovskiy, P.P., Kartashov A.V., Zlobin I.E., Pogoyan S.I., Kuznetsov V.V. Blue light alters miR167 expression and microRNA - targeted auxin response factor genes in Arabidopsis thaliana plants // Plant Physiol. Biochem. Vol.104. 2016. Pp. 146-154.

29. Olle, M., Viršilė A. The effect of light emitting diode lighting on greenhouse plant grows and quality // Agricultural and food science. 2013. Vol. 22. Pp. 223-234.

30. Kondrat'eva V.V., Voronkova T.V., Shelepova O.V. et al. Dejstvie uzkopolosnogo spektra fotosinteticheski aktivnoy radiatsii na rost i razvitiye tyul'panov pri zimnej vygonke [Effect of the narrow-band spectrum of photosynthetically active radiation on the growth and development of tulips during winter distillation] // Byulleten' Glav. bot. sada. 2019. Vol. 205, № 4. Pp. 26-30.

31. Belynskaya E.V., Kondrat'eva V.V. Preparat dlya sohraneniya srezannykh cvetov gvozdiki [The preparation for preservation of cut flowers of clove] // Avtorskoe svidetel'stvo [Copyright certificate] № 1440452. 1988. Bul. № 44.

Информация об авторах

Кондратьева Вера Валентиновна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник

Семёнова Мария Владимировна, канд. биол. наук, научный сотрудник

Олехнович Людмила Сергеевна, младший научный сотрудник

Воронкова Татьяна Владимировна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник

Шелепова Ольга Владимировна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник

Енина Ольга Леонидовна, инженер

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, 127276, Российская Федерация, г. Москва, Ботаническая ул., д. 4

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Information about the authors

Kondrat'eva Vera Valentinovna, Cand. Sci. Biol., Senior researcher

Semenova Maria Vladimirovna, Cand. Sci. Biol., Researcher

Olechnovich Lyudmila Sergeevna, Junior researcher

Voronkova Tatiana Vladimirovna, Cand. Sci. Biol., Senior researcher

Shelepova Olga Vladimirovna, Cand. Sci. Biol., Senior researcher

Enina Olga Leonidovna, Engineer

Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences

127276, Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya st., 4

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Ж.А. Рупасова

член-корр. НАН Беларуси, д-р биол. наук, проф.,
зав. лабораторией

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

А.П. Яковлев

канд. биол. наук, зав. лабораторией

E-mail: A.Yakovlev@cbg.org.by

П.Н. Белый

канд. биол. наук, ученый секретарь

С.Ф. Жданец

ведущий инженер

О.С. Козырь

ведущий инженер

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Бе-
ларуси»

В.И. Домаш

д-р. биол. наук, гл.н.с.

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники
им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси»

С.Г. Азизбеян

ст.н.с., руководитель группы

ГНУ «Институт физико-органической химии
НАН Беларуси»

И.И. Лиштван

академик НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф.,
гл.н.с.

ГНУ «Институт природопользования НАН Бе-
ларуси»

Т.М. Карбанович

канд. биол. наук, зам. начальника Главного
управления растениеводства Министерства
сельского хозяйства и продовольствия Респу-

блики Беларусь

E-mail: veget@mshp.minsk.by

Влияние минеральных и органических удобрений на свойства субстрата под посадками голубики высокорослой

Приведены результаты двухлетнего сравнительного исследования в опытной культуре на рекультивируемом участке выработанного низинного торфяника в центральной агроклиматической зоне республики влияния полного минерального ($N_{16}P_{16}K_{16}$) удобрения («Растворин» марки «Б»), а также созданных в институтах НАН Беларуси новых экологических препаратов - микроудобрения Наноплант-В, включающего 8 микроэлементов - Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se, и органических удобрений Экосил и Гидрогумат на физико-химические и агрохимические свойства остаточного слоя торфяной залежи под посадками генеративных растений сортов Northcountry, Bluecrop и Northland голубики высокорослой (*V. corymbosum* L.).

Установлено, что во всех вариантах опыта, включая контроль, в течение вегетационного периода происходило повышение в субстрате уровня гидролитической кислотности в 1,6-3,0 раза, а также снижение количества поглощенных оснований и степени насыщенности ими поглощающего комплекса соответственно в 1,4-3,7 и 1,3-2,1 раза, сочетавшееся в первом сезоне с увеличением в 1,6-9,2 раза, а во втором, напротив, со снижением в 1,1-14,2 раза содержания доступных форм основных элементов питания, особенно нитратного азота. При этом в оба сезона на фоне выраженных генотипических различий в степени воздействия опытных растений на агрохимические свойства субстрата, использование Нанопланта и органических удобрений способствовало сопоставимому с полным минеральным удобрением и даже более выраженному обогащению субстрата относительно контроля нитратным азотом при обеднении аммонийным, сочетавшимися с неоднозначными изменениями в содержании других элементов в первом сезоне, а также с преимущественной активизацией накопления подвижного фосфора и истощением запасов обменного калия во втором.

Ключевые слова: выработанный торфяник низинного типа, сорта высокорослой голубики; Наноплант, Экосил, Гидрогумат, полное минеральное удобрение; азот, фосфор, калий, гидролитическая кислотность, обменные основа-

Zh.A. Rupasova

Dr. Sci. Biol., Prof., Head of Department

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

A.P. Yakovlev

Cand. Sci. Biol., Assoc. Prof., Head of Department

E-mail: A.Yakovlev@cbg.org.by

P.N. Bely

Cand. Sci. Biol., Scientific Secretary

S.F. Zhdanec

Leading Engineer

State Scientific Institution «Central Botanic Garden
of the National Academy of Sciences of Belarus»

O.S. Kozyr

Leading Engineer

State Scientific Institution «Central Botanic Garden
of the National Academy of Sciences of Belarus»

V.I. Domash

Dr. Sci. Biol., Chief Researcher

State Scientific Institution «V.F. Kuprevich Institute
of Experimental Botany of the National Academy of
Science of Belarus»

S.G. Azizbekyan

Senior Researcher, Head of the group

State Scientific Institution «The Institute of Physical
Organic Chemistry of the National Academy of
Sciences of Belarus»

I.I. Lishtvan

Chief Researcher, academician of National
Academy of Sciences of Belarus, Dr. Sci. Tech.,
Professor

State Scientific Institution «Institute of nature
management of the national Academy of Sciences
of Belarus»

T.M. Karbanovich

Cand. Sci. Biol., Deputy Head of the General
Director of Plant Production of the Ministry of
Agriculture and Food of the Republic of Belarus

E-mail: veget@mshp.minsk.by

Influence of mineral and organic fertilizers on the properties of the substrate under *Vaccinium corymbosum* L.

The article deals with the results of a biennial comparative study of physico-chemical and agrochemical properties of the residual layer of a peat deposit under the plantation of generative plants of model *Vaccinium corymbosum* varieties (Northcountry, Bluecrop and Northland) on a recultivated developed lowland peat deposit under introduction of complete mineral fertilizer («Rastvorin» brand «B», N16P16K16), microfertilizer (Nanoplant-8, including 8 trace elements: Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo and Se) and organic fertilizers (Ekosil and Gidrogumat).

In all variants of the experiment (and in the control version), during the growing season there was an increase in the level of hydrolytic acidity in the substrate (1,6–3,0 times), a decrease in the number of absorbed bases and the degree of saturation of the absorbing complex with them (by 1,4–3,7 and 1,3–2,1 times, respectively). In the first season, an increase of 1,6–9,2 times was noted, and in the second, on the contrary, a decrease of 1,1–14,2 times in the content of available forms of basic nutrients, especially nitrate nitrogen.

In both seasons, the use of Nanoplant and organic fertilizers contributed to the enrichment of the substrate with the nitrate form of nitrogen comparable to the effect of complete mineral fertilization (and sometimes more pronounced), with a decrease in its ammonium form. The content of other nutrients in the first season characterized by ambiguous changes, while in the second season the accumulation of mobile forms of phosphorus was increased and the reserves of exchangeable potassium were depleted.

Keywords: lowland peat; varieties of highbush blueberry; Nanoplant, Ekosil, Gidrogumat, complete mineral fertilizer; nitrogen, phosphorus, potassium, hydrolytic acidity, exchange bases.

DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2020.1064

Введение

В связи с разработкой технологии фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений низинного типа на основе создания локальных агроценозов интродуцированных сортов голубики высокорослой, особого внимания заслуживают вопросы оптимизации минерального питания данной культуры. В этой связи представлялось необходимым дать комплексную оценку влияния на физико-химические и агрохимические свойства субстрата не только традиционно применяемого при ее возделывании полного минерального удобрения [1], но и новейших высокоэффективных отечественных органических удобрений – Экосила, содержащего природный комплекс тритерпеновых кислот [2], и Гидрогумата, действующим веществом которого являются гуматы – водорастворимые соли гуминовых кислот [3, 4]. Применение этих препаратов, на наш взгляд, является особо актуальным в связи с принятым в Беларуси в 2018 г. Законом об органическом земледелии, существенно ужесточающим требования к качеству экологически чистой растениеводческой продукции, при производстве которой запрещено использование любых химических средств, в том числе минеральных удобрений. Наряду с этим представлялось целесообразным испытание на растениях голубики отечественного микроудобрения Наноплант-8, включающего 8 микроэлементов – Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se, и являющегося совместной разработкой Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича и Института физико-органической химии НАН Беларуси [5]. Предварительные испытания данного препарата на сорте г. высокорослой Bluecrop на среднекультуренной дерново-подзолистой почве в Ганцевичском р-не Брестской обл. подтвердили его высокую эффективность в плане увеличения урожайности и биометрических характеристик плодов, а также повышения содержания в них ряда биологически активных соединений с высокой антиоксидантной активностью [6].

В этой связи в 2017-2018 гг. в рамках полевого эксперимента на рекультивируемом участке торфяной залежи низинного типа в Березинском районе Минской обл. на фоне применения вышеуказанных препаратов и минеральных удобрений под посадками генеративных растений голубики были выполнены сравнительные исследования физико-химических и агрохимических свойств торфяного субстрата.

Объекты и методы исследований

Полевой опыт с 4-х-летними растениями 3 интродуцированных сортов голубики высокорослой – раннеспелым Northcountry и среднеспелыми – Bluecrop и Northland был заложен на участке среднекислого (pH_{KCl} – 5,2-5,3), малоплодородного, содержащего в мг/кг: аммонийного и нитратного азота 202 и 109, P_2O_5 и K_2O 135

и 48, соответственно, полностью лишенного растительности остаточного слоя низинного торфа высокой степени разложения, представленного тростниково-осоковой ассоциацией. Схема опыта включала 5 вариантов в пятикратной повторности: 1 – контроль, без внесения удобрений; 2 – луночное внесение под опытные растения в мае и июне полного минерального удобрения $N_{16}P_{16}K_{16}$ кг/га д.в., или 5 г на 1 растение; 3 – некорневая обработка опытных растений препаратом Наноплант; 4 – луночное внесение под опытные растения препарата Гидрогумат методом полива; 5 – некорневая обработка опытных растений препаратом Экосил. В качестве полного минерального удобрения использовали «Растворин» марки «Б». Обработку надземных органов растений Экосилом проводили дважды за вегетационный период – в конце первой декады июня и в конце первой декады июля. Для приготовления рабочего раствора эмульсию Экосила (0,5 мл, или 15 капель) разводили в 3 л теплой воды (40-50°C), после чего доводили до необходимого объема водой комнатной температуры и тщательно перемешивали. Расход рабочей жидкости при некорневой подкормке составлял 120 мл / растение. Луночное внесение Гидрогумата проводили в те же сроки, что и при использовании препарата Экосил. Для приготовления рабочего раствора 40 мл эмульсии Гидрогумата растворяли в 10 л воды. Расход рабочей жидкости при поливе составлял 0,5 л / растение. Обработка опытных растений Наноплантом производилась, кроме обозначенных выше сроков, еще и в середине июня. Для приготовления рабочего раствора 30 капель препарата растворяли в 3 л воды. Расход рабочей жидкости при некорневой обработке составлял 120 мл / 1 растение.

Поскольку при показателе pH 5,5 единиц и выше растения голубики высокорослой, как правило, испытывают недостаток азота из-за нарушения условий жизнедеятельности микоризы – гриба, составляющего симбиоз с ее корневой системой и снабжающего её питательными веществами, то для устранения возможного дефицита данного элемента проводили периодическое подкисление субстрата под посадками данной культуры. В этих целях использовали коллоидную серу, которую равномерно распределяли вокруг опытных растений, внося ее в увлажненный торф в количестве 20 г/растение. В первый год обработку серой проводили в июне, спустя месяц после закладки эксперимента, во второй – в мае, одновременно с применением минеральных и органических удобрений.

Исследование физико-химических и агрохимических свойств субстрата в полевых опытах проводили в начале и в конце вегетационного периода с использованием общепринятых методов, в том числе обменной кислотности (pH_{KCl}) – потенциометрически с помощью прибора pH -150МП по ГОСТ 11623-89 [7]; гидролитической кислотности (Hr) – по методу Каппена [8]; суммы поглощенных оснований (S) – по методу Каппена [9]; емкости поглощения (T) и степени насыщенности основаниями (V) – расчетным методом; нитратного азота – по ГОСТ 27894.4-88

[10]; аммиачного азота – по ГОСТ 27894.3-88 [11]; подвижных форм фосфора (в пересчете на P_2O_5) – фотоэлектроколориметрически по ГОСТ 27894.5-88 [12]; обменного калия (в пересчете на K_2O) – методом пламенной фотометрии по ГОСТ 27894.6-88 [13]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение

Как следует из табл. 1 и 2, независимо от генотипа опытных растений, в первый год испытания агроприемов во всех вариантах опыта, включая контроль, к концу сезона в корнеобитаемом слое субстрата установлена значительная активизация накопления нитратного азота и обменного калия – соответственно в 1,8-4,2 и 2,9-9,2 раза при малозначительных, причем неоднозначных изменениях и даже их полном отсутствии в содержании аммонийного азота, что свидетельствовало о меньшей востребованности нитратной формы данного элемента. Очевидно, на начальном этапе взаимодействия корневых систем культиваров с микробиотой торфяного субстрата доминирующее значение в трансформации азотистых органических соединений имело высвобождение аммонийной формы данного элемента, служащего источником питания микроорганизмов и растений, что согласуется с мнением Н.Н. Семененко и Е.В. Каранкевич [14]. При этом весьма выразительным оказалось и повышение к концу сезона уровня гидролитической кислотности субстрата (в 1,6-3,0 раза), а также снижение количества в нем поглощенных оснований и степени насыщенности ими поглощающего комплекса (соответственно в 1,4-3,7 и 1,3-2,1 раза), что обусловлено, скорее всего, значительным расходом катионов кальция и магния на формирование надземной сферы растений голубики. Что касается подвижного фосфора, то к концу первого сезона наблюдалось обогащение им субстрата в 1,6-2,7 раза, что, возможно, связано с активным извлечением данного элемента из органического вещества торфа под воздействием довольно кислой и весьма агрессивной среды (см. табл. 2).

Обращает на себя внимание, что в течение зимнего периода 2017/2018 гг. под всеми таксонами голубики наблюдалась значительная трансформация агрохимических и физико-химических свойств субстрата, что однозначно свидетельствовало о пролонгированном взаимодействии микробиоты и корневых систем культиваров с органическим веществом торфа в сравнительно мягких погодных условиях холодного времени года с периодическим поддержанием низких положительных температур в зоне ризогенеза (см. табл. 1). При этом отмечено существенное обогащение субстрата аммонийным азотом при отсутствии заметных изменений в содержании его нитратной формы на фоне существенного обеднения обменным калием, особенно под сортами Bluecrop и Northland, обусловленного, скорее всего, высокой

лабильностью данного элемента. Наряду с этим установлено весьма значительное и труднообъяснимое пополнение в субстрате запасов подвижного фосфора, более чем на порядок увеличившее его содержание в корнеобитаемом слое торфа.

Если в течение первого вегетационного сезона под растениями голубики имело место существенное обогащение последнего основными питательными элементами, то к концу второго сезона наблюдалась уже противоположная картина с преимущественным истощением запасов доступных форм данных элементов. При этом наиболее значительным снижением содержания в 1,5-14,2 раза характеризовалась нитратная форма азота (см. табл. 2). Что же касается его аммонийной формы, то наибольшее обеднение ею субстрата в большинстве вариантов опыта в 1,1-3,6 раза установлено только под сортом Bluecrop, тогда как под сортами Northland и в большей степени Northcountry была показана преимущественная активизация накопления в 1,3-2,1 раза. Преобладание накопительных тенденций в сезонной динамике аммонийного азота и отрицательных в таковой нитратного может быть обусловлена активизацией работы в субстрате нитрифицирующих бактерий, обеспечивающих перевод аммонийного азота в более подвижные окисленные формы, легко абсорбируемые корнями и потому в большей степени расходуемые на формирование текущего прироста надземной сферы растений. В значительной степени этому могло способствовать также повышение во втором сезоне уровня обменной и гидролитической кислотности (см. табл. 1), что согласуется с мнением Н.Н. Семененко и Е.В. Каранкевич [14], показавших, что нитратный азот лучше усваивается растениями при низких значениях pH, тогда как поглощение аммонийного активнее протекает при нейтральной реакции почвенного раствора и снижается при его подкислении. Наряду с этим высокая подвижность нитратов также могла явиться дополнительной причиной снижения их содержания в субстрате к концу сезона в результате их вымывания из корнеобитаемого слоя.

Преимущественным снижением к осени в 1,2-2,1 раза запасов в субстрате были отмечены и соединения подвижного фосфора и лишь в отдельных случаях (на фоне N_{16}, P_{16}, K_{16} , Гидрогумата и Экосила) под сортами Bluecrop и Northland наблюдалось незначительное их увеличение (см. табл. 2). При этом в корнеобитаемом слое всех вариантов опыта было установлено ослабление к концу сезона накопления обменного калия в 1,5-3,8 раза, наиболее существенное под сортом Northcountry.

Столь выраженное истощение во втором сезоне запасов основных питательных элементов под посадками голубики, на наш взгляд, обусловлено усилением их потребления в связи с активизацией развития культиваров с увеличением их возраста, особенно заметной на фоне испытываемых агроприемов. В пользу этого предположения свидетельствуют результаты наших исследований, показавшие существенную роль применяемых удобрений в формировании надземной сферы опытных таксонов голубики

Таблица 1. Агрохимические и физико-химические свойства корнеобитаемого слоя торфяного субстрата в вариантах полевого опыта в начале и в конце вегетационного периода под посадками растений голубики высокорослой в годы исследований

| Вариант опыта | N-NH ₄ | N-NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O | pH _{KCl} | Hг | S | V,% |
|---|-----------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------|------|
| | мг/кг сухого вещества | | | | | мг-экв./100 г торфа | | |
| 2017 г. | | | | | | | | |
| Май | | | | | | | | |
| Исходный | 202,2±14,0 | 109,0±5,3 | 133,6±7,2 | 47,6±1,2 | 5,23 | 25,7 | 123,5 | 82,8 |
| Сентябрь | | | | | | | | |
| Сорт Northcountry | | | | | | | | |
| Контроль | 286,0±7,0 | 195,3±15,0 | 255,2±7,1 | 201,2±2,4 | 5,31 | 52,0 | 41,3 | 44,3 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | 226,6±8,1* | 305,6±16,5* | 339,6±16,5* | 300,0±5,4* | 5,17 | 55,6 | 49,1 | 46,9 |
| Наноплант | 231,3±10,5* | 453,0±7,3* | 210,5±5,2* | 188,5±3,6* | 5,40 | 45,9 | 49,1 | 51,7 |
| Гидрогумат | 237,1±11,6* | 306,3±6,3* | 254,7±16,5 | 213,5±2,1* | 5,33 | 63,5 | 45,8 | 41,9 |
| Экосил | 137,0±7,0* | 358,6±9,5* | 227,8±9,3* | 136,1±3,6* | 5,22 | 50,3 | 33,5 | 40,0 |
| Сорт Bluecrop | | | | | | | | |
| Контроль | 201,0±10,5 | 192,1±8,8 | 248,8±12,0 | 285,8±6,9 | 5,45 | 50,3 | 75,9 | 60,2 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | 211,5±4,7 | 292,6±10,1* | 354,2±23,0* | 438,5±4,2* | 5,19 | 54,7 | 46,9 | 46,2 |
| Наноплант | 247,6±12,8* | 307,0±16,6* | 218,2±9,9* | 295,5±6,3 | 5,25 | 58,2 | 68,1 | 53,9 |
| Гидрогумат | 419,8±10,5* | 330,1±8,0* | 236,8±14,8 | 294,9±5,7 | 5,32 | 53,8 | 78,1 | 59,2 |
| Экосил | 153,3±9,3* | 406,5±4,7* | 249,3±25,7 | 333,1±3,0* | 5,07 | 68,8 | 56,9 | 45,3 |
| Сорт Northland | | | | | | | | |
| Контроль | 184,7±5,8 | 249,6±9,2 | 229,6±12,8 | 378,6±3,3 | 5,31 | 61,8 | 85,9 | 58,2 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | 145,1±5,8* | 381,9±18,0* | 236,0±15,1 | 288,2±5,1* | 5,09 | 77,6 | 74,8 | 49,1 |
| Наноплант | 182,4±8,1 | 400,0±7,4* | 249,3±7,4* | 384,0±3,3 | 5,14 | 64,4 | 69,2 | 51,8 |
| Гидрогумат | 180,0±8,1 | 297,9±14,7* | 235,5±23,9 | 312,0±6,0* | 5,25 | 64,4 | 73,7 | 63,9 |
| Экосил | 162,6±5,3* | 290,5±15,7* | 228,3±23,0 | 364,4±15,1 | 5,26 | 42,3 | 74,8 | 44,3 |
| 2018 г. | | | | | | | | |
| Май | | | | | | | | |
| Сорт Northcountry | | | | | | | | |
| Контроль | 525,8±11,6 | 192,2±11,9 | 1565,8±32,4 | 190,6±9,3 | 3,48 | 67,1 | 68,9 | 50,7 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | 681,7±23,3* | 298,6±16,1* | 3168,1±18,3* | 481,3±3,6* | 4,19 | 63,2 | 76,7 | 54,8 |
| Наноплант | 425,6±7,0* | 453,2±17,7* | 1319,3±41,1* | 94,6±3,0* | 4,60 | 57,4 | 77,8 | 57,6 |
| Гидрогумат | 495,5±7,0 | 299,3±6,2* | 2099,9±849,1* | 111,1±2,7* | 3,59 | 60,3 | 90,0 | 59,9 |
| Экосил | 425,6±7,0* | 364,7±15,5* | 2780,1±41,1* | 128,9±1,8* | 4,30 | 59,3 | 78,9 | 57,1 |
| Сорт Bluecrop | | | | | | | | |
| Контроль | 660,8±7,5 | 194,6±11,4 | 2465,1±17,4 | 169,6±1,5 | 3,84 | 56,4 | 67,8 | 54,6 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | 611,9±7,5* | 274,9±7,6* | 1994,9±22,8* | 129,5±2,4* | 4,08 | 62,2 | 58,9 | 48,6 |
| Наноплант | 616,5±2,3* | 273,6±15,4* | 1826,0±27,4* | 108,4±2,4* | 3,94 | 61,3 | 76,7 | 55,6 |
| Гидрогумат | 476,9±11,6* | 312,4±10,4* | 2218,6±16,5* | 140,3±2,4* | 4,50 | 57,4 | 68,9 | 54,6 |
| Экосил | 511,8±7,5* | 404,6±2,8* | 2967,3±45,6* | 191,2±4,3* | 4,29 | 54,2 | 64,4 | 50,1 |
| Сорт Northland | | | | | | | | |
| Контроль | 388,4±7,0 | 240,8±6,4 | 1428,8±12,8 | 210,5±3,9 | 3,90 | 64,2 | 82,2 | 56,2 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | 326,7±12,8* | 376,7±5,2* | 1529,3±12,7* | 133,4±3,9* | 4,02 | 61,3 | 51,1 | 49,9 |
| Наноплант | 382,6±10,5 | 396,4±11,1* | 2036,0±45,7* | 101,8±3,6* | 3,67 | 72,9 | 50,0 | 40,8 |
| Гидрогумат | 352,3±5,8* | 349,6±18,5* | 1990,3±27,4* | 129,5±6,0* | 4,01 | 73,9 | 51,1 | 40,9 |
| Экосил | 259,2±8,1* | 287,7±12,9* | 1643,4±27,4* | 168,7±5,4* | 4,24 | 63,2 | 43,3 | 40,7 |

| Сентябрь | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|--------------|------------|------|-------|------|------|
| Сорт Northcountry | | | | | | | | |
| Контроль | 707,6±12,2 | 91,4±1,9 | 1899,0±27,4 | 63,5±2,1 | 3,96 | 72,9 | 41,1 | 36,1 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | 430,9±9,0* | 453,0±36,3* | 2008,6±21,3* | 125,6±1,5* | 4,17 | 50,6 | 33,3 | 39,7 |
| Наноплант | 903,9±12,4* | 80,0±1,3* | 1118,4±4,6* | 64,2±1,5 | 4,65 | 51,5 | 47,8 | 48,1 |
| Гидрогумат | 620,5±12,3* | 194,0±11,6* | 1488,2±20,0* | 41,0±0,6* | 4,25 | 58,3 | 51,1 | 46,7 |
| Экосил | 630,6±12,5* | 45,2±0,7* | 1323,9±18,3* | 61,7±2,1 | 4,25 | 68,1 | 51,1 | 42,9 |
| Сорт Bluecrop | | | | | | | | |
| Контроль | 509,0±12,5 | 62,6±0,6 | 2049,7±12,8 | 114,7±2,1 | 3,84 | 85,6 | 27,8 | 24,5 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | 302,2±9,4* | 58,0±1,1 | 2839,4±27,4* | 71,1±0,6* | 4,37 | 78,8 | 36,7 | 31,8 |
| Наноплант | 570,8±13,1* | 85,8±1,9* | 1762,1±17,4* | 60,5±0,9* | 4,55 | 93,3 | 22,2 | 19,2 |
| Гидрогумат | 133,5±35,0* | 106,4±1,7* | 2474,2±9,8* | 94,9±0,3* | 4,52 | 66,1 | 38,9 | 37,0 |
| Экосил | 509,0±12,8 | 34,2±0,5* | 2469,7±12,0* | 65,1±0,6* | 4,65 | 64,4 | 29,2 | 35,4 |
| Сорт Northland | | | | | | | | |
| Контроль | 308,0±8,0 | 17,0±1,1 | 1145,8±22,8 | 76,8±1,5 | 4,05 | 132,2 | 13,3 | 9,2 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | 620,5±13,4* | 85,2±1,7* | 1707,3±18,3* | 90,7±0,9* | 4,07 | 89,4 | 51,1 | 36,4 |
| Наноплант | 330,4±5,8* | 84,3±1,8* | 1483,6±22,8* | 54,8±0,6* | 4,37 | 75,8 | 46,7 | 38,1 |
| Гидрогумат | 500,8±23,7* | 78,2±2,0* | 1565,8±22,8* | 62,9±0,9* | 4,28 | 85,6 | 45,6 | 34,8 |
| Экосил | 220,9±8,9* | 63,0±0,8* | 1876,2±50,2* | 72,6±3,9 | 4,20 | 84,6 | 44,4 | 34,4 |

Примечание. * – Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при p<0,05

Таблица 2. Кратный размер изменения агрохимических и физико-химических характеристик корнеобитаемого слоя торфяного субстрата в вариантах полевого опыта к концу вегетационного периода под посадками растений голубики высокорослой в годы исследований

| Вариант опыта | N-NH ₄ | N-NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O | pH _{KCl} | Hг | S | V,% |
|---|-----------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|---------------------|------|------|
| | мг/кг сухого вещества | | | | | мг-экв./100 г торфа | | |
| 2017 г. | | | | | | | | |
| Сорт Northcountry | | | | | | | | |
| Контроль | >1,4 | >1,8 | >1,9 | >4,2 | - | >2,0 | <3,0 | <1,9 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | - | >2,8 | >2,5 | >6,3 | - | >2,2 | <2,5 | <1,8 |
| Наноплант | - | >4,2 | >1,6 | >4,0 | - | >1,8 | <2,5 | <1,6 |
| Гидрогумат | >1,2 | >2,8 | >1,9 | >4,5 | - | >2,5 | <2,7 | <2,0 |
| Экосил | <1,5 | >3,3 | >1,7 | >2,9 | - | >2,0 | <3,7 | <2,1 |
| Сорт Bluecrop | | | | | | | | |
| Контроль | - | >1,8 | >1,9 | >6,0 | - | >2,0 | <1,6 | <1,4 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | - | >2,7 | >2,7 | >9,2 | - | >2,1 | <2,6 | <1,8 |
| Наноплант | >1,2 | >2,8 | >1,6 | >6,2 | - | >2,3 | <1,8 | <1,5 |
| Гидрогумат | >2,1 | >3,0 | >1,8 | >6,2 | - | >2,1 | <1,6 | <1,4 |
| Экосил | <1,3 | >3,7 | >1,9 | >7,0 | - | >2,7 | <2,2 | <1,8 |
| Сорт Northland | | | | | | | | |
| Контроль | - | >2,3 | >1,7 | >8,0 | - | >2,4 | <1,4 | <1,4 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | <1,4 | >3,5 | >1,8 | >6,1 | - | >3,0 | <1,7 | <1,7 |
| Наноплант | - | >3,7 | >1,9 | >8,1 | - | >2,5 | <1,8 | <1,6 |
| Гидрогумат | - | >2,7 | >1,8 | >6,6 | - | >2,5 | <1,7 | <1,3 |
| Экосил | <1,2 | >2,7 | >1,7 | >7,7 | - | >1,6 | <1,7 | <1,9 |

| 2018 г. | | | | | | | | |
|---|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Сорт Northcountry | | | | | | | | |
| Контроль | >1,3 | <2,1 | >1,2 | <3,0 | >1,1 | - | <1,7 | <1,4 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | <1,6 | >1,5 | <1,6 | <3,8 | - | <1,2 | <2,3 | <1,4 |
| Наноплант | >2,1 | <5,7 | <1,2 | <1,5 | - | <1,1 | <1,6 | <1,2 |
| Гидрогумат | >1,3 | <1,5 | <1,4 | <2,7 | >1,2 | - | <1,8 | <1,3 |
| Экосил | >1,5 | <8,1 | <2,1 | <2,1 | - | >1,1 | <1,5 | <1,3 |
| Сорт Bluecrop | | | | | | | | |
| Контроль | <1,3 | <3,1 | <1,2 | <1,5 | - | >1,5 | <2,4 | <2,2 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | <2,0 | <4,7 | >1,4 | <1,8 | >1,1 | >1,3 | <1,6 | <1,5 |
| Наноплант | <1,1 | <3,2 | - | <1,8 | >1,2 | >1,5 | <3,5 | <2,9 |
| Гидрогумат | <3,6 | <2,9 | >1,1 | <1,5 | - | >1,2 | <1,8 | <1,5 |
| Экосил | - | <11,8 | <1,2 | <2,9 | >1,1 | >1,2 | <2,2 | <1,4 |
| Сорт Northland | | | | | | | | |
| Контроль | <1,3 | <14,2 | <1,2 | <2,7 | - | >2,1 | <6,2 | <6,1 |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | >1,9 | <4,4 | >1,1 | <1,5 | - | >1,5 | - | <1,4 |
| Наноплант | <1,2 | <4,7 | <1,4 | <1,9 | >1,2 | - | <1,1 | <1,1 |
| Гидрогумат | >1,4 | <4,5 | <1,3 | <2,1 | >1,1 | >1,2 | <1,1 | <1,2 |
| Экосил | <1,2 | <4,6 | >1,1 | <2,3 | - | >1,3 | - | <1,2 |

Примечание. * Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента изменений при p<0,05

[15]. Наряду с этим к окончанию второго вегетационного периода как, впрочем, и предыдущего, в зоне ризогенеза всех вариантов опыта наблюдалось уменьшение количества поглощенных оснований и степени насыщенности ими поглощающего комплекса субстрата в 1,1-6,2 раза, сопряженное с повышением уровня гидролитической кислотности в 1,1-2,1 раза (см. табл. 2). Скорее всего, именно данное обстоятельство способствовало весьма интенсивному выщелачиванию из его поглощающего комплекса обменных оснований – кальция и магния.

Вместе с тем при заметном сходстве у модельных сортов голубики доминирующих тенденций в сезонных изменениях исследуемых характеристик торфяного субстрата в годы исследований, отчетливо проявились возрастные, генотипические и межвариантные различия в содержании в нем основных элементов питания. Как следует из табл. 3, к окончанию первого вегетационного сезона испытываемые агроприемы в основном способствовали существенному увеличению в корнеобитаемом слое субстрата запасов нитратного азота по сравнению с контролем, наиболее выраженному под сортом Northcountry, под которым наибольшее превышение контрольного уровня по данному показателю, как и под сортом Northland, установлено при использовании Нанопланта, тогда как под сортом Bluecrop – при обработках Экосилом. Что касается аммонийного азота, то для него установлено преимущественное снижение содержания в субстрате относительно контроля, и лишь под сортом Bluecrop применение Нанопланта и особенно Гидрогумата обусловило заметное усиление его накопления при отсутствии в этих вариантах опыта достоверных

различий с контролем в его содержании под посадками сорта Northland (см. табл. 3).

В начале второго вегетационного сезона наибольшее увеличение запасов нитратного азота в субстрате наблюдалось на фоне применения Нанопланта и органических удобрений, причем в осенний период также были отмечены в основном противоположные по знаку изменения в содержании аммонийного и нитратного азота по сравнению с контролем – преимущественное ослабление накопления первого при усилении накопления второго в пределах 37-401%. Наиболее выразительно это проявилось под сортом Northland и сопровождалось пополнением запасов не только нитратного, но и аммонийного азота на 7-102%.

Если на первом году испытания агроприемов не было установлено их существенного влияния на содержание в субстрате подвижных фосфатов, то на втором году оно проявилось весьма отчетливо и заключалось в преимущественной активизации их накопления на 6-64%, тогда как для обменного калия было показано преимущественное истощение его запасов на 17-50% (см. табл.3).

Вместе с тем, независимо от возраста и генотипа растений голубики, в подавляющем большинстве случаев наиболее выразительные позитивные и негативные изменения в содержании основных элементов питания в субстрате выявлены при использовании Нанопланта и органических удобрений. Это косвенно свидетельствует об активизирующем влиянии данных агроприемов на функционирование микробиоты и взаимодействие культиваров с органическим веществом торфа, обеспечивающими усиление его переработки с переводом

Таблица 3. Относительные различия с контролем содержания доступных форм основных элементов питания в корнеоби-
таемом слое торфяного субстрата под посадками растений голубики высокорослой в годы исследований, %

| Вариант опыта | N-NH ₄ | N-NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|---|-------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| 2017 г. | | | | |
| Сентябрь | | | | |
| Сорт Northcountry | | | | |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | -20,8 | +56,5 | +33,1 | +49,1 |
| Наноплант | -19,1 | +132,0 | -17,5 | -6,3 |
| Гидрогумат | -17,1 | +56,8 | - | +6,1 |
| Экосил | -52,1 | +83,6 | -10,7 | -32,4 |
| Сорт Bluecrop | | | | |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | - | +52,3 | +42,4 | +53,4 |
| Наноплант | +23,2 | +59,8 | -12,3 | - |
| Гидрогумат | +108,9 | +71,8 | - | - |
| Экосил | -23,7 | +111,6 | - | +16,6 |
| Сорт Northland | | | | |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | -21,4 | +53,0 | - | -23,9 |
| Наноплант | - | +60,3 | +8,6 | - |
| Гидрогумат | - | +19,4 | - | -17,6 |
| Экосил | -12,0 | +16,4 | - | - |
| 2018 г. | | | | |
| Май | | | | |
| Сорт Northcountry | | | | |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | +29,7 | +55,4 | +102,3 | +152,5 |
| Наноплант | -19,1 | +135,8 | -15,7 | -50,4 |
| Гидрогумат | - | +55,7 | +34,1 | -41,7 |
| Экосил | -19,1 | +89,8 | +77,6 | -32,4 |
| Сорт Bluecrop | | | | |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | -7,4 | +41,3 | -19,1 | -23,6 |
| Наноплант | -6,7 | +40,6 | -25,9 | -36,1 |
| Гидрогумат | -27,8 | +60,5 | -10,0 | -17,3 |
| Экосил | -22,5 | +107,9 | +20,4 | +12,7 |
| Сорт Northland | | | | |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | -15,9 | +56,4 | +7,0 | -36,6 |
| Наноплант | - | +64,6 | +42,5 | -51,6 |
| Гидрогумат | -9,3 | +45,2 | +39,3 | -38,5 |
| Экосил | -33,3 | +19,5 | +15,0 | -19,9 |
| Сентябрь | | | | |
| Сорт Northcountry | | | | |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | -39,1 | +395,6 | +5,8 | +97,8 |
| Наноплант | +27,7 | -12,5 | -41,1 | - |
| Гидрогумат | -12,3 | +112,3 | -21,6 | -35,4 |
| Экосил | -10,9 | -50,5 | -30,3 | - |
| Сорт Bluecrop | | | | |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | -40,6 | - | +38,5 | -38,0 |

| | | | | |
|---|--------|--------|-------|-------|
| Наноплант | +12,1 | +37,1 | -14,0 | -47,3 |
| Гидрогумат | -73,8 | +70,0 | +20,7 | -17,3 |
| Экосил | - | -45,4 | +20,5 | -43,2 |
| Copt Northland | | | | |
| N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ | +101,5 | +401,2 | +49,0 | +18,1 |
| Наноплант | +7,3 | +395,9 | +29,5 | -28,6 |
| Гидрогумат | +62,6 | +360,0 | +36,7 | -18,1 |
| Экосил | -28,3 | +270,6 | +63,7 | - |

Примечание – Прочерк (–) означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$

закрепленных в нем элементов питания в легкоусвояемые формы. При этом стимулирующее влияние на эти процессы могло оказать также подкисление субстрата коллоидной серой.

Заключение

В результате двухлетнего сравнительного исследования в опытной культуре на рекультивируемом участке низинного торфа в центральной агроклиматической зоне республики влияния полного минерального (N₁₆P₁₆K₁₆) удобрения («Растворин» марки «Б»), а также созданных в институтах НАН Беларуси новых экологических препаратов - микроудобрения Наноплант-8, включающего 8 микроэлементов - Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se, и органических удобрений Экосил и Гидрогумат на физико-химические и агрохимические свойства остаточного слоя торфяной залежи под посадками генеративных растений сортов Northcountry, Bluecrop и Northland голубики высокорослой (*V. corymbosum* L.) установлено следующее.

Во всех вариантах опыта, включая контроль, в течение вегетационного периода происходило повышение в субстрате уровня гидролитической кислотности в 1,6-3,0 раза, а также снижение количества поглощенных оснований и степени насыщенности ими поглощающего комплекса соответственно в 1,4-3,7 и 1,3-2,1 раза, сочетавшееся в первом сезоне с увеличением в 1,6-9,2 раза, а во втором, напротив, со снижением в 1,1-14,2 раза содержания доступных форм основных элементов питания, особенно нитратного азота. При этом в оба сезона на фоне выраженных генотипических различий в степени воздействия опытных растений на агрохимические свойства субстрата, использование Нанопланта и органических удобрений способствовало сопоставимому с полным минеральным удобрением и даже более выраженному обогащению субстрата относительно контроля нитратным азотом при обеднении аммонийным, сочетавшимися с неоднозначными изменениями в содержании других элементов в первом сезоне, а также с преимущественной активизацией накопления подвижного фосфора и истощением запасов обменного калия во втором.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Б17-045).

Список литературы

1. Рупасова Ж.А., Яковлев А.П. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе возделывания ягодных растений сем. Ericaceae. Минск : Беларус. навука, 2011. 282 с.
2. Шабанов А.А. Биоорганические препараты Гидрогумат и Экосил – полезные компоненты в органическом земледелии [Электронный ресурс] Режим доступа. – <https://ecosil.by/a27989-ekologicheskoe-zemledeliie-rostoregulatory.html>.
3. Наумова Г.В. и др. Повышение качества растениеводческой продукции под воздействием экологобезопасных биологически активных препаратов из природного сырья // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. Гродно: ГГАУ, 2003. Т. 2. С. 12–18.
4. Томсон А.Э., Наумова Г.В. Торф и продукты его переработки. Минск: Беларус. навука, 2009. 328 с.
5. Азизбекян С.Г. Наноплант – новое отечественное микроудобрение // Наше хозяйство. 2015. №7-№ 8. С. 2–3.
6. Дрозд О.В. и др. Эффективность применения микроудобрений «Наноплант - Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» и «Наноплант - Ag» на голубике высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) // Материалы Междунар. науч.-практ. семинара «Опыт и перспективы возделывания ягодных растений семейства Брусничные на территории Беларуси и сопредельных стран». Минск, 2017. С. 50–57.
7. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения обменной и активной кислотности: ГОСТ 11623–89. – Введ. 01.01.90. М. : Изд-во стандартов, 1990. 6 с.
8. Почвы. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО ГОСТ 26212-91. – Введ. 01.07.93. М.: Изд-во стандартов, 1992. 7 с.

9. Почвы. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена : ГОСТ 27821-88. – Введ. 01.01.90. М. : Изд-во стандартов, 1992. 7 с.

10. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения нитратного азота : ГОСТ 27894.4-89. – Введ. 01.01.90. М. : Изд-во стандартов, 1989. 13 с.

11. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения аммиачного азота : ГОСТ 27894.3-89. – Введ. 01.01.90. М. : Изд-во стандартов, 1989. 11 с.

12. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения подвижных форм фосфора : ГОСТ 27894.5-88. – Введ. 01.01.90. М. : Изд-во стандартов, 1989. 8 с.

13. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения подвижных форм калия : ГОСТ 27894.6-88. – Введ. 01.01.90. М. : Изд-во стандартов, 1989. 5 с.

14. Семененко Н.Н. Агрогенная эволюция фракционного состава азота торфяных почв / Н.Н. Семененко, Е.В. Каранкевич // Земляробства і ахова раслін. 2011. № 6(79). С. 36-40.

15. Рупасова Ж.А. и др. Влияние удобрений и стимуляторов роста на развитие надземной сферы виргинильных растений голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) на выработанном торфянике низинного типа // Плодоводство: сб науч. трудов/РУП Институт плодоводства. Самохваловичи, 2018. Т. 30. – С. 186-196.

References

1. Rupasova Zh.A., Yakovlev A.P. Fitorekultivatsiya vybyvshih iz promyshlennoy ekspluatatsii torfyanyh mestorozhdenij severa Belarusi na osnove vozdeleyvaniya yagodnykh rastenij sem. Ericaceae [Phytorecultivation of peat deposits that have been left out of commercial use on the basis of cultivation of berry plants of the fam. Ericaceae in the conditions of the North of Belarus]. Minsk: Belarus. navuka, 2011, 282 p.

2. Shabanov A.A. Bioorganicheskie preparaty Gidrugumat I Ecosil – poleznye komponenty b organicheskom zemledelii [Bioorganic preparations Hidrogumat and Ekosil – useful components of organic farming]. Available at: <https://ecosil.by/a27989-ekologicheskoe-zemledelie-rostoregulyatory.html>.

3. Naumova G.V., et.al. Povyshenie kachestva rastenievodcheskoi produktsii pod vozeistviem ekologobezopasnykh biologicheskii aktivnykh preparatov iz prirodnogo syr'ia [Improving the quality of crop production under the influence of environmentally friendly biologically active preparations from natural raw materials]. Sel'skoe khozyaistvo – problem I perspektivy: sb. nauch. tr. NAN Belarusi [Agriculture - problems and prospects: a collection of scientific papers of the NAS of Belarus], 2003, №. 2, Pp. 12–18.

4. Tomson A.E., Naumova G.V. Torf I produkty ego pererabotki [Peat and its products]. Minsk: Belarus. navuka, 2009, 328 p.

5. Azizbekyan S. G. Nanoplant – novoe otechestvennoe mikroudobrenie [Nanoplant - a new domestic microfertilizer]. Nashe khozyaistvo = Our farm, 2015, №. 7–8, Pp. 2–3.

6. Drozd O.V., et.al. Effektivnost' primeneniya mikroudobrenii «Nanoplant - Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se» и «Nanoplant - Ag» na golubike vysokorosloi (*Vaccinium corymbosum* L.) [The effectiveness of the use of microfertilizers “Nanoplant - Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se” and “Nanoplant - Ag” on highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.)]. Materialy Mezhdunar. nauch.-praktich. seminar «Opyt I perspektivy vozdeleyvaniya yagodnykh rastenii semeistva Brusnichnye na territorii Belarusi I sopredel'nykh stran» [Materials International scientific and practical seminar “Experience and prospects of Cowberry family berries in Belarus and neighboring countries”]. Minsk, 2017, Pp. 50–57.

7. GOST 11623–89. Torf I produkty ego pererabotki dlya sel'skogo khozyaistva. Metody opredeleniya obmennoi I aktivnoi kislotnosti [State Standard 11623–89. Peat and products of its processing for agriculture. Methods for determining the exchange and active acidity]. Moscow, Standartinform Publ., 1990. 6 p.

8. GOST 26212-91. Pochvy. Opredelenie gidroliticheskoi kislotnosti po metodu Kappena v modifikatsii TSINAO [State Standard 26212-91. The soil. Determination of hydrolytic acidity by the Kappen method in the modification of Tsinao]. Moscow, Standartinform Publ., 1992. 7 p.

9. GOST 27821-88. Pochvy. Opredelenie summy pogloshchennykh osnovanii po metodu Kappena [State Standard 27821-88. The soil. Determination of the amount of absorbed bases by the Kappen method]. Moscow, Standartinform Publ., 1992. 7 p.

10. GOST 27894.4-89. Torf I produkty ego pererabotki dlya sel'skogo khozyaistva. Metody opredeleniya nitratnogo azota [State Standard 27894.4-89. Peat and products of its processing for agriculture. Methods for the determination of nitrate nitrogen]. Moscow, Standartinform Publ., 1989. 13 p.

11. GOST 27894.3-89. Torf I produkty ego pererabotki dlya sel'skogo khozyaistva. Metody opredeleniya ammiachnogo azota [State Standard 27894.3-89. Peat and products of its processing for agriculture. Methods for the determination of ammonia nitrogen]. Moscow, Standartinform Publ., 1989. 11 p.

12. GOST 27894.5-88. Torf I produkty ego pererabotki dlya sel'skogo khozyaistva. Metody opredeleniya podvizhnykh form fosfora [State Standard 27894.5-88. Peat and products of its processing for agriculture. Methods for the determination of mobile forms of phosphorus]. Moscow, Standartinform Publ., 1989. 8 p.

13. GOST 27894.6-88. Torf I produkty ego pererabotki dlya sel'skogo khozyaistva. Metody opredeleniya podvizhnykh form kaliya [State Standard 27894.6-88. Peat and products of its processing for agriculture. Methods for the determination of mobile forms of potassium]. Moscow, Standartinform Publ., 1988. 5 p.

14. Semenenko N.N. Agrogennaya evolyutsiya fraktsionnogo sostava azota torfyanykh pochv [Agrogenic evolution of the fractional composition of nitrogen in peat soils].

Zemlyarobstva i akhova raslin = Agriculture and plant protection, 2011, N. 6 (79), Pp. 46–40.

15. Rupasova Zh.A., et.al. Vliyanie udobrenii i stimulatorov rosta na razvitie nadzemnoi sfery virginil'nykh rastenii golubiki vysokorosloi (*Vaccinium corymbosum* L.) na vyrabotannom torfyanike nizinnogo tipa [Influence of

fertilizers and growth stimulators on the development of the overground sphere of virginial plants of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) on the opencast peatland of the lowland type]. Plodovodstvo : Sb. nauch. tr. [fruit-growing: a collection of scientific papers], 2018, № 30, Pp. 186–196.

Информация об авторах

Рупасова Жанна Александровна, член-корр. НАН Беларуси, д-р биол. наук, проф., зав. лабораторией
E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

Яковлев Александр Павлович, канд. биол. наук, зав. лабораторией
E-mail: A.Yakovlev@cbg.org.by

Белый Павел Николаевич, канд. биол. наук, ученый секретарь

Жданец Светлана Федосовна, ведущий инженер
Козырь Ольга Семеновна, ведущий инженер
ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»
Домаш Валентина Иосифовна, д-р. биол. наук, гл.н.с.
ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси»

220072. Республика Беларусь, Минск, ул. Академическая, 27

Азизбекян Сергей Гургенович, ст.н.с., руководитель группы

ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси»

220072. Республика Беларусь, Минск, ул. Сурганова, 13

Лиштван Иван Иванович, академик НАН Беларуси, д-р технич. наук, проф., гл.н.с.

ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»
220114. Республика Беларусь, Минск, ул. Ф. Скорины, 10

Карбанович Татьяна Михайловна, канд. биол. наук, зам. начальника Главного управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь

E-mail: veget@mshp.minsk.by

220030. Республика Беларусь, Минск, ул. Кирова, 15

Information about the authors

Rupasova Zhanna Aleksandrovna, Dr. Sci. Biol., Prof., Head of Department

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

Yakovlev Aleksandr Pavlovich, Cand. Sci. Biol., Assoc. Prof., Head of Department

E-mail: A.Yakovlev@cbg.org.by

Bely Pavel Nikolaevich, Cand. Sci. Biol., Scientific Secretary

Zhdanets Svetlana Fedosovna, Leading Engineer
Kozyr Ol'ga Semenovna, Leading Engineer
State Scientific Institution «Central Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Belarus»

220012, Minsk, Belarus, Surganova str., 2v

Domash Valentina Iosifovna, Dr. Sci. Biol., Chief Researcher

State Scientific Institution «V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Science of Belarus»

220072. Republic of Belarus, Minsk, Akademicheskaya str., 27.

Azizbekyan Sergey Gurgenovitch, Senior Researcher, Head of the group

State Scientific Institution «The Institute of Physical Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus»

220072. Republic of Belarus, Minsk, Surganova str., 13

Lishtvan Ivan Ivanovich, Chief Researcher, academician of National Academy of Sciences of Belarus, Dr. Sci. Tech., Professor

State Scientific Institution «Institute of nature management of the national Academy of Sciences of Belarus»

220114. Republic of Belarus, Minsk, F. Skariny str., 10.

Karbanovich Tatyana Mikhailovna, Cand. Sci. Biol., Deputy Head of the General Director of Plant Production of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus

E-mail: veget@mshp.minsk.by

220030. Republic of Belarus, Minsk, Kirova str., 15

М.А. Келдыш

канд. биол. наук, ст.н.с.

О.Б. Ткаченко

д-р. биол. наук, гл.н.с.

О.Н. Червякова

канд. биол. наук, ст. н. с.

А.Г. Кукулина

канд. биол. наук, ст.н.с.

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Главный ботанический сад
им. Н.В. Цицина Российской академии наук,
Москва

Особенности формирования инфекционного потенциала инвазионных видов растений семейства Fabaceae в условиях вторичного ареала

Представлены данные по формированию инфекционного потенциала инвазионных растений семейства Fabaceae. Основное внимание акцентировано на адаптивности грибных и вирусных патогенов в локальных популяциях *Lupinus polyphyllus* и вирусов в популяциях *Robinia pseudoacacia* и *Caragana arborescens*. Приведены сведения о видовом составе патогенов, в том числе доминирующих объектов. Обсуждаются механизмы адаптации вирусов, подчеркивается роль векторов (Aphididae) в этом процессе при передаче на несвойственные и заносные растения. Дана характеристика их биоразнообразия на *Lupinus L.* и, в целом, поражающих растения семейства Fabaceae.

Ключевые слова: инвазионные виды, фитопатогены, грибы, вирусы, векторы, *Lupinus polyphyllus*, *Robinia pseudoacacia*, *Caragana arborescens*

M.A. Keldysh

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

O.B. Tkachenko

Dr. Sci. Biol., Main Researcher

O.N. Chervyakova

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

A.G. Kuklina

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

Federal State Budgetary Institution for Science N.V.
Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of
Sciences, Moscow

Features of formation of infectious potential of invasive plant species of Fabaceae family in the conditions of secondary areal

The data on the formation of the infectious potential of invasive plants of the Fabaceae family are presented. The main focus is on the adaptability of fungal and viral pathogens in local populations of *Lupinus polyphyllus* and viruses in the populations of *Robinia pseudoacacia* and *Caragana arborescens*. Information is given on the species composition of pathogens, including dominant objects. The mechanisms of adaptation of viruses are discussed, and the role of vectors (Aphididae) in this process during transmission to unusual and alien plants is emphasized. A characteristic of their biodiversity on *Lupinus L.* and, in general, affecting plants of the Fabaceae family is given.

Keywords: invasive species, phytopathogens, fungi, viruses, vectors, *Lupinus polyphyllus*, *Robinia pseudoacacia*, *Caragana arborescens*

DOI: 10.25791/BBGRAN.03.2020.1065

Внедрение инвазионных видов растений в растительные экосистемы приводит к негативным экологическим и социально-экономическим, часто необратимым последствиям. Адвентивные виды относятся к одной из значимых угроз биоразнообразию и устойчивости природных экосистем и могут приводить к серьезным экологическим потерям. Представители семейства Fabaceae Suss. входят в пятерку лидеров по числу заносных видов в Европе и России [1].

В семействе Fabaceae высокой степенью инвазивности характеризуется люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus* Lindl.) – травянистый короткоживущий многолетник высотой до 0,8-1,5 м с мощной корневой системой. Естественный ареал вида находится на западе Северной Америки [2]. В XIX столетии люпин многолистный был интродуцирован в Европу и уже к началу XX века натурализовался в 15 странах [3,4]. На территории Средней России *L. polyphyllus* закрепился к середине XX века, когда

его начали активно высаживать с целью улучшения малопродуктивных почв, а также для получения питательного фуража животным [1]. В результате «бегства» из сельскохозяйственных угодий он стал опасным видом, образующим инвазионные популяции, особенно обширные в Смоленской, Калужской и Московской областях. В настоящее время этот вид продолжает продвигаться в новые регионы и входит в Топ-100 агрессивных инвазионных видов России [5]. В местообитаниях наиболее массового произрастания *L. polyphyllus* негативно влияет на сохранение естественного биоразнообразия. Сопутствующие виду новые несвойственные для того или иного региона возбудители заболеваний, вредители и векторы вирусов создают дополнительную угрозу. В качестве мер ограничения вредоносности *L. polyphyllus* предлагается комплекс мероприятий, включающий превентивные (организационные, просветительские), механические (удаление растений) и химические (обработка гербицидами) методы [6]. Следует подчеркнуть, что к настоящему времени отсутствуют корректные данные об эффективных биоагентах, способных регулировать численность инвазионных видов семейства Fabaceae и, в том числе *Lupinus polyphyllus* Lindl. Однако в ряде работ просматриваются подходы к возможности использования биоконтроля, в частности инвазионного вида *L. polyphyllus*. Так, в условиях Новой Зеландии на люпинах были идентифицированы четыре патогена *Pleiochaeta setosa* Kiren., *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz & Sacc., *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth и *Fusarium heterosporium* Nees, которые наряду с *Ascochyta pisi* Lib., *Sclerotinia sclerotium* Lib. и *S. minor* Jagger, на основании тестов по патогенности рассматриваются авторами в качестве перспективных для получения биогербицидов [7, 8].

В рамках настоящей публикации мы не ставим целью акцентировать внимание на классической стратегии биоконтроля инвазионных видов, суть которой состоит в импорте узкоспецифичных (специализированных) патогенов и фитофагов, способных к самостоятельному распространению из точек интродукции к целевым объектам для их подавления [9]. При этом скрининг вредных организмов на родине заносного растения и в стране интродукции, тщательное тестирование вирулентности, патогенности, вредоносности является ключевым звеном технологии биоконтроля. Следует при этом отметить, что для инвазионных видов семейства бобовых такие данные отсутствуют. В целом, проблема биоконтроля более многогранна и включает и иные составляющие, например, производство биопрепаратов, которая также, в свою очередь, предполагает глубокое понимание биоэкологии, биохимии, физиологии их продуцентов и целый ряд других вопросов [9,10].

Преимущество биоконтроля в очагах концентрации адвентивных видов было бы несомненным, чему существует множество хрестоматийных примеров относительно как растений, так и животных. Исходя из современной агроэкологической концепции борьба с инвазионными видами и злостными сорняками должна строиться на основе биоценотических особенностей формирования и развития фитоценоза в целом и его адвентивного компонента.

Использование биологических методов также должно быть основано на биоценотических принципах, то есть необходимо учитывать многообразие и сложность связей в системе «триатрофа», что в свою очередь, естественно предполагает, что научно обоснованную систему контроля инвазионных видов растений в экосистемах невозможно внедрить без знания видового состава вредных и полезных организмов, их биоэкологических особенностей и динамики распространения в конкретных условиях.

В этой связи основной целью настоящих исследований явилось изучение уровня адаптивности грибных и вирусных патогенов в локальных популяциях *L. polyphyllus* в условиях Московской области (Истринский район), а также распространения вирусов в популяциях *Robinia pseudoacacia* и *Caragana arborescens* (Москва). По литературным данным на *Lupinus* зарегистрировано около 20 факультативных и облигатных возбудителей грибной этиологии [11,12,13]. Вместе с тем, есть сведения о видовом составе патогенов и членистоногих, в том числе и на древесных инвазионных видах *Amorpha fruticosa* L., *Caragana arborescens* Lam. и *Robinia pseudoacacia* L., которые также входят в список 100 наиболее агрессивных инвазионных видов [14,15,16,17].

В результате системного мониторинга и комплексной фитосанитарной экспертизы в популяции *L. polyphyllus* нами выявлено 9 возбудителей грибной этиологии: *Phyllosticta lupinocola* Roth., *Helminthosporium rhopaloides* Fries., *Pleiochaeta setosa* Kiren., *Sclerotinia sclerotium* (Lib.) De Bary, *Botrytis cinerea* Fr., *Erysiphe communis* Grev. f. *lupine* Roum., *Uromyces lupinicola* Bubak., *U. renovates* Syd., *Fusarium oxysporum* Schl. При формировании общего инфекционного фона уровень адаптивности – степень вредоносности, скорость нарастания и развития инфекции, частота встречаемости различались в зависимости от генотипа и вида возбудителя. Доминировали возбудители цератофороза (*Pleiochaeta setosa* Kirch.), серой гнили (*Botrytis cinerea* Fr.) и облигатный паразит (биотроф), возбудитель мучнистой росы (*Erysiphe communis* Grev. f. *lupini* Roum.) (Рис. 1а,б,в). В единичных случаях зарегистрирован возбудитель ржавчины (*Uromyces lupinicola* Bubak.). Другие вышеперечисленные патогены, не преобладают в патосистемах люпина, то есть находятся на начальном этапе адаптации.

В тестируемых локальных популяциях *L. polyphyllus* нами выявлен широкий спектр патологических признаков – мозаика, полосчатость, желтухи, узолистность, некрозы характерные для проявления вирусных инфекций (Рис. 2-6). В результате оценки зараженности генотипов *L. polyphyllus* методом ИФА диагностировано пять вирусов – Tobacco mosaic Tobamovirus, Cucumber mosaic Cucumovirus, Bean yellow mosaic Potyvirus, Bean common mosaic Potyvirus, Pea enation mosaic Umbravirus. В популяциях древесных растений семейства Fabaceae *Robinia pseudoacacia* L. и *Caragana arborescens* Lam. идентифицированы Arabis mosaic Nepovirus, Tobacco ring spot Nepovirus, BYMV, CMV, Tomato aspermy Cucumovirus, AMV, Soybean mosaic Potyvirus. При этом зарегистрировано



а) Первичные симптомы поражения



б) Поражение листа полностью



в) Чёрные точки – плодовые тела (клейстотеции) с сумками, в которых образуются аскоспоры

Рис. 1. Поражение люпина многоцветкового мучнистой росой (возб. *Erysiphe communis* f. *lupini*)



Рис. 2. Симптомы смешанной инфекции Tobacco mosaic virus и Bean yellow mosaic virus



Рис. 3. Проявление Bean yellow mosaic virus



Рис. 4. Симптомы, вызванные комплексной инфекцией Cucumber mosaic virus и Tobacco mosaic virus



Рис. 5. Внешние признаки Tobacco mosaic virus и Pea enation mosaic virus



Рис. 6. Симптомы Tobacco mosaic virus

преобладание комплексных и латентных инфекций с участием как типичных, так и несвойственных возбудителей. Проведенный комплексный вирусологический анализ распространения вирусных патогенов на инвазионных древесных растениях семейства бобовых показывает, что наиболее распространены BYMV, CMV и TAV составляющие более 50% выявляемых изолятов, значительно менее распространены представители Неро вирусов, в частности TRSV и ArMV, обнаруживаемые лишь в 7-8% образцов. На бобовых нами впервые диагностированы Potato X Potexvirus, Potato Y Potyvirus, Brome mosaic Bromovirus. Показано, что, как правило, в составе смешанных инфекций преобладают, патогены с мультивариантным способом передачи.

К настоящему времени достаточно полно в литературе освещены вопросы, связанные с распространением вирусных патогенов на промышленных, в основном, плодово-ягодных культурах, тогда как на декоративных и лесных, а также вводимых в культуру и нетрадиционных видах они достаточно ограничены. Тем не менее, виды *R. pseudoacacia* и *C. arborescens* отмечены в качестве носителей целого ряда вирусов [18,19, 20, 21].

Характер распространения вирусов зависит от биотических и абиотических факторов, от способов их передачи, биоэкологических параметров, взаимоотношений компонентов смешанных инфекций. Одним из факторов адаптивности вирусов, расширения спектра поражаемых видов растений и, в том числе, инвазионных, а также инициации формирования новых паразитарных комплексов являются векторы [22]. В частности, у целого ряда энтомофильных вирусов выявлены неспецифические виды переносчиков, кормовые связи которых способствуют их адаптации к новым растениям, вовлекаемым в патосистему [23,24]. Уровень векторной специфичности обусловлен различными механизмами, зависит от вида, расы, биотипа насекомых из различных географических регионов, трофического уровня, вида вируса, типа штамма и, наконец комбинаций последних с переносчиками [25,26]. Более того, по мнению Садерги с соавторами [27], например векторный фенотип штаммов Barley yellow dwarf Luteovirus не может быть достоверно охарактеризован, в связи с наличием большого разнообразия видов *Aphididae* как потенциальных векторов. По нашему мнению данный тезис справедливо отнести к большинству афидофильных патогенов. Иными словами, специфичность векторов, равно как и отсутствие способности к приобретению виоформности не является абсолютной категорией.

Многие вирусы, поражающие бобовые растения, имеют широкий круг растений хозяев. Поэтому инфицирование может происходить от самых разнообразных носителей представителей различных семейств цветковых растений посредством не только специфических переносчиков, но и мигрирующих стадий различных видов тлей. Распространение вирусов, поражающих растения семейства Fabaceae происходит посредством широкого спектра представителей преимущественно полифагов *Aphididae*. Среди активных специфических векторов насчитывается

более 10 видов, а с учетом мигрантов (неспецифических) около 40-50 видов [28].

Состав фауны активных и потенциальных векторов на бобовых растениях различается в зависимости от региона, типа экосистем и экологических факторов. В качестве наиболее массовых и распространенных видов нами отмечены *Aphis fabae* Scop., *A. craccivora* Koch., *Macrosiphum pisum* Raltz., *M. euphorbiae* Thom., *Myzus persicae* Sulz., которые составляют 50-70% в сборах. В составе фауны переносчиков представлены и виды, приуроченные к древесным растениям как основным хозяевам – *Aphis pomi* De Geer., *A. sambuci* L., *Acyrtosiphon caragana* Shol., *Phorodon humulis* Smk., *Rhopalosiphum padi* Kalt., *Myzus cerasi* F., *Brachycaudus cardui* L., а также виды специфичные для иных (не бобовых) травянистых растений.

Корректные детальные данные по исследованию фауны векторов и их взаимоотношений с вирусами на инвазионных видах бобовых, специализации представителей *Aphididae* и, в том числе на *L. polyphyllus* отсутствуют. В доступных нам источниках, например, приведены сведения о корреляции присутствия видов *M. persicae* и *Rh. padi* L. с распространением BYMV в полевых условиях на альтернативных хозяевах *Trifolium subterraneum* и *Lupinus angustifolius* [29]. В результате мониторинга вредителей в популяциях *L. albus* были выявлены *Delia platura* (Anthomyiidae), *Macrosiphum albifrons* и *M. euphorbia* (Aphididae) [31]. По данным Норриса [30] девять видов тлей *M. persicae*, *Aphis laburni*, *A. citricidis*, *Pentatrichopus tetrarhodus*, *Canariella acgopodii*, *Macrosiphum gei*, *M. rosae*, *A. gossypii*, *Rhopalosiphum pseudobumssicae* проявили способность к передаче Pea mosaic virus на *L. varius*, *L. angustifolius*, *L. albus*, *L. mutabilis* и *L. luteus* в условиях Западной Австралии. Естественное инфицирование *L. luteus* BCMV и BYMV в полевых условиях отмечено в Центральной Европе (Польша) [32].

Передача вирусов семенами люпина составляет 16-22%. Следует подчеркнуть, что именно в семействе бобовых зарегистрировано наибольшее число вирусов, передаваемых через семена в максимальном проценте. Нами на растениях *L. regalis* с симптомами мозаики и коричневой пятнистости диагностированы вирусы желтой мозаики фасоли (BYMV) и стрика табака (Tobacco streak virus) [33]. Показано, что к вирусу мозаики сои (SMV) восприимчивы виды *L. albus* и *L. angustifolius* L. В качестве носителей вирусов отмечены и другие виды люпина, так из *L. termis* выделен вирус мозаики гороха (PMV), *L. albus* – вирус мозаики сои (SMV) [34], а из *L. polyphyllus* – вирус огуречной мозаики (CMV). В целом, анализ биоразнообразия вирусов, известных к настоящему моменту на видах бобовых растений, проведенный нами на основе литературных данных и согласно списку вирусов растений [35] свидетельствует о том, что на *Lupinus* известны два специфических вируса – *Lupin leaf curl* Begomovirus и *Lupin yellow vein* Nucleorabdovirus. Основными поражаемыми видами являются соответственно: *L. albus*, *L. cosentinii* Guss., *L. angustifolius*, *L. luteus*, *L. hartwegii* W. и *L. polyphyllus* × *L. arboreces*, для которого последний строго специфичен.

Защита растений

Вместе с тем установлено, что в целом виды люпина восприимчивы к 26 вирусам 9 родов (2 из них в полной мере не классифицированы). 10 передаются механическим путем, при контакте, 7 распространяются семенами, 3 – через пыльцу, 18 – насекомыми. Подавляющее большинство 15 – представителями *Aphididae*, 3 – *Chrysomelidae*, 1 – *Aleyrodidae* и 1 – посредством *Dorylamidae*. В основном это полигостальные возбудители различного таксономического ранга с широким спектром растений хозяев, но различающиеся по своей вирулентности, контагиозности, особенностям циркуляции в различных экологических системах.

Если обратиться к анализу биоразнообразия вирусов, в целом поражающих растения в пределах семейства *Fabaceae*, становится очевидным наличие аналогичных закономерностей, но более широкого масштаба. Это большее количество видов переносчиков (дополнительно представителей *Cicadinea* и *Chytridiales*); вирусов (около 50) представителей 14 родов, преимущественно полигостальных; строго специфичных по отношению к 1 одному виду (культуре) на современном этапе развития науки известно всего 9-10. При этом дифференциация по восприимчивости к отдельным вирусным патогенам зарегистрирована на уровне видов, культур и сортов бобовых

Таблица 1. Таксономическая структура спектра вирусов бобовых растений

| Семейство | Род | Число вирусов |
|--------------------|-------------------|---------------|
| Bromoviridae | Alfamovirus | 1 |
| | Bromovirus | 3 |
| | Comovirus | 8 |
| | Fabavirus | 2 |
| | Pomovirus | 1 |
| Caulimoviridae | --- ² | 2 |
| | Badmavirus | 1 |
| Closteroviridae | Closterovirus | 1 |
| Flexiviridae | Carlavirus | 2 |
| | Potexvirus | 2 |
| | Tobravirus | 1 |
| Luteoviridae | --- ² | 1 |
| Geminiviridae | Begomovirus | 8 |
| | Mastervirus | 1 |
| | Umbravirus | 1 |
| Partitiviridae | --- ² | 1 |
| | Alfacryptovirus | 5 |
| | Betacryptovirus | 2 |
| Rhabdoviridae | Betacryptovirus | 1 |
| | Sobemovirus | |
| | Nucleorhabdovirus | 5 |
| Tombusviridae | Carmovirus | 1 |
| | Dianthovirus | 1 |
| --- | Pecluvirus | 1 |
| Alfasatellitidae* | Fabenesatellite | 1 |
| | Alphasatellite | 3 |
| | Mivedwarsatellite | 4 |
| | Clostunsatellite | 1 |
| | Subelovsatellite | 1 |
| Secoviridae* | Nepovirus | 1 |
| Deltaflexiviridae* | Deltaflexivirus | 1 |
| Alfaflexiviridae* | Alexvirus | 2 |

¹ Не определено семейство.

² Не определён род.

растений. Следует подчеркнуть, что к настоящему времени достаточно полно освещены в литературе вопросы, связанные с видовым составом вирусов на бобовых культурах, имеющих сельскохозяйственное значение.

Глубоких, детальных, а тем более системных исследований вредных организмов инвазионных растений сем. Fabaceae в условиях их вторичного ареала не проводилось. Информация исчерпывается в основном констатацией их присутствия на том или ином виде (культуре) вне связи с их биоэкологическими характеристиками и иными свойствами. В отношении вирусных патогенов сведения весьма ограничены, за исключением вышеприведенных данных.

Имеющийся к настоящему времени фактический материал дает основание полагать, что процессы адаптации патогенов и вредителей к инвазионным растениям в зонах их натурализации обусловлены регуляторными механизмами различного уровня. К комплексу факторов, определяющих эти процессы относятся типы экосистем, экологические условия, действие антропогенных составляющих, наличие таких биоагентов как паразиты, хищники, антагонисты, напряженность конкурентных отношений с другими вредными организмами; наличие (или отсутствие) в составе флоры растений систематически близких инвазионным и сходных по морфологическим и физиологическим свойствам.

В рамках настоящей публикации мы также не ставим целью представить полный обзор литературы по вирусным болезням бобовых культур, их конкретным видам, особенностям распространения и патогенеза. В представляемом материале на примере лишь одного семейства цветковых растений и отдельных его представителей акцентируется внимание на широком биоразнообразии вирусов, их адаптивности и изменчивости (адаптации к новым видам растений). В таблице представлен количественный спектр вирусов, идентифицированных на том или ином растении семейства бобовых в связи с их таксономической иерархией. Вирусы различаются по уровню специфичности и вирулентности, а круг растений – хозяев целого ряда из них далеко не исчерпывается представителями семейства Fabaceae. С другой стороны на последних широко распространены полигостальные вирусные патогены, специфичные для других видов растений. Видовой и внутривидовой состав вредных организмов и, вирусов в частности, не остается константным, а постоянно трансформируется, наблюдаются изменение соотношения и структуры популяций, смена доминирующих видов, появление и адаптация новых вариантов [21,23,24]. Так, только на представителях бобовых растений идентифицировано за последние годы 14 новых видов вирусов (Табл. 1).

Следует подчеркнуть, что экологические последствия, вызываемые инвазионными видами, весьма многогранны, а составляющая, связанная с переносом новых вредных организмов, не исчерпывает их негативной роли.

Характер распространения вирусов определяется способами их передачи, типом циркуляции, их биоэкологическими параметрами, особенностями взаимоотношений

компонентов комплексных инфекций. Инвазионные виды при интеграции в природные и антропогенные экосистемы вовлекаются в процесс циркуляции в качестве новых восприимчивых видов, несвойственных хозяев и носителей опасных и доминирующих инфекций, тем самым увеличивая возможность заражения и их распространения. Таким образом, инвазионная растительная компонента экосистем является одним из триггеров формирования инфекционного потенциала, обуславливающим изменения их фитосанитарного состояния и устойчивости.

**Работа выполнена в рамках Госзадания ГБС РАН
№19-119080590035-9.**

Список литературы

1. Виноградова Ю.К., Куклина А.Г., Ткачёва Е.В. Инвазионные виды растений семейства бобовых Люпин, Галега, Робиния, Аморфа, Карагана. М.: АБФ, 2014. 304 с.
2. Aniszewski T. Nutritive quality of the alkaloid-poor Washington lupin (*Lupinus polyphyllus* Lindl var. SF/TA) as a potential protein crop // Journal of the Science Food Agriculture. 1993. Vol. 61. Iss. 4. Pp. 409-421. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740610406>
3. Weik L., Kaul H.-P., Kübler E., Aufhammer W. Grain Yields of Perennial Grain Crops in Pure and Mixed Stands // Journal Agronomy Crop Science. 2002. Vol. 188, Iss. 5. Pp. 342-349. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2002.00580.x>
4. Виноградова Ю.К., Куклина А.Г. Ресурсный потенциал инвазионных видов растений. Возможности использования чужеродных видов. М: ГЕОС, 2012. 186 с.
5. Морозова О.В., Виноградова Ю.К. *Lupinus polyphyllus* – Люпин многолистный // Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) . М.: Т-во научных изданий КМК, 2018. С. 178-187.
6. Ткачева Е.В. Вниманию: люпин. М.: ГЕОСБ, 2010. 12 с.
7. Harley S.C. Studies on the growth and development of the hyphomycete *Pleiochaeta setosa*, a pathogen of lupins. PhD thesis. Bristol University. 1975. 130 p.
8. Harvey I.C., Seyb A.M., Warren A.F., Wan Den Ende H. The Biological control with Endemic Plant pathogens . Proc. 49th No. 2 Plant protection Conf. 1996. Pp. 119-125. https://www.nzpps.org/terms_of_use.html
9. Берестецкий А.О. Перспективы развития биологических и биорациональных гербицидов // Вестник защиты растений. 2017. Т. 1(91). С. 5-12.
10. Glare T.R., Gwynn R.L., Moran-Diez M.E. Development of Biopesticides and Future Opportunities. In: Glare T., Moran-Diez M. (eds) Microbial-Based Biopesticides. Methods in Molecular Biology. Vol. 1477. New York: Humana Press, 2016. Pp. 211-221.
11. Boland C.J., Hall R. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum* // Can. Journ. Plant Pathol. 2009. Vol. 16. Iss. 2. Pp. 93-108. <https://doi.org/10.1080/07060669409500766>
12. Cowling W.A., Sweetingham M.W., Diepeveen D., Cullis B.R. Heritability of resistance to brown spot and root rot of narrow-leaved lupins caused by *Pleiochaeta setosa* (Kirchn) Hungen in field experiments // Plant Breeding. 2006. Vol. 116, No. 4. Pp. 341-345. DOI: 10.1111/j.1439-0523.1997.tb01009.x
13. Мелькумов Г.М. Гербарий микромицетов кафедры ботаники и микологии Воронежского государственного университета. Микология и фитопатология. 2015. Вып. 49. №1. С. 56-62.
14. Гниненко Ю.И. Новый вредитель белой акации // Защита и карантин растений. 2007. № 10. С. 42-43.
15. Гниненко Ю.И., Юрченко Г.И. Белоакциевая листовая галлица – уже в России // Защита и карантин растений. 2009. № 7. С. 28-29.

16. Мухина Л.Н., Серая Л.Г., Беляева Ю.Е. Вредители и болезни деревьев и кустарников семейства Fabaceae Lindl. в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН // Мат. Всерос. науч. конф. с межд. участием, посв. 80-летию со дня рождения акад. Л.Н. Андреева «Ботанические сады в современном мире: теоретические и практические исследования» (5-7 июля 2011 г., Москва). М.: Товарищество науч. изд. КМК. 2011. С. 486-490.
17. Ткаченко О.Б., Келдыш М.А., Каштанова О.А. и др. Защита древесных растений от возбудителей болезней и вредителей. М.: Из-во РАН. 2018. 336 с.
18. Cooper J.I. The possible role of amenity trees and shrubs as virus reservoirs in the United Kingdom. In: Plant pathogenic virus, bacteria and fungi. New York: Acad. Press, 1981. Pp. 79-88.
19. Cooper J.I. Virus diseases of trees and shrubs. Cambridge: Inst. Terestr. Scol., 1979. 186 p.
20. Келдыш М.А., Помазков Ю.И. Вирусные и микоплазменные болезни древесных растений. М.: Наука, 1985. 132 с.
21. Келдыш М.А., Червякова О.Н. Особенности распространения и адаптивности вирусов в экосистемах древесных растений. Древесные растения: фундаментальные и прикладные исследования. 2013. Вып. 2. С. 46-54.
22. Keldish M., Pomazkov Y., Arushanova E., Chervyakova O. Vectors as a factor in widening host range for viruses of fruit trees and small fruit crops (some factors of virus epidemiology) // Acta Hort. 472. 1998. Vol. 1. Pp. 147-153.
23. Келдыш М.А., Помазков Ю.И., Червякова О.Н. Направление адаптаций и развитие новых патосистем «вирус-переносчик-хозяин» // Взаимодействие паразита и хозяина. М.: Ин-т паразитологии РАН, 1999. С. 31-39.
24. Келдыш М.А., Помазков Ю.И., Червякова О.Н. Вариативность вирусов в экосистемах. Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования. Мат. Всерос. науч. конф. с межд. участ. М. 2011. С. 256-261.
25. Gildow F.E. Virus-Membrane Interaction Involved in Circulative Transmission of Luteoviruses by Aphids. In: Current topics in vector research. 1987. Vol. 4. Pp. 93-120.
26. Келдыш М.А., Помазков Ю.И. Особенности формирования видового состава вирусов в искусственных экосистемах // Бюл. Гл. Ботан. Сада. 1986. Вып. 139. С. 71-76.
27. Sadeghi E., Dedryver C.F., Riault G., Gauthier J.P. Variation in transmission of two BYDV-MAV isolates by multiple clones of *Rhopalosiphum padi* L. // European Journal Plant Pathology. 1997. Vol. 103. Pp. 515-519.
28. Eastop V.F. Worldwide importance of aphids as virus vectors. In: Aphids as virus vectors. (K.F. Harris and K. Maramorosch, eds.). New York: Acad. Press, 1977. Pp. 3-62.
29. McKirdy S.J., Jones R.A.C. Occurrence of alfalfa mosaic and subterranean clover redleaf viruses in legume pastures in Western Australia // Australian Journal Agricultural Research. 1995. Vol. 46. Pp. 763-774.
30. Norris D.O. Pea mosaic on *Lupinus varius* L. and other species in Western Australia // Bull. of the Council for Scientific and Industrial Research Australia. 1943. Vol. 170. 27 p.
31. Ferguson A.W. Pests and plant injury on lupins in the south of England // Crop Protection. 1994. Vol. 13. No 3. Pp. 201-210.
32. Frencl I., Pospieszny H. Viruses in natural infections of yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) in Poland. III. Alfalfa mosaic virus (AMV) // Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae. 1979. Vol. 14. Pp. 269-278.
33. Келдыш М.А., Червякова О.Н. Распространение вредных организмов на инвазионных видах растений // Бюл. Гл. Ботан. Сада. 2017. Вып. 203, № 2. С. 49-54.
34. Plant Virus Online Vide Database <https://web.archive.org/web/20060830145354/http://image.fs.u>
35. Plant Virus Online Vide Database <https://web.archive.org/web/20061208091915/http://image.fs.u>

References

1. Vinogradova Yu.K., Kuklina A.G., Tkachyova E.V. Invazionnye vidy rasteniy semeystva bobovykh Lupin. Galega. Robinia, Amorfa, Karagana [Invasive plant species of the legume family Lupine. Galega, Robinia, Amorpha, Karagana]. Moscow: Publishing House "ABF". 2014. 304 p.
2. Aniszewski T. Nutrive quality of the alkaloid-poor Washington lupin (*Lupinus polyphyllus* Lindl var. SF/TA) as a potential protein crop // Journal of the Science Food Agriculture. 1993. Vol. 61. Iss. 4. Pp. 409-421. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740610406>
3. Weik L., Kaul H.-P., Kübler E., Aufhammer W. Grain Yields of Perennial Grain Crops in Pure and Mixed Stands // Journal Agronomy Crop Science. 2002. Vol. 188. Iss. 5. Pp. 342-349. <https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2002.00580.x>
4. Vinogradova Yu.K., Kuklina A.G. Resursnyy potentsial invazionnykh vidov rasteniy. Vozmozhnosti ispol'zovaniya chuzherodnykh vidov [Resource potential of invasive plant species. Possibilities of using alien species]. Moscow: Publishing house "GEOS", 2012. 186 p.
5. Morozova O.B., Vinogradova Yu.K. *Lupinus polyphyllus* – Lupin mnogolistnyy [*Lupinus polyphyllus* – many-leaved lupine] // Samye opanye invazionnye vidy Rossii (TOP-100) [The most dangerous invasive species of Russia (TOP-100)]. Moscow: Publishing House "KMK Moskva Scientific Press LTD". 2018. Pp. 178-187.
6. Tkachyova E.V. Vnimanie: lupin [Attention: lupins] Moscow: Publishing House "GEOSB", 2010. 12 c.
7. Harley S.C. Studies on the growth and development of the hyphomycete *Pleiochaeta setosa*, a pathogen of lupins. PhD thesis. Bristol University. 1975. 130 p.
8. Harvey I.C., Seyb A.M., Warren A.F., Wan Den Ende H. The Biological control with Endemic Plant pathogens. Proc. 49th No. 2 Plant protection Conf. 1996. Pp. 119-125. https://www.nzpps.org/terms_of_use.html
9. Berestetskiy A.O. Perspektivy razvitiya biologicheskikh i bioratsional'nykh gerbitsidov (Prospects for the development of biological and biorational herbicides) // Vestnik zashchity rasteniy (Plant Protection Bulletin). 2017. T. 1(91). Pp. 5-12.
10. Glare T.R., Gwynn R.L., Moran-Diez M.E. Development of Biopesticides and Future Opportunities. In: Glare T., Moran-Diez M. (eds) Microbial-Based Biopesticides. Methods in Molecular Biology. Vol. 1477. New York: Humana Press, 2016. Pp. 211-221.
11. Boland C.J., Hall R. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum* // Can. J. Plant Pathol. 2009. Vol. 16, Iss. 2. P. 93-108. <https://doi.org/10.1080/07060669409500766>
12. Cowling W.A., Sweetingham M.W., Diepeveen D., Cullis B.R. Heritability of resistance to brown spot and root rot of narrow-leaved lupins caused by *Pleiochaeta setosa* (Kirchn) Hungen in field experiments // Plant Breeding. 2006. Vol. 116, No. 4. Pp. 341-345. DOI: 10.1111/j.1439-0523.1997.tb01009.x
13. Mel'kumov G.M. Gerbariy mikromitsetov kafedry botaniki i mikologii Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta [Herbarium of micromycetes of the Department of Botany and Mycology, Voronezh State University]. Mikologiya i Fitopatologiya [Mycology and Phytopathology]. 2015. Vyp. 49, No. 1. Pp. 56-62.
14. Gninenko Yu.I. Novyy vreditel' beloy akatsii [New White Acacia Pest] // Zashchita i karantin rasteniy [Plant Protection and Quarantine]. 2007. No. 10. Pp. 42-43.
15. Gninenko Yu.I., Yurchenko G.I. Beloakatsievaya listovaya gallitsa – uzhe v Rossii [White acacia leaf gallica - already in Russia] // Zashchita i karantin rasteniy [Plant Protection and Quarantine]. 2009. No. 7. Pp. 28-29.
16. Mukhina L.N., Seraya L.G., Belyaeva Yu.E. Vrediteli i bolezni derev'ev i kustarnikov semeystva Fobaceae Lindl. v Glavnom botanicheskom sadu im.N.V. Tsitsina RAN [Pests and diseases of trees and shrubs of the family Fobaceae Lindl. in the Main Botanical Garden named after. N.V. Tsitsin RAS] // Mat. Vseros. nauch. konf.

c mezd. uchastiem. posv. 80-letiyu so dnya rozhdeniya akad. L.N. Andreeva «Botanicheskie sady v sovremennom mire: teoreticheskie i prakticheskie issledovaniya» [«Botanical gardens in the modern world: theoretical and practical research»] (July 5-7, 2011, Moscow). Moscow: Publishing House "KMK Moskva Scientific Press LTD", 2011. Pp. 486-490.

17. Tkachenko O.B., Keldysh M.A., Kashtanova O.A., Seraya L.G., Chervyakova O.N., Treyvas L.Yu., Kozarzhevskaya E.F. *Zashchita drevesnykh rasteniy ot vzbuditeley bolezney i vreditely* [Protection of woody plants from pathogens and pests]. Moscow: Publishing House "RAS", 2018. 336 p.

18. Cooper J.I. The possible role of amenity trees and shrubs as virus reservoirs in the United Kingdom. In: Plant pathogenic virus, bacteria and fungi. New York: Acad. Press. 1981. Pp. 79-88.

19. Cooper J.I. Virus diseases of trees and shrubs. Cambridge: Inst. Terestr. Scol., 1979. 186 p.

20. Keldysh M.A., Pomazkov Yu.I. *Virusnye i mikoplazmennye bolezni drevesnykh rasteniy* [Viral and mycoplasma diseases of woody plants]. Moscow: Publishing House "Science". 1985. 132 p.

21. Keldysh M.A., Chervyakova O.N. *Osobennosti rasprostraneniya i adaptivnosti virusov v ekosistemakh drevesnykh rasteniy* [Features of the spread and adaptability of viruses in ecosystems of woody plants]. *Drevesnye rasteniya: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya* [Woody plants: basic and applied research]. 2013. Vyp. 2. Pp. 46-54.

22. Keldish M., Pomazkov Y., Arushanova E., Chervyakova O. Vectors as a factor in widening host range for viruses of fruit trees and small fruit crops (some factors of virus epidemiology) // *Acta Hort.* 472. 1998. Vol. 1. Pp. 147 - 153.

23. Keldysh M.A., Pomazkov Yu.I., Chervyakova O.N. *Napravlenie adaptatsiy i razvitiye novykh patosistem «virus-pereenoschik-hozyain»* [Adaptation direction and development of new «virus-vector-host» pathosystems] // Sb. statey "Vzaimodeystvie parazita i khozyaina" [Digest of articles "The interaction of the parasite and the host"]. In: *Institut parazitologii RAN* [Institute of Parasitology RAS], 1999. Pp. 31-39.

24. Keldysh M.A., Pomazkov Yu.I., Chervyakova O.N. *Variabel'nost' virusov v ekosistemakh* [Variability of viruses in ecosystems]. *Mat. Vseros. nauch. konf. s mezd. uchastiem, posv. 80-letiyu so dnya rozhdeniya akad. L.N. Andreeva «Botanicheskie sady v sovremennom mire: teoreticheskie i prakticheskie issledovaniya»* [«Botanical gardens in the modern world: theoretical and practical

research»] (July 5-7, 2011, Moscow). Moscow: Publishing House "KMK Moskva Scientific Press LTD", 2011. Pp. 256-261.

25. Gildow F.E. Virus-Membrane Interaction Involved in Circulative Transmission of Liteoviruses by Aphids. In: *Current topics in vector research*. K.F. Harris ed. 1987. Vol. 4. Pp. 93-120.

26. Keldysh M.A., Pomazkov Yu.I. *Osobennosti formirovaniya vidovogo sostava virusov v iskusstvennykh ekosistemakh* [Features of the formation of the species composition of viruses in artificial ecosystems] // *Bul. Main Botan. Garden* [Bul. Gl. Botan. Sada]. 1986. Vyp. 139. Pp. 71-76.

27. Sadeghi E., Dedryver C.F., Riault G., Gauthier J.P. Variation in transmission of two BYDV-MAV isolates by multiple clones of *Rhopalosiphum padi* L. // *European Journal of Plant Pathology*. 1997. Vol. 103. Pp. 515-519.

28. Eastop V.F. Worldwide importance of aphids as virus vectors. In: *Aphids as virus vectors*. (K.F. Harris and K. Maramorosch, eds.). New York: Acad. Press. 1977. Pp. 3-62.

29. McKirdy S.J., Jones R.A.C. Occurrence of alfalfa mosaic and subterranean clover redleaf viruses in legume pastures in Western Australia // *Australian Journal of Agricultural Research*. 1995. Vol. 46. Pp. 763-774.

30. Norris D.O. Pea mosaic on *Lupinus varius* L. and other species in Western Australia // *Bull. of the Council for Scientific and Industrial Research Australia*. 1943. Vol. 170. 27 p.

31. Ferguson A.W. Pests and plant injury on lupins in the south of England // *Crop Protection*. 1994. Vol. 13, No 3. Pp.201-210.

32. Frenzel I., Pospieszny H. Viruses in natural infections of yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) in Poland. III. Alfalfa mosaic virus (AMV) // *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 1979. Vol. 14. Pp. 269-278.

33. Keldysh M.A., Chervyakova O.N. *Rasprostraneniye vrednykh organizmov na invazionnykh vidakh rasteniy* [The spread of pests on invasive plant species] // *Bul. Gl. Botan. Sada*. [Bul. Main Botan. Garden] 2017. Iss. 203, No. 2. Pp. 49-54.

34. Plant Virus Online Vide Database <https://web.archive.org/web/20060830145354/http://image.fs.u>

35. Plant Virus Online Vide Database <https://web.archive.org/web/20061208091915/http://image.fs.u>

Информация об авторе

Келдыш Марина Александровна, канд. биол. наук ст.н.с.

E-mail: k.marina2009@mail.ru; m.keldish@gbsad.ru

Ткаченко Олег Борисович, д-р. биол. наук, гл.н.с.

E-mail: otkach@postman.ru

Червякова Ольга Николаевна, канд. биол. наук, ст.н.с.

E-mail: cherolya@mail.ru

Куклина Алла Георгиевна, канд. биол. наук ст.н.с.

E-mail: alla_gbsad@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук.

127276. Российская Федерация, Москва, Ботаническая ул., д. 4

Information about the author

Keldysh Marina Aleksandrovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: k.marina2009@mail.ru; m.keldish@gbsad.ru

Tkachenko Oleg Borisovich, Dr. Sci. Biol., Main Researcher.

E-mail: otkach@postman.ru

Chervyakova Olga Nikolaevna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: cherolya@mail.ru

Kuklina Alla Georgievna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher.

E-mail: alla_gbsad@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences.

127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. При направлении материалов для публикации в журнале необходимо заполнить карточку «Сведения об авторе» (на русском и английском языках). Пример. Адрес регистрации: 111222, Москва, ул. генерала Авдеева, дом 2, корпус 4, квартира 444. 111222, Moscow, street of General Avdeeva, the house 2, building 4, apartment 444.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Дата и место рождения _____

Адрес регистрации (прописки) по паспорту с указанием почтового индекса _____

Адрес фактического проживания с указанием почтового индекса _____

Контактная информация (домашний, служебный и мобильный телефоны, электронный адрес) _____

Название организации (место работы (учебы)) вместе с ведомством, к которому она принадлежит, занимаемая должность, адрес организации с указанием почтового индекса _____

Ученая степень и звание (№ диплома, аттестата, кем и когда выдан) _____

2. Объем статьи не должен превышать 20 страниц машинописного текста. Текст необходимо набирать в редакторе Word шрифтом № 12, Times New Roman; текст не форматируется, т.е. не имеет табуляций, колонок и т.д. Статьи должны быть свободны от сложных и громоздких предложений, математических формул и особенно формульных таблиц, а также промежуточных математических выкладок. Нумеровать следует только те схемы и формулы, на которые есть ссылка в последующем изложении. Все сокращения и условные обозначения в схемах и формулах следует расшифровывать, размерности физических величин давать в СИ, названия иностранных фирм и приборов – в транскрипции первоисточника с указанием страны.

3. Отдельным файлом должны быть присланы рисунки (формат *.tif с разрешением не менее 300 dpi, *.pdf, *.ai или *.cdr) и подписи к ним. Аннотация и ключевые слова на русском и английском языках – также отдельными файлами. В аннотации полностью должна быть раскрыта содержательная сторона публикации и полученные результаты (выводы). Аннотация должна иметь объем от 100 до 250 слов. После аннотации дается перечень ключевых слов – от 5 до 10.

4. Список использованной литературы (лишь необходимой и органически связанной со статьей) составляется в порядке упоминания и дается в конце статьи. Ссылки на литературу в тексте отмечаются порядковыми цифрами в квадратных скобках, а именно: [1, 2]. Желательно, чтобы список литературы содержал не менее 10–12 источников, в том числе как минимум – 3 зарубежные публикации (желательно из трех стран) в данной области за последние 5–10 лет. Список литературы представляется на русском, английском языках и латинице (романским алфавитом). Вначале дается список литературы на русском языке, имеющиеся в нем зарубежные публикации – на языке оригинала. Затем приводится список литературы в романском алфавите, который озаглавляется References и является комбинацией англоязычной [перевод источника информации на английский язык дается в квадратных скобках (<https://translate.google.ru/?hl=ru&tab=wT>)] и транслитерированной частей русскоязычных ссылок (http://shub123.ucoz.ru/Sistema_transliterazii.html). В конце статьи приводится название статьи, фамилия, имя, отчество автора (ов), ученая степень, ученое звание, должность и место работы, электронный адрес хотя бы одного из авторов для связи и точный почтовый адрес организации (место работы автора) на русском и английском языках, при этом название улицы дается транслитерацией. Список литературы следует оформлять в соответствии с Международными стандартами:

ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ СТАТЕЙ

1. Любая статья, поступающая в редакцию журнала, независимо от личности автора (ов) направляется рецензенту, крупному специалисту в данной области.

Редакция журнала осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки.

Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи.

2. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания не менее 5-ти лет.

3. Копии рецензий, при поступлении в редакцию журнала соответствующего запроса направляются в Министерство образования и науки Российской Федерации.

4. Статья рецензенту передается безличностно, т.е. без указания фамилии автора(ов), места работы, занимаемой должности и контактной информации (адреса, телефона и E-mail адреса).

5. Рецензент на основе ознакомления с текстом статьи обязан в разумный срок подготовить и в письменной форме передать в редакцию рецензию, в обязательном порядке содержащую оценку актуальности рассмотренной темы, указать на степень обоснованности положений, выводов и заключения, изложенных в статье, их достоверность и новизну. В конце рецензии рецензент должен дать заключение о целесообразности или нецелесообразности публикации статьи.

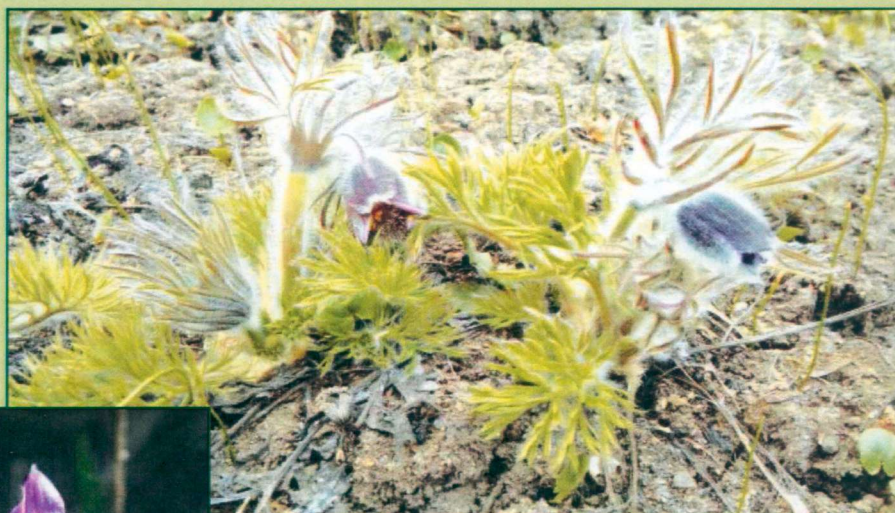
6. При получении от рецензента отрицательной рецензии статья передается другому рецензенту. Второму рецензенту не сообщается о том, что статья была направлена рецензенту, и что от него поступил отрицательный отзыв. При отрицательном результате повторного рецензирования статья снимается с рассмотрения и об этом сообщается автору(ам).

7. Автору (ам) редакция направляет копии рецензии заказным письмом с уведомлением о вручении и по электронной почте.

8. В исключительных случаях, по решению редакционной коллегии, при получении от двух рецензентов отрицательного отзыва, статья может быть опубликована. Такими исключительными случаями являются: предвзятое отношение рецензентов к рассмотренному в статье новому направлению научного нововведения; несогласие и непризнание рецензентами установленных автором фактов на основе изучения и анализа экспериментальных данных, результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и других работ, выполненных на основании и в рамках Национальных и государственных программ и принятых заказчиком; архивных и археологических изысканий, при условии предоставления автором документальных доказательств и т.д.



Pulsatilla patens (L.) Mill. Фото © Екатерина Отто



Pulsatilla bohemica (Skalický) Tzvel. Фото © Екатерина Отто



Pulsatilla taurica Juz. Фото © Владимир Шатко

Иллюстративный материал к статье Саодатовой Р.З.
«Опыт интродукции видов рода *Pulsatilla* Mill. в ГБС РАН»