



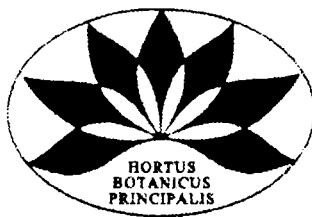
ISSN: 0366-502X

БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

2/2020

(Выпуск 206)





БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

2/2020 (Выпуск 206)

ISSN: 0366-502X

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

Баранова Е.К., Гусев А.В., Дьякова Г.М., Мамаева Н.А.

Изучение изменчивости некоторых количественных признаков сортов пиона травянистого (<i>Paeonia L.</i>) с японской формой цветка из коллекции лаборатории декоративных растений ГБС РАН	3
Бумбееева Л.И., Кабанов А.В., Кудусова В.Л., Мамаева Н.А., Хохлачева Ю.А.	
Мускусные розы и перспективы их использования в городских ландшафтных композициях	9
Бумбееева Л.И.	

История разведения в ГБС РАН	18
------------------------------	----

Фирсов Г.А., Хмарик А.Г., Трофимук Л.П.

Багрянник японский (<i>Cercidiphyllum japonicum Siebold et Zucc.</i>) на северо-востоке Карельского перешейка (Ленинградская область)	25
Нгуен Куинь Чанг, Сахарова С.Г., Солтани Г.А.	
Особенности фенологии <i>Eucommia ulmoides Oliv.</i> (Eucommiaceae Van Tiegh.) в зоне влажных субтропиков России	31

Зуева М.А., Стогова А.В.

Морфологические и фенологические особенности некоторых представителей флоры Сибири в ГБС РАН	39
--	----

Хоциалова Л.И., Горбунов Ю.Н., Волкова О.Д., Ермаков М.А.

Влияние замораживания семян <i>Setaria italica</i> (L.) Beauv. и <i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth. на всхожесть, рост и развитие растений	45
--	----

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

Рупасова Ж.А., Яковлев А.П., Савосько И.В., Белый П.Н., Шпитальная Т.В., Гаранович И.М., Домаш В.И., Азизбекян С.Г., Лиштван И.И., Карбанович Т.М.	
Особенности антиоксидантного комплекса плодов жимолости съедобной при применении минеральных и органических удобрений на выработанных торфяниках низинного типа в Беларуси	51

Воронина О.Е.

Физиологические показатели уровня адаптации <i>Tamarix</i> коллекции флоры Средней Азии ГБС РАН	58
---	----

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Кукилина А.Г., Каштанова О.А., Ткаченко О.Б., Келдыш М.А., Червякова О.Н.	
Фитосанитарный мониторинг инвазионных видов гибридогенного комплекса <i>Reynoutria</i> Houtt. (Polygonaceae)	63

ОТДАЛЕННАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ

Лошакова П.О., Бадаева Е.Д., Геворкян М.М., Калмыкова Л.П., Бабоша А.В., Упельник В.П.	
Новые перспективные гибриды для селекции мягкой пшеницы	69

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:
Бондарина 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

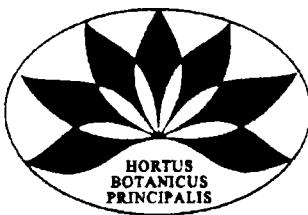
Ткаченко О.Б. доктор биол. наук, Россия
Шатко В.Г. канд. биол. наук (отв. секретарь),
Россия
Швецов А.Н. канд. биол. наук, Россия
Huang Hongwen Prof., China
Peter Wyse Jackson Dr., Prof. USA

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) 158-24-28
+7 (499) 977-91-36
E-mail: bul_mbs@mail.ru
bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Подписано в печать 29.05.2020 г.
Формат 60x88 1/8 Бумага офсетная
Печать офсетная Усл.-печ. л. 12,4
уч.-изд. л. 14,5 Заказ № 885
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

2/2020 (Выпуск 206)

ISSN: 0366-502X

CONTENTS

INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION

Baranova E.K., Gusev A.V., Dyakova G.M., Mamaeva N.A.

The study of the variability of some quantitative characteristics of varieties of grassy peony (*Paeonia* L.) with a Japanese flower shape as part of the collection fund of the ornamental plant laboratory of MBS RAS 3

Bumbeeva L.I., Kabanov A.V., Kudusova V.L., Mamaeva N.A., Khohlacheva Yu.A.
The musk rose, and the possibility of their use in urban landscape compositions 9

Bumbeeva L.I.

History of rose growing in the Tsitsin Main Botanical Garden RAS 18

Firsov G.A., Khmarik A.G., Trofimuk L.P.

Katsura tree (*Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc.) at the north-east of the Karel isthmus (Leningrad Region, Russia) 25

Nguen Kuin Chang, Sakharova S.G., Soltany G.A.

Phenological observations for *Eucommia ulmoides* Oliv. (Eucommiaceae Van Tiegh.) in the zone of humid subtropics of Russia were held for the first time 31

Zueva M.A., Stogova A.V.

Morphological and phenological features of some representatives of the Siberian flora in the GBS RAS 39

Khotsialova L.I., Gorbunov Yu.N., Volkova O.D., Ermakov M.A.

The Influence of the Freezing of Seeds of *Setaria italica* (L.) Beauv. and *Phacelia tanacetifolia* Benth. on Germination, Growth and Development of Plants. 45

PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

Rupasova Zh.A., Yakovlev A.P., Savosko I.V., Bely P.N., Shpitalnaya T.V., Garanovich I.M., Domasch V.I., Azizbekyan S.G., Lishtvan I.I., Karbanovich T.M.

Effect of mineral and organic fertilizer treatments on the antioxidant complex of honeysuckle (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn) Fruits in an experimental culture on a worked-out low peat bog in Belarus republic 51

Voronina O.E.

Physiological indicators of the level of adaptation of the *Tamarix* collection of flora of Central Asia GBS RAS 58

PLANT PROTECTION

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

Phytosanitary monitoring of invasive species of the *Reynoutria* Houtt. (Polygonaceae) hybrid complex 63

DISTANT HYBRIDIZATION

Loshakova P.O., Badayeva E.D., Gevorkyan M.M., Kalmykova L.P., Babosha A.A., Upelniek V.P.

New promising hybrids for breeding soft wheat 69

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

Publisher:
Ltd. «Nauchtehizdat»

The Journal is Registered
by the Federal Service
for Supervision in the Sphere
of Communications
Information Technologies
and Mass Communications
(Roskomnadzor).
Certificate of Print Media Registration
№ Fc77-46435

Subscription Numbers:
The Public Corporation «Rospechat»
83164
«Press of Russia»
11184

Editor-In-Chief:
Upelniek 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 29.05.2020
Format: 60×88 1/8
Text Magazine Paper. Offset Printing
12,4 Conventional Printer's Sheets
14,5 Conventional Publisher's Signatures
The Order № 885
Circulation: 300 Copies

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

Интродукция и акклиматизация

E.K. Баранова

студентка (магистратура)

E-mail: katya070519@yandex.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева

A.B. Гусев

мл.н.с

G.M. Дьякова

агроном

N.A. Мамаева

канд. биол. наук, ст.н.с.

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

Изучение изменчивости некоторых количественных признаков сортов пиона травянистого (*Paeonia* L.) с японской формой цветка из коллекции лаборатории декоративных растений ГБС РАН

Современный коллекционный фонд представителей рода *Paeonia* L. лаборатории декоративных растений ГБС РАН относится к наиболее крупным собраниям. В его составе 335 наименований представлены сортами *Paeonia lactiflora* Pall., к сложным межвидовым гибридам принадлежит 133 сорта, 20 культиваров относятся к *P. officinalis* L.. При этом традиционно преобладают сорта зарубежной селекции. А assortiment сформирован так, что в коллекцию входят все садовые группы пионов.

По результатам трехлетнего цикла исследований на 0,05 %-м уровне значимости установлено влияние генотипа на изменчивость морфометрических характеристик и определены сортоспецифические признаки исследуемых культиваров. Выделены 2 низкорослых - *Bu-Te*, *West Elcton* и 3 высокорослых сорта - *Yellow King*, *Hit Parade*, *Lotus Queen*. Отмечены 3 сорта - *Mrs. Wilder Bancroft*, *Midnight Sun* и *Neon* - со стабильно низкими абсолютными значениями диаметра цветоноса у основания. Выявлены 2 крупноцветковых - *Gold Standard* и *Сюрприз* - и 2 мелкоцветковых - *Bu-Te* и *Gay Paree* - культивара. Установлено, что наиболее крупными размерами зоны стаминоидий отличаются сорта *Hit Parade* и *John van Leeuwe*.

Ключевые слова: коллекция *Paeonia* L., сорта пиона травянистого с японской формой цветка, вариабельность количественных признаков, сортоспецифические характеристики, лаборатория декоративных растений ГБС РАН.

E.K. Baranova

Student (magistracy)

E-mail: katya070519@yandex.ru

Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev

A.V. Gusev

Junior Researcher

G.M. Dyakova

Agronomist

N.A. Mamaeva

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher
Federal State Budgetary Institution for Science N.V.
Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

The study of the variability of some quantitative characteristics of varieties of grassy peony (*Paeonia* L.) with a Japanese flower shape as part of the collection fund of the ornamental plant laboratory of MBS RAS

The modern collection fund of representatives of the genus *Paeonia* L. ornamental plant laboratory of MBS RAS is one of the largest collections. 335 items are represented by *Paeonia lactiflora* Pall. varieties, 133 varieties belong to complex interspecific hybrids, 20 cultivars belong to *P. officinalis* L.. Varieties of foreign selection traditionally prevail. And the assortiment is formed so that the collection includes all the garden groups of peonies.

Based on the results of the 3-year research cycle, at the 0.05% significance level, the influence of the genotype on the variability of morphometric characteristics was established and the variety-specific characters of the studied cultivars were determined. There are 2 low-growing ones - '*Bu-Te*', '*West Elcton*' and 3 tall varieties - '*Yellow King*', '*Hit Parade*', '*Lotus Queen*'. Marked 3 varieties - '*Mrs. Wilder Bancroft*', '*Midnight Sun* and' *Neon*' - with stably low absolute values of the diameter of the peduncle at the base. Identified 2 large-flowered - '*Gold Standard*' and '*Surprise*' - and 2 small-flowered - '*Bu-Te*' and '*Gay Paree*' - cultivar. It was established that the largest sizes of the staminodinia zone differ in the varieties '*Hit Parade*' and '*John van Leeuwen*'.

Keywords: *Paeonia* collection, varieties of grassy peonies with japanese flower shapes, variability of phenotypic characters, variety-specific characteristics, ornamental plants laboratory of MBS RAS.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1045

Интродукция и акклиматизация

Группа сортов пиона травянистого с японской формой цветка – переходная между полумахровыми и махровыми пионами. Видом-родоначальником ее представителей является *Paeonia lactiflora* Pall. [1]. Однако по характеристикам цветка сорта сильно отличаются от исходного природного вида [2, 3].

Садовую группу культиваров с японской формой цветка по комплексу фенотипических признаков принято считать очень однородной с, в целом, низкой вариабельностью как количественных, так и качественных характеристик сортов-представителей [4, 5].

Поэтому целью настоящего исследования было изучение вариабельности некоторых количественных характеристик в составе выборки модельных объектов и выявление возможного влияния генотипа на изменчивость морфометрических признаков.

Объект и методы исследований

Работа выполнена на базе коллекции представителей рода *Paeonia* лаборатории декоративных растений (ЛДР) ГБС РАН в период 2017-2019 гг.

Для оценки изменчивости количественных признаков в качестве модельных объектов исследования использована выборка из 19 сортов пиона травянистого с японской формой цветка: 'Yellow King', 'Bu-Te', 'Midnight Sun', 'John van Leeuwen', 'Hit Parade', 'Cora Stubbs', 'Breako' Day', 'Rashoomon', 'Moon of Nippon', 'Mrs. Wilder Bancroft',

'Gay Paree', 'Philomele', 'Gold Standard', 'Neon', 'Lotus Queen', 'West Elkton', 'Fairy', 'Garden Peace' и 'Сюрприз'. Выборка сформирована на основе информации о происхождении сортов (табл. 1), краткого описания их характеристик [6], а также с учетом визуальной оценки вариабельности количественных признаков в полевых условиях.

Формирование выборки изучаемых характеристик сортов выполнено на основе методики испытания пиона травянистого на отличимость, однородность, стабильность [7].

В качестве способа обработки экспериментальных данных использован метод дисперсионного анализа [8].

Результаты и их обсуждение

Коллекционный фонд представителей рода *Paeonia* L. Лаборатории декоративных растений ГБС РАН считается одним из наиболее крупных и старых собраний [9, 10]. При этом в его составе традиционно преобладали сорта зарубежной селекции, поскольку интродукционная работа обычно была направлена на испытание иностранных сортов в почвенно-климатических условиях средней полосы России [11].

Подобная тенденция сохранена и в научно-исследовательской работе с современным коллекционным фондом. При этом в его составе достаточно полно представлены группы сортов различного происхождения. Так, большую часть коллекции - 335 наименований

Таблица 1. Данные о происхождении сортов, отобранных для формирования выборки модельных объектов исследования

Сорт	Страна происхождения	Оригинатор	Дата создания сорта
Break o'Day	США	Murawska	1947
Bu-Te	США	Wassenberg	1954
Cora Stubbs	США	Krekler	-
Fairy	США	Wassenberg	1955
Garden Peace	США	Saunders	1941
Gay Paree	США	Auten	1933
Gold Standard	США	Rosenfield	1934
Hit Parade	США	Nicholls	1956
John van Leeuwen	Голландия	Van Leeuwen	1928
Lotus Queen	США	Murawska	1947
Midnight Sun	США	Murawska	1954
Moon of Nippon	США	Auten	1936
Mrs. Wilder Bancroft	США	Nicholls	1935
Neon	США	Nicholls	1941
Philomele	Франция	Calot	1861
Rashoomon	Япония	-	-
West Elkton	США	Krekler	1958
Yellow King	-	-	-
Сюрприз	СССР	Краснова	1957

Интродукция и акклиматизация

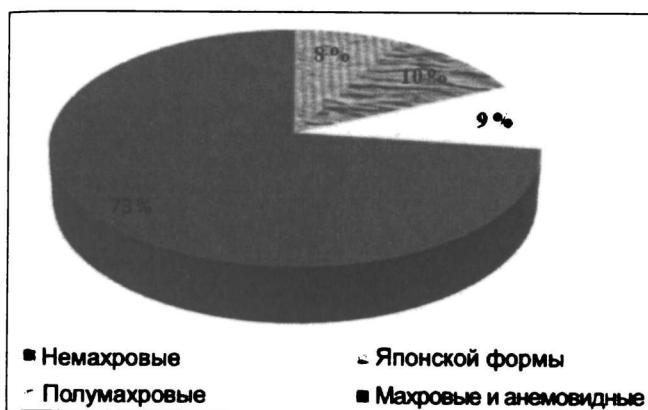


Рис. 1. Распределение сортов *Paeonia* коллекции лаборатории декоративных растений ГБС РАН по форме цветка (в процентах от общего объема коллекции)

- составляют сорта *Paeonia lactiflora* Pall., к сложным межвидовым гибридам принадлежит 133 сорта, 20 сортов относятся к *P. officinalis* L.. При этом ассортимент сформирован так, что в коллекцию традиционно входят все садовые группы пионов [12].

Общеизвестно, что декоративные признаки сортов *Paeonia* относятся, в основном, к характеристикам генеративной сферы. Поэтому одна из базовых классификаций сортов пиона травянистого основана на вариабельности культуры по форме цветка [13].

В составе современной коллекции представлены все существующие садовые группы (рис.1), в том числе наиболее крупная как в мировом ассортименте, так и в составе коллекции ГБС РАН, группа махровых и анемоновидных сортов пиона. Три другие группы – немахровые, полумахровые и японской формы – содержат примерно равное число сортов – 10, 9 и 8 % соответственно, что в совокупности составляет 27 % от общего числа наименований в коллекции.

В процессе исследований влияние сортовых особенностей на изменчивость рассматриваемых морфометрических характеристик установлено для всех показателей, за исключением высоты растений в 2017 г., где на 05 %-м уровне значимости эмпирическое значение критерия Фишера ниже стандартного (1,79 и 2,01 соответственно). При этом у всех исследованных сортов по всем изученным качественным признакам в структуре общей изменчивости доминирует влияние генотипа, а доля случайных факторов незначительна и составляет от 1 до 13% (табл. 2).

Установлено, что по высоте растений – одному из наиболее значимых количественных признаков, - на основе выборки 2018 г. наиболее низкорослые сорта 'John van Leeuwen', 'Bu-Te' и 'West Elkton' достоверно отличаются на 05 %-м уровне значимости от сортов с более крупным габитусом; в 2019 г. достоверно ниже показатели 5 культиваров: 'Bu-Te', 'West Elkton', 'Moon of Nippon' и двух ранее не входивших в выборку сортов - 'Fairy' и 'Garden Peace'. По линейным размерам растений существенные на 05%-м уровне значимости статистические различия также

выявлены для сортов 'Yellow King', 'Hit Parade' и 'Lotus Queen' (2018 г.), а также 'Yellow King', 'Hit Parade', 'Lotus Queen' и 'Breako' Day' (2019 г.), отличающихся от других членов выборочной совокупности более крупным габитусом. Таким образом, по результатам 3-х летнего цикла исследований на основе использования статистических методов обработки количественных данных из состава выборочной совокупности выделены 2 низкорослых - 'Bu-Te', 'West Elkton' и 3 высокорослых - 'Yellow King', 'Hit Parade' и 'Lotus Queen' культивара, для которых соответствующий габитус является генетически детерминированным признаком, так как в структуре общей изменчивости признака доминирует влияние сортовых характеристик (табл. 2).

За три года исследований отсутствие существенных различий между большинством сортов из изучаемой выборки установлено по диаметру генеративного побега у основания (табл. 2). В 2017 г. – группа культиваров с наибольшими из зафиксированных показателей составила 11 наименований: 'Moon of Nippon', 'Gold Standard', 'Yellow King', 'Bu-Te', 'John van Leeuwen', 'Hit Parade', 'Cora Stubbs', 'Breako' Day', 'Gay Paree', 'Philomele' и 'Сюрприз'; в 2018 г. – 13 сортобразцов: 'Yellow King', 'Bu-Te', 'Midnight Sun', 'John van Leeuwen', 'Hit Parade', 'Cora Stubbs', 'Moon of Nippon', 'Gay Paree', 'Philomele', 'Gold Standard', 'Lotus Queen', 'West Elkton' и 'Сюрприз', в 2019 г. – 3 сорта: 'Moon of Nippon', 'Philomele', 'Lotus Queen'. В 2019 г., в отличие от двух предыдущих лет исследований, доминировала группа сортов с наименьшими (в рамках исследуемой выборки) размерами диаметра генеративного побега у основания. Она составила 11 наименований: 'Bu-Te', 'Hit Parade', 'Cora Stubbs', 'Breako' Day', 'Rashoomon', 'Mrs. Wilder Bancroft', 'Gay Paree', 'Сюрприз', 'West Elkton', 'Fairy', 'Garden Peace'. Отметим, что за весь период исследований выявлено только 3 сорта - 'Mrs. Wilder Bancroft', 'Midnight Sun' и 'Neon' – со стабильно низкими абсолютными значениями рассматриваемого признака, т.е. наиболее тонкими и, соответственно, потенциально более подверженными полеганию, цветоносами.

Существенные на 0,5%-м уровне значимости статистические различия сортов в составе изучаемой выборки отмечены по характеристикам цветка, относящимся как к категории хозяйствственно-ценных, так и декоративных признаков [14] (табл. 2). В 2017 г. по диаметру цветка у культиваров 'Cora Stubbs', 'Bu-Te' и 'Gay Paree' показатели линейных размеров достоверно ниже, чем у модельных объектов исследования с более крупными цветками, а у 'Gold Standard' и 'Сюрприз' – достоверно выше, чем у менее крупноцветковых сортов-членов выборочной совокупности. В 2018 г. указанные ранее сорта - 'Gold Standard' и 'Сюрприз' – на 05%-м уровне значимости достоверно превысили показатели других исследуемых культиваров, а группа сортов с небольшими линейными размерами цветков и, соответственно, отсутствием достоверных статистических различий составила 10 наименований: 'Bu-Te', 'John van Leeuwen', 'Hit Parade', 'Cora Stubbs', 'Moon of Nippon', 'Mrs. Wilder Bancroft', 'Gay Paree', 'Philomele', 'Neon' и 'West Elkton'. В 2019 г. выявлены две крупные группы

Интродукция и акклиматизация

Таблица 2. Варьирование некоторых морфологических признаков у исследованных сортов пиона травянистого

Сорт	Высота растения, см			Диаметр генеративного побега у основания, см			Диаметр цветка, см			Соотношение диаметров цветка и зоны стаминоидий			Длина листа с черешком, см
	2017 г	2018 г	2019 г	2017 г	2018 г	2019 г	2017 г	2018 г	2019 г	2017 г	2018 г	2019 г	
Yellow King	124,3	119,3	123,7	0,9	0,8	0,8	18,4	16,6	18,9	1,94	1,97	1,83	32,4
Bu-Te	104,4	92,8	94,1	0,9	0,7	0,7	15,2	14,3	15,0	1,64	1,75	1,90	25,9
Midnight Sun	96,7	95,8	100,8	0,8	0,7	0,8	17,8	16,2	16,8	1,76	2,35	1,87	26,1
John van Leeuwen	97,4	86,8	-	1,0	0,7	-	18,4	15,6	-	3,00	2,78	-	28,8
Hit Parade	121,5	115,5	120,4	0,9	0,8	0,7	17,5	14,2	17,1	2,20	2,73	2,03	18,2
Cora Stubbs	107,2	98,9	104,8	0,9	0,7	0,7	14,0	15,4	17,0	1,81	1,93	1,43	29,5
Breako' Day	117,1	-	118,4	0,9	-	0,7	18,0	-	16,1	1,78	-	1,97	-
Rashoomon	76,8	-	107,1	0,7	-	0,7	17,4	-	16,7	2,11	-	2,07	-
Moon of Nippon	102,9	100,9	98,1	1,1	0,7	1,0	16,6	15,6	17,1	2,09	2,35	2,13	27,1
Mrs. Wilder Bancroft	108,6	99,6	103,0	0,8	0,6	0,7	16,1	15,0	16,3	1,51	1,66	1,67	22,2
Gay Paree	109,5	103,7	108,6	0,9	0,7	0,7	15,3	14,6	16,2	1,58	1,89	1,63	33,2
Philomele	108,7	106,2	110,0	1,0	0,9	1,0	16,2	13,8	16,1	1,7	2,09	1,60	23,1
Gold Standard	112,4	107,0	111,0	1,1	0,8	0,8	20,3	19,8	19,1	2,06	1,86	2,03	28,9
Neon	109,4	100,2	106,5	0,8	0,6	0,8	16,2	15,6	17,7	1,97	1,37	2,03	24,3
Сюрприз	114,8	103,9	105,6	0,9	0,8	0,7	20,5	18,4	18,4	1,86	2,00	1,97	25,3
Lotus Queen	-	107,7	113,6	-	0,8	0,9	-	16,3	19,0	-	1,39	2,13	28,8
West Elkton	-	94,6	96,3	-	0,8	0,7	-	14,0	16,5	-	1,90	1,67	26,7
Fairy	-	-	88,5	-	-	0,6			17,1	-	-	1,57	
Garden Peace	-	-	91,6			0,6			18,8	-	-	1,67	
F ₁ F ₀₅	1,79/ 2,01	27,7/ 2,01	27,05/ 1,89	8,65/ 2,01	7,10/ 2,01	20,39/ 1,89	27,45/ 2,01	14,73/ 2,01	12,12/ 1,89	119,36/ 2,01	28,81/ 2,01	17,31/ 1,89	24,45/ 2,01
HCP ₀₅	-	8,2	10,2	0,2	0,2	0,12	1,8	2,3	1,9	0,21	0,10	0,27	4,0
Источники вариации (рⁱⁿ, %)													
фактор (сорт)		96	96	89	87	95	96	94	92	99	98	94	96
случайные		4	4	11	13	5	4	6	8	1	2	6	4

Интродукция и акклиматизация

сортов с отсутствием существенных на 05%-м уровне значимости статистических различий между культиварами в составе каждой из них. Это соответственно: относительно более крупноцветковые 'Yellow King', 'Hit Parade', 'Moon of Nippon', 'Gold Standard', 'Neon', 'Сюрприз', 'Lotus Queen', 'Fairy', 'Garden Peace' и более мелкоцветковые 'Bu-Te', 'Midnight Sun', 'Breako' Day', 'Rashoomon', 'Mrs. Wilder Bancroft', 'Gay Paree', 'Philomele', 'West Elkton'. Подобная тенденция может быть обусловлена генетической реакцией сортов на погодные условия, что правомерно предположить на основании показателей структуры изменчивости рассматриваемого признака за 3 года исследования. При этом за период 2017-2019 гг по линейным размерам цветка достоверно превысили показатели других исследованных культиваров два сорта - 'Gold Standard' и 'Сюрприз', а показатели двух других сортов - 'Bu-Te' и 'Gay Paree' - достоверно ниже, чем у других . Таким образом, на основании обработки экспериментальных данных, полученных за 3 года исследований можно выделить два крупноцветковых и два мелкоцветковых сорта соответственно, что является, согласно данным проведенного дисперсионного анализа, их генетически детерминированными характеристиками.

По составляющим цветка между группами сортов также выявлены существенные на 05%-м уровне значимости статистические различия (табл. 2). Так, по соотношению диаметров цветка и зоны стаминодий, согласно данным 2017 г. 'John van Leeuwen' достоверно превышает показатели других культиваров из состава исследуемой выборочной совокупности. В 2018 г. существенно выше показатели двух сортов - 'Hit Parade' (которому в 2017 г. принадлежит второе по величине абсолютное значение исследуемого признака) и 'John van Leeuwen', а в 2019 г. - 10 культиваров: 'Bu-Te', 'Midnight Sun', 'Breako' Day', 'Rashoomon', 'Moon of Nippon', 'Gold Standard', 'Neon', 'Сюрприз', 'Lotus Queen' и 'Hit Parade'. Следовательно, на текущем этапе исследований можно отметить, что наиболее крупными размерами зоны стаминодий отличаются сорта 'Hit Parade' и 'John van Leeuwen', что для этих культиваров, вероятно, можно рассматривать как маркерный признак.

Исследуемые сорта пиона травянистого значительно отличаются по размерам листовой пластинки (табл. 2). Так, по данным 2018 г. наиболее крупнолистные 'Gay Paree', 'Yellow King' и 'Cora Stubbs', характеризующиеся достаточно большой надземной массой, существенно превышают на 05%-м уровне значимости показатели других исследуемых культиваров, а для сортов 'Hit Parade' и 'Mrs. Wilder Bancroft' отмечены наименьшие размеры листовых пластинок, которые на 05%-м уровне значимости достоверно ниже показателей других культиваров в составе исследуемой выборки. Таким образом, на основании данных исследования, к крупнолистным можно отнести три сорта: 'Gay Paree', 'Yellow King', 'Cora Stubbs', а к мелколистным – два: 'Hit Parade' и 'Mrs. Wilder Bancroft', для которых соответствующие размеры листовых пластинок, вероятно, являются генетически детерминированными признаками, т.к. доля случайных факторов в структуре их общей изменчивости составляет 4%.

Заключение

В составе исследуемой выборки сортов пиона травянистого с японской формой цветка (из коллекции лаборатории декоративных растений ГБС РАН) с использованием однофакторного дисперсионного анализа наличие вариабельности установлено по всем изученным количественным характеристикам. Кроме того, по каждому признаку выделены сорта, достоверно отличающиеся на 05 %-м уровне значимости от других членов выборочной совокупности. Это: 2 низкорослых - 'Bu-Te', 'West Elkton' и 3 высокорослых - 'Yellow King', 'Hit Parade' и 'Lotus Queen' - культивара; 3 сорта - 'Mrs. Wilder Bankcroft', 'Midnight Sun' и 'Neon' – со стабильно низкими абсолютными значениями диаметра цветоноса у основания (потенциально более подверженными полеганию); 2 крупноцветковых - 'Gold Standard', 'Сюрприз'- и 2 мелкоцветковых - 'Bu-Te', 'Gay Paree' - культивара; 2 сорта - 'Hit Parade' и 'John van Leeuwen' – с наиболее крупными линейными размерами зоны стаминодий. Также по результатам дисперсионного анализа установлено определяющее влияние генотипа на изменчивость исследованных морфометрических признаков.

**Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН
№ 18-118021499111-5.**

Список литературы

1. <http://www.theplantlist.org>. Дата обращения 05.02.2020
2. <http://vstisp.org/vstisp/index.php/2013-07-24-06-45-20/struktura>. Дата обращения 30.01.2020
3. <https://www.rozovodik.ru/paeonia>. Дата обращения 30.01.2020
4. Rogers Allan. Peonies. Timber Press. Portland, Cambridge, 1995. 295 р.
5. Успенская М.С. Пионы. М.: ЗАО «Фитон+», 2002. 208 с.
6. Травянистые декоративные многолетники Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции. М.: Наука, 2009.
7. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность, стабильность. Пион (только для сортов травянистого пиона) (*Paeonia L.*). 2003. <http://gossort.com/22-metodiki-ispytanii-na-oos.html>. Дата обращения 15.05.2019
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Бондорина И. А., Кабанов А. В., Мамаева Н. А., Хохлачева Ю. А. Коллекции лаборатории декоративных растений ГБС РАН. Современное состояние // Сборник статей IX Международной научной конференции «Цветоводство: история, практика, теория». Санкт-Петербург, 2019. С. 19 – 23.
10. Дворцова В. В., Ефимов С. В., Дацюк Е. И. и др. Каталог декоративных растений ботанического сада

Интродукция и акклиматизация

биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова. М.: Т-во научн. изданий КМК, 2010. 358 с.

11. Культурная флора травянистых декоративных многолетников Средней полосы России. М.: Фитон, 2011. 432 с.

12. Бондорина И. А., Кабанов А. В., Мамаева Н. А., Хохлacheva Ю. А., Бумбесева Л. И. Современное состояние коллекционного фонда лаборатории декоративных растений ГБС РАН // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2019. Т. 19, Вып. 1. С. 79–86.

13. <http://www.americanpeonysociety.org>. Дата обращения 3.02.2020

14. Былов В.Н. Основы сравнительной сортотенки декоративных растений / Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. М.: Наука, 1978. С. 7-32.

References

1. <http://www.theplantlist.org>. Data obrashhenija, [Date of the application] 05.02.2020.

2. <http://vstisp.org/vstisp/index.php/2013-07-24-06-45-20/struktura>. Data obrashhenija, [Date of the application] 30.01.2020

3. <https://www.rozovodik.ru/paeonia>. Data obrashhenija, [Date of the application] 30.01.2020

4. Rogers Allan. Peonies. Timber Press. Portland, Cambridge, 1995. 295 p.

5. Uspenskaya M.S. Piony [Peonies]. Izd-vo ‘Fiton+’, [‘Fiton+’ Publishing], 2002. 208 p.

6. Travjanistyje dekorativnye mnogoletniki Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Cicina RAN: 60 let introdukcii. [Grassy decorative perennials of the Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin RAS: 60 years of introduction]. M.: Nauka, [M.: Publishing House Science], 2009. Pp. 260-288.

7. Metodika provedeniya ispytaniy na otlichimost', odnorodnost', stabil'nost'. Pion (tol'ko dlya sortov travyanistogo piona) (Paeonia L.). [Methodology for testing distinctness, uniformity, stability. Peony (grassy peony varieties only) (Paeonia L.)]. 2003. <http://gossort.com/22-metodiki-ispytaniy-na-oos.html>. Data obrashhenija, [Date of the application] 15.05.2019

8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opыта (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-ye izd., dop. i pererab., [5th ed. and reslave.]. M.: Agropromizdat, [Agropromizdat Publishing], 1985. 351 p.

9. Bondorina I. A., Kabanov A. V., Mamayeva N. A., Khokhlacheva Yu. A. Kollektssi laboratorii dekorativnykh rasteniy GBS RAN. Sovremennoye sostoyaniye [Collections of ornamental plants laboratory of MBS RAS. Current state] // Sbornik statey IX Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Tsvetovodstvo: istoriya, praktika, teoriya» [Collection of articles of the IX International Scientific Conference «Floriculture: History, Practice, Theory»]. Sankt-Peterburg [St. Petersburg], 2019. Pp. 19 – 23.

10. Dvorcova V. V., Efimov S. V., Dacjuk E. I. et all. Kata-log dekorativnyh rastenij botanicheskogo sada biologicheskogo fakul'teta MGU imeni M. V. Lomonosova, [Catalog of ornamental plants of the Botanical Garden of the Biological Faculty of Moscow State University named after M.V. Lomonosov]. M: T-vo nauchn. izdanij KMK, [M.: KMK Scientific Press LTD], 2010. 358 p.

11. Kul'turnaja flora travjanistyh dekorativnyh mnogoletnikov Srednej polosy Rossii. [Cultural flora of herbaceous ornamental perennials of the Middle Russia]. M.: Fiton, [M.: Fiton], 2011. 432 p.

12. Bondorina I. A., Kabanov A. V., Mamayeva N. A., Khokhlacheva YU. A., Bumbeyeva L. I. Sovremennoye sostoyaniye kollektsiyonnogo fonda laboratorii dekorativnykh rasteniy GBS RAN. [The current state of the collection fund of the ornamental plants laboratory of the MBS RAS] // Izv. Sarat. un-ta. Nov. ser. Ser. Khimiya. Biologiya. Ekologiya. [Izv. Sarat. un-that. New ser. Ser. Chemistry. Biology. Ecology], 2019. Vol. 19, Is. 1. Pp. 79–86.

13. <http://www.americanpeonysociety.org>. Data obrashhenija, [Date of the application] 3.02.2020

14. Bylov V.N. Osnovy sravnitel'noy sortotsenki dekorativnykh rasteniy [The basics of comparative evaluation of ornamental plants] / Introduksiya i selektsiya tsvetochno-dekorativnykh rasteniy. [Introduction and selection of flower decorative plants]. M.: Nauka, [M.: Science], 1978. Pp. 7-32.

Информация об авторах

Баранова Екатерина Константиновна, студентка (магистратура)

E-mail: katya070519@yandex.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева

127550. Российская Федерация, Москва, Тимирязевская ул., д.

47

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 authors

Baranova Ekaterina Konstantinovna, Student (magistracy)

E-mail: katya070519@yandex.ru

Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev

127550. Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 47

Gusev Andrej Viktorovich, Junior Researcher

E-mail: gusev.gbsran@mail.ru

Dyakova Galina Mihajlovna, Agronomist

Mamaeva Natal'ja Anatol'evna, 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

Интродукция и акклиматизация

Л.И. Бумбеева

н.с.

E-mail: bumbleeva@mail.ru

А.В. Кабанов

канд. биол. наук, ст.н.с.

В.Л. Кудусова

мл.н.с.

Н.А. Мамаева

канд. биол. наук, ст.н.с.

Ю.А. Хохлачева

канд. биол. наук, ст.н.с.

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

Мускусные розы и перспективы их использования в городских ландшафтных композициях

Коллекция представителей рода *Rosa* L. существует в составе коллекционного фонда ГБС РАН более 60 лет. За весь период интродукционных исследований был испытан 41 сорт, относящийся к группе мускусные гибриды. Изученные сорта представляют селекционные достижения трех стран-лидеров в мировой селекции мускусных роз (Германия, Англия, Бельгия). По количественным показателям традиционно преобладали сорта немецкой селекции. За период с 1958 по 2016 гг. на базе коллекции ЛДР ГБС РАН прошли интродукционные испытания селекционные достижения 10 оригиналаторов. При этом преобладали сорта селекционеров, представляющих различные страны и направления селекционной работы (Lens, Pemberton, Kordes), создавших основу современного мирового сортимента мускусных роз. В ГБС РАН были испытаны сорта мускусных гибридов, созданные в разные периоды селекции, в целом охватывающие промежуток микрозволюционного развития культуры, составляющий около 100 лет (1910-2009 гг.). Подобная тенденция сохранена и в современной коллекции. С использованием сортов из ее состава спроектированы 3 варианта цветочных композиций, ориентированных на различные объекты ландшафтной архитектуры.

Ключевые слова: мускусные розы, ГБС РАН, лаборатория декоративных растений, история селекции мускусных гибридов, городские ландшафтные композиции.

L.I. Bumbleeva

Researcher

E-mail: bumbleeva@mail.ru

A.V. Kabanov

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher,

V.L. Kudusova

Junior Researcher

N.A. Mamaeva

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

Yu.A. Khohlaчева

Cand. Sci. Agric., Researcher

Federal State Budgetary Institution for Science

Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

The musk rose, and the possibility of their use in urban landscape compositions

The collection of representatives of the genus *Rosa* L. has existed as part of the collection Fund of the Russian Academy of Sciences for more than XX years. During the entire period of introduction studies, 41 varieties belonging to the musk hybrids group were tested. The studied varieties represent the selection achievements of three leading countries in the world selection of musk roses (Germany, England, Belgium). In terms of quantitative indicators, German varieties have traditionally prevailed. During the period from 1958 to 2016, on the basis of the collection of LDR GBS RAS, 10 originators' selection achievements were introduced. At the same time, varieties of breeders representing different countries and areas of selection work (Lens, Pemberton, Kordes) prevailed, creating the basis of the modern world assortment of musk roses. The GBS RAS tested varieties of musk hybrids created in different periods of selection, generally covering the period of microevolutionary development of the culture, which is about 100 years (1910-2009). This trend is preserved in the modern collection. Using varieties from its composition, 3 variants of flower compositions were designed, oriented to various objects of landscape architecture.

Keywords: musk roses, MBG RAS, laboratory of ornamental plants, history of selection of musk hybrids, urban landscape compositions.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1046

Интродукция и акклиматизация

Одним из признаков, объединяющих различные по происхождению гибриды мускусных роз в одну группу, является наличие насыщенного аромата, который имеет некоторое сходство с запахом настоящего мускуса. Причем он может иметь различные оттенки (фруктового меда, гвоздики и т.д.). Стоит отметить, что источают аромат не лепестки, как у большинства сортов роз других садовых групп, а тычинки, благодаря этому запах может распространяться на большие расстояния, даже в пасмурную погоду.

У мускусных роз есть еще одна общая черта – обильное и продолжительное цветение. Это обуславливает неоспоримое преимущество сортов этой группы в озеленении. Представители данной садовой группы также характеризуются некрупными и не сильно махровыми цветками. Но так как они распускаются в соцветиях одновременно, то цветение очень обильное. Кроме того, повторное цветение у многих сортов может быть даже более массовое, чем первое. При этом перерыв между первой и второй волной цветения незначительный, что обеспечивает непрерывность цветения.

Практически все сорта роз данной группы – это крупные кусты с поникающими стеблями. Они неприхотливы, отличаются высокой зимостойкостью и устойчивы, как к возбудителям заболеваний, так и к погодным условиям.

История направленной селекции и формирования ассортимента садовой группы мускусных роз насчитывает более 100 лет. Основоположником селекционной работы с этой культурой является немецкий селекционер Peter Lambert, который в 1904 г. получил в результате скрещивания гибрида мультифлоры ‘Aglaia’ с неизвестной в настящее время отцовской формой ремонтантной розы диплоидный сорт Trier, ставший впоследствии родоначальником группы мускусных гибридов. В дальнейшем в рамках этого направления селекции Lambert создал около 30 сортов, назвав серию генотипов со сходными признаками «розы Lambertianas» (Ламбертовские розы – *Rosa x lambertiana*) [1]. Из сортов, созданных этим селекционером, в настящее время широко известен и распространен культивар Mozart. Также в селекционных программах до сих пор успешно используют сорт Trier [2], который, по-видимому, характеризуется высокой комбинационной способностью.

В Англии на основе сортимента роз, созданного P. Lambert, исследователи Joseph и Florence Pemberton провели селекционную работу, создав серию гибридов, которые стали первыми «мускусными розами», или Hybrid Musk. Этот термин в 1919 г. ввел J. Pemberton. Соответственно, сорта селекции J. & Fl. Pemberton, по происхождению были близки к культиварам Ламберта. Но уровень плодности гибридов Pemberton варьировал: первые сорта являлись триплоидами, затем были получены и тетраплоидные культивары [3].

Отметим, что прогрессивным аспектом селекционной работы Pemberton стало расширение генетического разнообразия исходного материала. В качестве родительских форм они использовали не только *Rosa x lambertiana*, но и представителей групп чайно-гибридных и полиантовых

роз. В результате культивары, созданные Pemberton, по сравнению с сортами, выведенными на предыдущем этапе селекции, в целом оказались более декоративными, отличаясь, в том числе, более махровыми [3].

Отметим, что ряд сортов селекции Pemberton сохранился до настоящего времени. Наиболее известные из них: 'Danae' (1913), 'Moonlight' (1913), 'Pax' (1918), 'Thisbe' (1918), 'Prosperity' (1919), 'Penelope' (1924), 'Cornelia' (1925), 'Felicia' (1926), 'Robin Hood' (1927) [3].

В Англии селекционную работу, на основе исследований Pemberton продолжил Jack Bentall. В результате он создал один из наиболее известных сортов – Ballerina (1937), а также широко использующихся в культуре Buff Beauty (1939) [4]. В дальнейшем селекцию роз на основе, созданного J. Bentall исходного материала, осуществляла Ann Bentall.

У David Austin в настоящее время зарегистрировано более 40 сортов, с использованных групп мускусных гибридов, и относящиеся к садовой группе шрабов. Для гибридизации им активно и успешно использован сорт флорибунды Iceberg, одна из родительских форм которого – гибрид мускусной розы ‘Robin Hood’. Однако отметим, что в аромате английских роз нота мускуса не всегда является основной и может смешиваться с другими нотами. Характерным примером являются такие сорта, как Claire Austin, Comte de Champagne, Francine Austin, Heritage, Molineux, The Generous Gardener, The Pilgrim, Wildeve.

В Германии селекцией мускусных роз занимается крупная фирма W. Kordes' Sohne, где созданы известные сорта Wilhelm Kordes: Eva (1933), Sangerhausen (1938), Erfurt (1939), Munchen (1940), Grandmaster (1954), Lavender Lassie (1960) [3].

Лидер в мировой селекции мускусных гибридов в настящее время – бельгийский питомник – Lens Roses. Его основатель – Louis Lens (1924–2001) – считается наиболее известным селекционером сортов этой группы, с которой он работал более 50 лет. При этом в селекционных программах он часто применял редко используемые виды *R. filipes* и *R. moschata*. Самыми известными мускусными розами его селекции являются сорта: 'Sibelius' (1984), 'Bouquet Parfait' (1989), 'Pink Magic' (1990), 'Guirlande d'Amour' (1993), 'Rosalita' (1997), 'Heavenly Pink' (1997), 'Bukavu' (1998) [3]. Всего L. Lens было создано около 100 сортов-представителей разных садовых групп.

В настящее время направление селекционной работы, начатое Louis Lens, осуществляют Ann Boudolf и Rudi Velle [4]. Однако ими, кроме сортов мускусных роз, в гибридизации широко использовались розы флорибунда, чайно-гибридные и шрабы. Селекционерами на основе беккроссов с природными видами и представителями разных садовых групп (китайской розы – сорт Mutabilis – и полиантовыми) была создана группа гибридов с оригинальными хозяйствственно-ценными и декоративными свойствами [5]. Отметим, что современные гибридные мускусные розы из-за их более сложного полигибридного происхождения классифицируются значительно сложнее. Поэтому, наряду с мускусными гибридами классического

Интродукция и акклиматизация

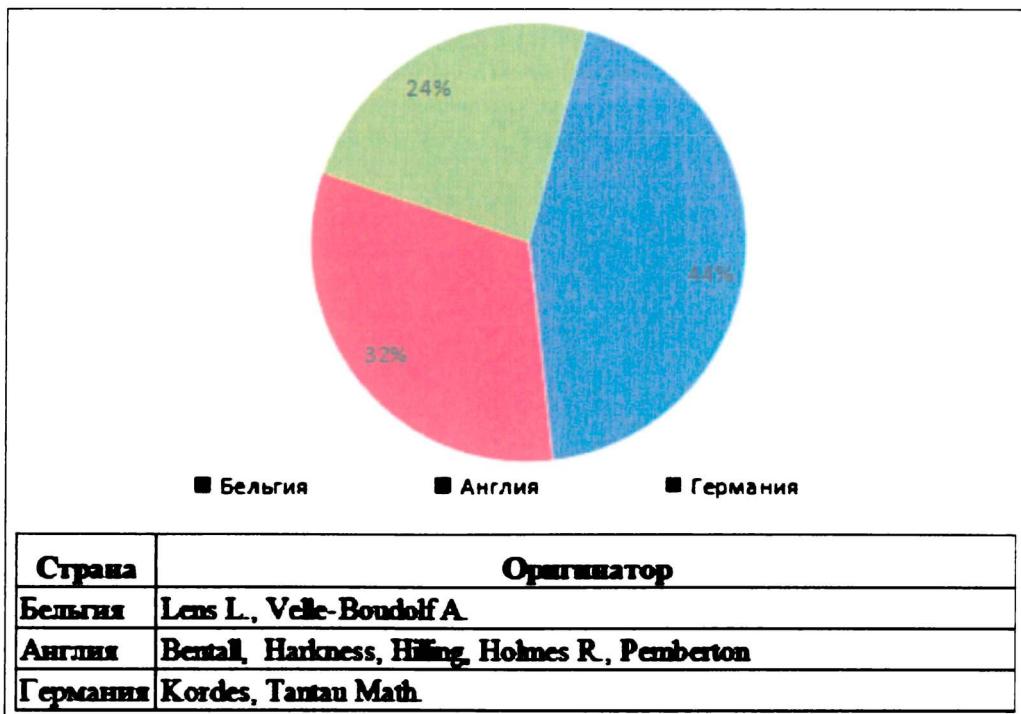


Рис. 1. Распределение сортов мускусных роз, испытанных в ГБС РАН, в зависимости от происхождения – страна/оригинатор (в процентах от общего числа представителей этой группы, изученных в ГБС РАН)

морфотипа, существуют сорта с довольно крупными, махровыми и в целом более декоративными, цветками, характеризующиеся при этом очень обильным цветением.

Нельзя не отметить успех американского селекционера John Thomas, который впервые в мире создал сорт мускусной розы с желтой окраской лепестков околоцветника – Bushveld Dance [6]. С конца XIX в. это направление селекционной работы разрабатывается также и в Англии. Так, в 1986 г. Jack Harkness от скрещивания сорта ‘Trier’ и *R. hulthemia* создан высоко декоративный сорт однократного цветения ‘Tigris’, характеризующийся ярко-желтой окраской цветков и красным основанием лепестков околоцветника. Позднее в 2009 г. в компании Harkness был выведен ремонтантный сорт Alissar Princess of Phoenicia, отличающийся от Tigris наличием регулярного повторного цветения. Отметим, что в современной селекции это направление является широко востребованным и активно развивающимся.

В настоящее время в мировом сортименте *Rosa*, не считая нескольких самых популярных (‘Mozart’, ‘Ballerina’, ‘Robin Hood’, ‘Sally Holmes’, ‘Dinky’), сорта мускусных роз мало распространены. Поэтому интродукционные исследования, а также сортоизучение и сортооценка генотипов уже входящих в состав коллекционных фондов ботанических садов являются актуальным и востребованным в настоящее время аспектом научно-исследовательской работы с представителями указанной группы роз.

Цель настоящего исследования – оценка количественного и качественного состава представителей группы мускусных роз в коллекции лаборатории декоративных растений (ЛДР) ГБС РАН и предложения по их использованию в городских ландшафтных композициях.

Коллекция представителей рода *Rosa* L. существует в ГБС РАН более 60 лет.

За период интродукции с 1958 по 2016 гг. в ГБС РАН был испытан 41 сорт, относящийся к группе мускусные гибриды [1]. Изученные сорта представляют селекционные достижения трех стран-лидеров в мировой селекции мускусных роз (рис. 1). При этом наибольшим числом селекционеров и, соответственно, большим количеством сортов (32 %), ожидаемо, представлена Англия, где впервые была начата селекционная работа с этой садовой группой и достаточно долго поддерживалась преемственность при смене оригиналаторов (например, Peter Lambert, Joseph и Florence Pemberton, Jack Bentall, Ann Bentall). Это позволяло сохранять и в дальнейшем эффективно использовать наиболее ценный селекционный материал, что, соответственно, быстро обеспечивало прогрессивные изменения в селекции культуры.

По количественным показателям за весь период интродукционных исследований мускусных роз в ЛДР традиционно преобладали сорта немецкой селекции (44%), представленные двумя крупнейшими селекционными фирмами – W. Kordes’ Sohne и Rosan Tantau. Отметим, что

Интродукция и акклиматизация

доминирование сортов, созданных в Германии, является преобладающим не только в рамках коллекции ГБС РАН, но и в мировом сортименте представителей этой группы роз [1].

В составе изученных в интродукционном эксперименте роз на базе коллекции ГБС РАН сорта, полученные в Бельгии, наименее многочисленны (24 %), но они также представляют определенный (один из наиболее близких к современному) этап микроэволюции культуры.

За весь период интродукционных исследований мускусных гибридов *Rosa* на базе коллекции ЛДР ГБС РАН были представлены селекционные достижения 10 оригинаров – Lens, Pemberton, Kordes, Lambert, Bentall, Tantau, Velle-Boudolf, Harkness, Hilling и Holmes (рис. 2). Однако преобладают сорта селекционеров, представляющих различные страны и направления селекционной работы, [1] – Lens (14 наименований), Pemberton (8 наименований) и Kordes (8 наименований), создавших в итоге основу современного мирового сортимента мускусных роз.

За 58 лет интродукционных исследований представителей группы мускусных гибридов в ГБС РАН были испытаны сорта, созданные в разные периоды селекции, в целом охватывающие промежуток микроэволюционного развития культуры, составляющий около 100 лет (1910–2009 гг.) (рис. 3).

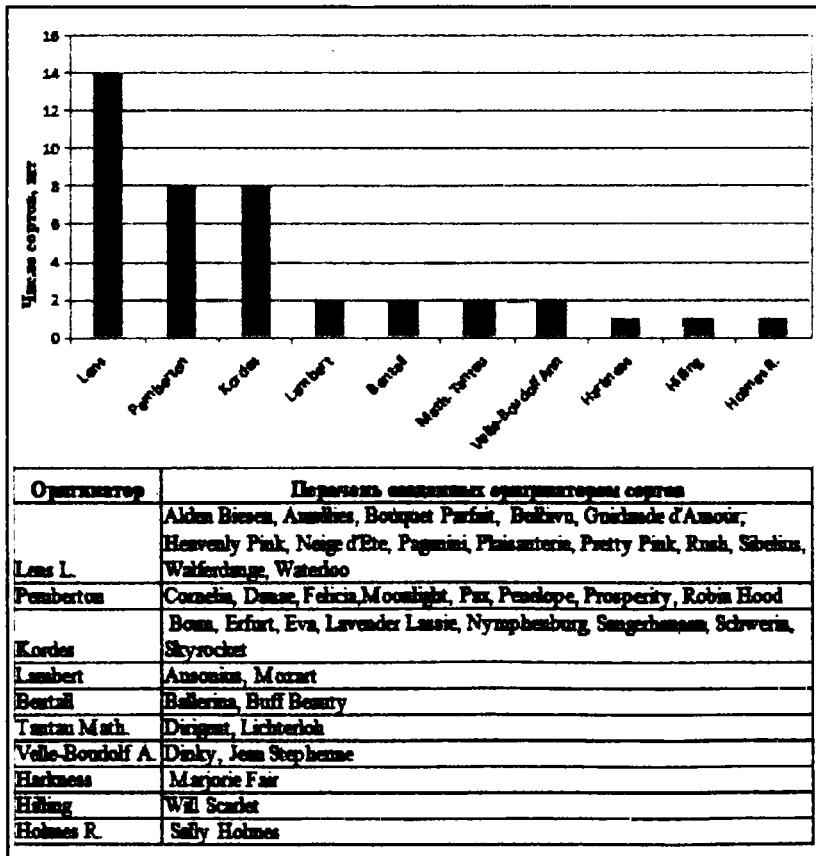


Рис. 2. Распределение селекционных достижений, испытанных в составе коллекции ГБС РАН, в зависимости от их принадлежности к различным оригиналам

На наш взгляд, в основе большинства долгосрочных изменений в интродукционной работе на базе крупных коллекционных фондов лежат мировые тенденции в селекции культур, обусловленные причинами объективного или субъективного характера. Так, анализируя НИР с мускусными розами в ЛДР ГБС РАН можно выделить два периода: 1930–1939 и 1990–1999 гг., когда интродукционное испытание проходило наибольшее количество сортов – 9 и 8 наименований соответственно, что в совокупности составляет 57 % от общего количества культивировавшихся представителей данной садовой группы, испытанных в составе коллекции ГБС РАН. Это, вероятно, обусловлено быстрым расширением мирового сортимента мускусных роз, связанным с активизацией селекционной работы [8].

Наименьшее число сортов, испытанных в ходе интродукционных исследований, соответствует периодам 1940–1949, 1960–1969 и 1970–1979 гг. (рис. 3). При этом, спад, отмеченный в 40-е годы, является очевидным следствием объективного хода исторических событий: в период Второй мировой войны на территории Европы селекционная работа фактически была прекращена [9]. А в 1960–1969 и 1970–1979 гг. небольшое число сортов этой группы в составе коллекции обуславливается их малым количеством в составе мирового сортимента.

В целом представленные данные (рис. 3) позволяют предположить, что изученное в процессе интродукционного испытания разнообразие сортов группы мускусных роз характеризуется широким спектром вариабельности морфологических признаков, позволяя изучать изменения комплекса их характеристик (как хозяйственno-ценных, так и декоративных) под действием длительного селекционного отбора.

В современной коллекции представителей рода *Rosa* ЛДР ГБС РАН (по итогам инвентаризации 2019 г.) насчитывается 30 сортов-представителей группы мускусных гибридов [8]. При этом в ее составе сохранена тенденция формирования структуры коллекционного фонда, позволяющая изучать и, при необходимости, демонстрировать (используя ресурсы экспозиций), микроэволюционные изменения культуры за длительный хронологический период (рис. 4). Это, согласно современным трендам, обуславливает одну из основных ценностей этого собрания.

В современном составе коллекции мускусных гибридов *Rosa* ЛДР ГБС РАН представлены сорта с разной интенсивностью аромата (рис. 5). Большинство культиваров – 67 % (от общего числа представителей этой группы в коллекции) характеризуется ароматом средней интенсивности (3 балла); 30 % сортов отличается очень сильным (5 баллов) запахом; у 3% наименований

Интродукция и акклиматизация

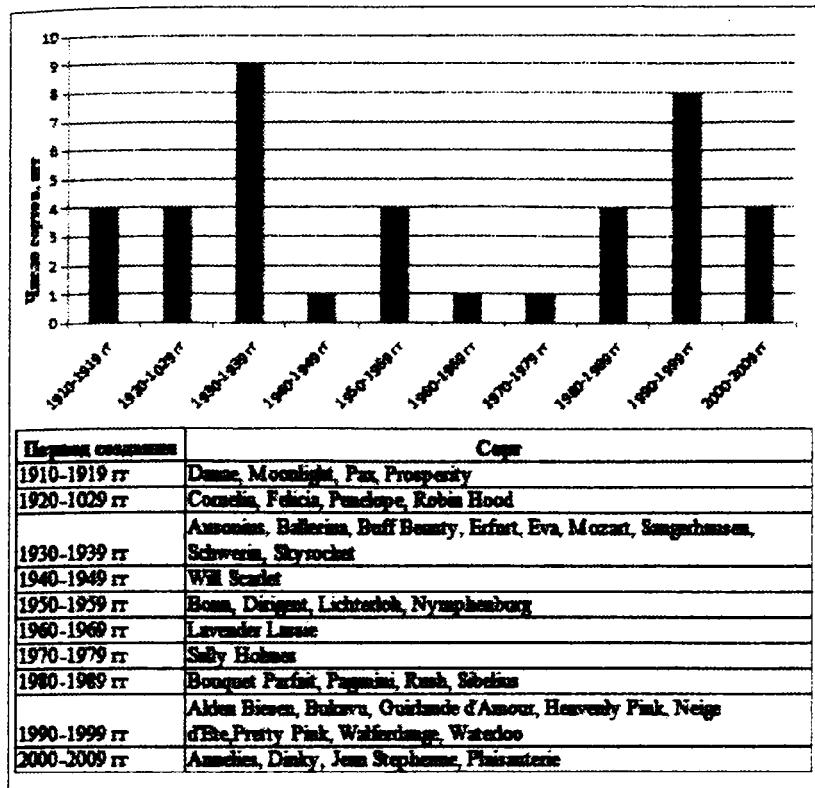


Рис. 3. Распределение сортов мускусных роз, изученных в процессе интродукционного испытания, по периодам их создания

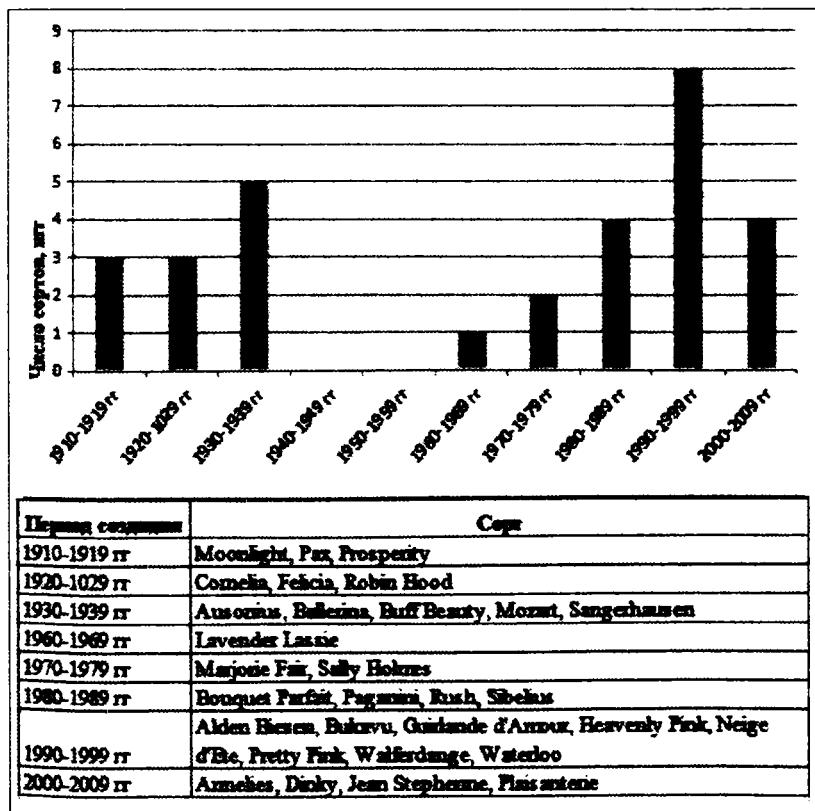


Рис. 4. Распределение представителей группы мускусных гибридов розы в составе современной коллекции ЛДР ГБС РАН (по периодам создания)

отмечено наличие сильного аромата (4 балла). При этом показано (рис. 5) ожидаемое отсутствие связи между периодом создания сорта и интенсивностью его аромата, поскольку наличие запаха – одна из основных характеристик представителей группы мускусных роз. Соответственно, отбор по этому признаку является не только обязательным, но и одним из приоритетных направлений селекции сортов-представителей этой садовой группы.

Согласно современным тенденциям, связанным с содержанием полевых генетических банков, одним из необходимых условий является возможность их использования в практических целях. Для декоративных растений наиболее очевидным вариантом можно считать их применение в системе озеленения городских территорий.

Рассматривая ресурсы современной коллекции рода *Rosa* ЛДР ГБС РАН, группу мускусных гибридов можно выделить как одну из наиболее вариативных (табл. 1) и, соответственно, потенциально перспективных для использования в городских ландшафтных композициях.

Как уже было отмечено ранее, главная особенность сортов роз из группы мускусные гибриды заключается в наличии сильного аромата. Поэтому их можно эффективно использовать в составе композиций пряно-ароматических растений, которые сейчас весьма популярны в озеленении городов, особенно в Европе [10].

В рамках настоящей работы для размещения на объектах общего пользования (бульварах, парках), в том числе, в центральной части города, авторами предложены три композиции.

Первая композиция – цветник кругового обзора с включением пряно-ароматических растений (рис. 6).

Второй вариант композиции (рис. 7) – миксбордер, составленный из мускусных роз с включением пряно-ароматических растений.

Отличительной особенностью композиции №3 (рис. 8) является необходимость ее размещения на фоне газона.

В заключение настоящего исследования можно отметить, что, несмотря на то, что в настоящее время представители рода *Rosa* часто применяются в озеленении, не все садовые группы этой культуры одинаково перспективны для использования в композициях. Так, сорта мускусных роз можно успешно использовать на объектах ландшафтной

Интродукция и акклиматизация

Таблица 1. Способы использования мускусных роз в озеленении

Сорт	Способ использования					
	Группа	Солитер	Миксбордер	Вертикальное озеленение	Живая изгородь	Возможность выращивания в штамбовой форме
Alden Biesen	+	+				
Annelies		+				
Ausonius	+			+		
Ballerina	+	+				+
Bouquet Parfait	+		+			+
Buff Beauty	+	+				+
Bukavu	+	+	+		+	+
Cornelia	+					+
Dinky	+					+
Felicia	+					
Guirlande d'Amour		+	+	+		
Heavenly Pink	+	+				
Jean Stephenne	+	+				
Lavender Lassie	+	+				
Marjorie Fair	+	+	+			
Moonlight	+					
Mozart	+	+				+
Neige d'Ete	+					
Paganini	+					+
Pax	+					
Plaisanterie	+			+		
Prosperity	+	+	+			+
Pretty Pink	+	+				
Rush	+					
Robin Hood	+	+				
Sally Holmes	+	+				
Sangerhausen	+	+				
Sibelius	+	+				
Walferdange	+	+				
Waterloo	+					

Интродукция и акклиматизация

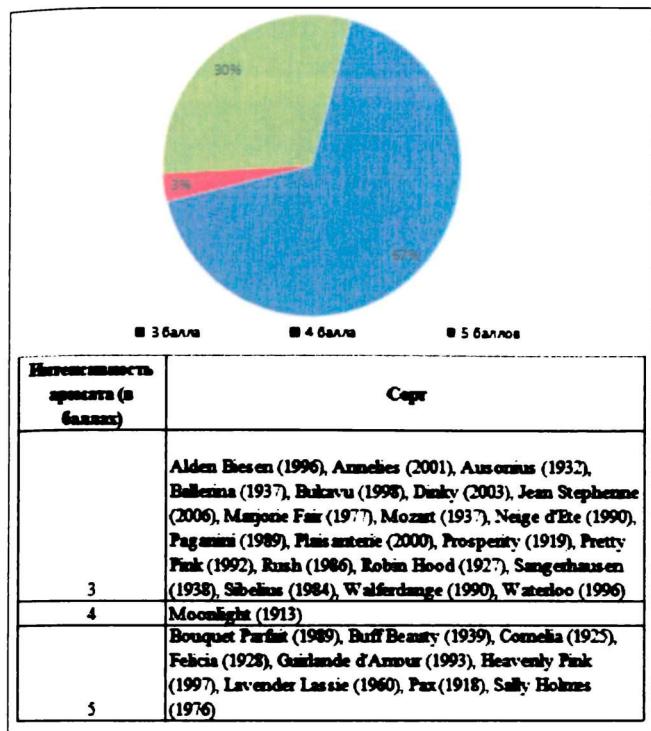


Рис. 5. Распределение представителей группы мускусных гибридов розы в составе современной коллекции ЛДР ГБС РАН (по интенсивности аромата)

Таблица 2. Ассортиментная ведомость

№ п/п	Группа и вид растений	Норма посадки (шт./м ²)	S заним. кульп. (м ²)	Всего посад. (шт.)
1	<i>Rosa x hybrida 'Bonn'</i>	2-3	24	48
2	<i>Rosa x hybrida 'Lichterloh'</i>	2-3	31,6	62
3	<i>Nepeta x faassenii</i>	4-9	16,8	68
4	<i>Ruta graveolens</i>	9	15,6	141

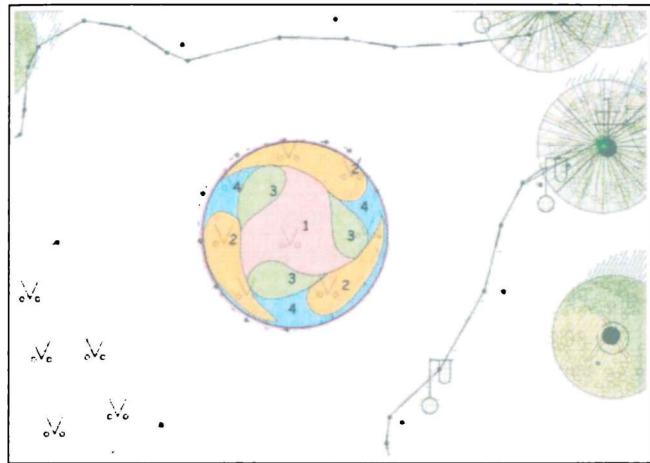


Рис. 6. Композиция №1

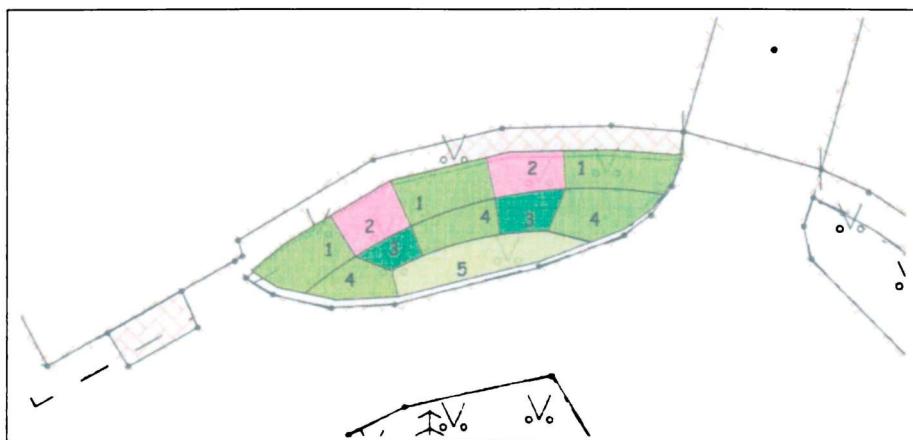


Рис. 7. Композиция №2

Интродукция и акклиматизация

Таблица 3. Ассортиментная ведомость

№ п/п	Группа и вид растений	Норма посадки (шт./м ²)	S заним. культ. (м ²)	Всего посад. (шт.)
1.	<i>Rosa x hybrida</i> 'Pretty Pink'	2	23,8	48
2	<i>Rosa x hybrida</i> 'Dinky'	4-9	18,4	74
3	<i>Hyssopus officinalis</i> 'Rosaus'	2-8	13,4	27
4	<i>Salvia nemorosa</i>	6-8	24,2	145
5	<i>Mentha suaveolens</i> 'Variegata'	6-9	15	90

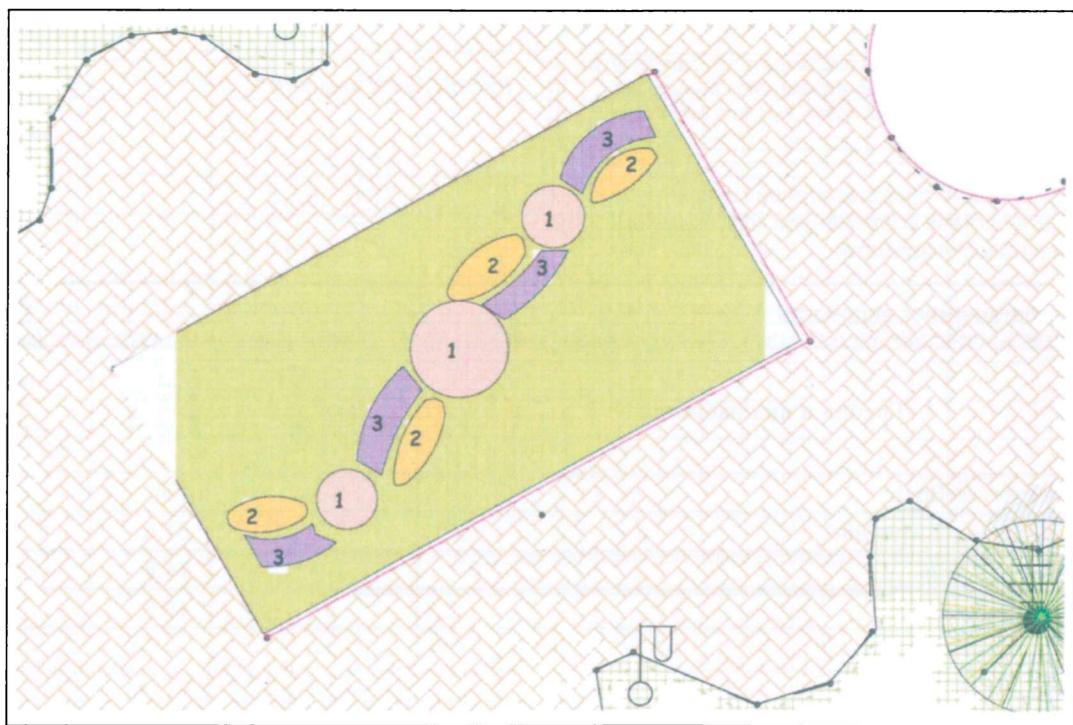


Рис. 8. Композиция №3

архитектуры, поскольку они характеризуются комплексом ценных для озеленения признаков: высокой зимостойкостью, достаточным уровнем декоративности и наличием ощутимого аромата.

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

Список литературы

1. Былов В.Н. Розы. Итоги интродукции . М.: Изд-во Наука, 1988 – 440 с.
2. Krussmann, G., Rosen, rosen, rosen, Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey, 1974.
3. Young, Marily A., Modern Roses. 12th edition, Louisiana: Pediment Publishing , 2007.
4. Harkness , J., The makers of heavenly roses, Great Britain: Souvenir Press, 1985.
5. Quest-Ritson, Ch., The Royal Horticultural Society. Encyclopedia of Roses, Great Britain: Dorling Kindersley Limited, 2003.
6. Сааков С.Г. Розы / С.Г. Саков, Д.А. Риекста. Рига: Знание, 1973. 360 с.
7. Phillips, R., Rix, M., Roses, London: Toppan Printing, 1988.

Интродукция и акклиматизация

Таблица 4. Ассортиментная ведомость

№ п/п	Группа и вид растений	Норма посадки (шт./м ²)	Заним. куль. (м ²)	Всего посад. (шт.)
1	<i>Rosa x hybrida</i> ‘	2-3	10,1	20
2	<i>Rosa x hybrida</i> ‘	2-3	10,1	20
3	<i>Helictotrichon sempervirens</i>	4	14,4	58
4	<i>Salvia nemorosa</i> ‘Viola Klose’	9	15,8	143

8. Бумбеева Л.И. Розарий .М.: Август-Борг, 2017. 79 с.
9. Былов В.Н. Розы. Краткие итоги интродукции в Главном ботаническом саду Академии наук СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 224 с.
10. Бочкова И.Ю. Создаем красивый цветник. М.: Изд-во «Фитон+», 2017. 264 с.

References

1. Bylov V.N., Mihajlov N.L., Surina E.I. Rozy. Itogi introdukci [Roses. The results of the introduction]. Moscow: Publishing House Science., 1988. 440 p.
2. Krussmann, G., Rosen, rosen, rosen, Berlin, Hamburg: Verlag Paul Parey, 1974.
3. Young, Marily A., Modern Roses. Louisiana: Pediment Publishing , 2007.
4. Harkness , J.. The makers of heavenly roses, Great Britain: Souvenir Press, 1985.
5. Quest-Ritson, Ch., *The Royal Horticultural Society. Encyclopedia of Roses*, Great Britain: Dorling Kindersley Limited, 2003.
6. Saakov S.G., Rieksta D.A. *Rozy [Roses]*. Riga: Znanie Publishing House, 1973 360 p.
7. Phillips, R., Rix, M., *Roses*, London: Toppan Printing, 1988.
8. Bumbeeva L.I., Demidov A.S., Bondorina I.A. Rosarii [Rosary]. Moscow, Avgust-Borg Publ., 2017. 79 p.
9. Bylov V.N., Shtan'ko I.I., YUDinceva E.V., Mihajlov N.L. Rozy. Kratkie itogi introdukci v Glavnem botanicheskem sadu Akademii nauk [Roses. Brief results of the introduction in the Main Botanical garden of the Academy of Sciences]. Moscow: Publishing House of USSR Academy of Sciences, 1962. 224 p.
10. Bochkova I.J. Sozdaem krasivij cvetnik [Creating a beautiful flower garden]. Moscow, Fiton+ Publishing House, 2017. 264 p.

Информация об авторах

Бумбеева Любовь Ивановна, н.с.
E-mail: bumbleeva@mail.ru
Кабанов Александр Владимирович, канд. биол. наук, ст.н.с.
E-mail: alex.kabanow@rambler.ru
Кудусова В.Л., мл.н.с.
E-mail: felina3@yandex.ru
Мамаева Наталия Александровна, канд. биол. наук, ст.н.с.
E-mail: mamaeva_n@list.ru
Хохлачева Юлия Александровна, канд. биол. наук, ст.н.с.
E-mail: jusic-la@yandex.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва
127276. Российская Федерация, Москва, Ботаническая ул., д. 4

Information about the authors

Bumbleeva Lubov Ivanovna, Researcher
E-mail: bumbleeva@mail.ru
Kabanov Aleksandr Vladimirovich, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher,
E-mail: alex.kabanow@rambler.ru
Kudusova V.L., Cand. Sci. Biol., Junior Researcher
E-mail: felina3@yandex.ru
Mamaeva Natalia Aleksandrovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher
E-mail: mamaeva_n@list.ru
Khohlaчeva Julia Aleksandrovna, Cand. Sci. Agric., Researcher
E-mail: jusic-la@yandex.ru
Federal State Budgetary Institution for Science N.V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS
127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaja Str., 4

Интродукция и акклиматизация

Л.И. Бумбеева

Н.С.

E-mail: bumbeeava@mail.ru

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

История розоводства в ГБС РАН

Коллекция роз Главного ботанического сада собиралась с 1946 г., с широким привлечением материала как из-за рубежа, так и отечественной селекции. С этого времени шла серьезная ежегодная работа по интродукции, сортопитчиению в местных природно-климатических условиях. За семидесятилетний период в ГБС было испытано около 6000 сортов. Все эти годы коллекция менялась в соответствии с мировыми тенденциями в розоводстве, особенно в отношении садовых групп: в XXI веке все большее значение стала играть группа современных кустарниковых роз (шрабов), более зимостойких и устойчивых в отношении болезней. С 2000 г. коллекция стабильно держится на уровне 1500-1600 современных и устойчивых в наших условиях сортов.

Ключевые слова: коллекция роз, интродукция роз, выраковка, фенологические наблюдения, зимостойкость, устойчивость к болезням, шрабы.

L.I. Bumbeeava

Researcher

E-mail: bumbeeava@mail.ru

Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences

History of rose growing in the Tsitsin Main Botanical Garden RAS

The collection of roses of the Main Botanical Garden RAS has been collected since 1946, with widespread involvement of material from both abroad and domestic selection. Since that time, serious annual work has been going on in regards to introduction, variety study in local climatic conditions. Over a seventy-year period, about 6,000 varieties were tested in MBS. All these years, the collection has changed in accordance with world trends in rose growing, especially in relation to garden groups: in the 21st century, a group of modern shrub roses, more winter-hardy and resistant to diseases, began to play an increasingly important role. Since 2000, the collection is stably kept at the level of 1500-1600 varieties, the most modern ones, relevant to international quality standards.

Keywords: rose collection, introduction of roses, culling, phenological observations, winter hardiness, disease resistance, shrubs.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1047

Среди красивоцветущих растений, розы пользуются наибольшей популярностью и признанием. Интерес к розам никогда не ослабевал, и сейчас трудно найти место в нашей стране, где бы ни выращивались розы и где бы их ни желали иметь. Интерес к розам особенно усилился в последние годы с доступностью их приобретения в различных зарубежных фирмах.

Успешное содержание открытых экспозиций роз в ГБС (розарий и коллекционный участок), в которых произрастало до 2500 сортов и где большая часть сортов (не менее 80%) относилась к теплолюбивым розам, объясняется только тем, что в ГБС, с самого начала работы с розами, был организован питомник и выращивание саженцев в местных условиях.

Опыт по интродукции роз за счет приобретения саженцев из зарубежных фирм и из наших южных питомников не оправдал себя: насаждения довольно быстро выходили из строя. Часть саженцев подвергалась выпаду вскоре после посадки, часть выпадала на второй-третий год, а остальная часть если и сохранялась более длительно, то

уже не обеспечивала своего назначения – должного декоративного эффекта. Выпады вызывались неприспособленностью саженцев к новым почвенно-климатическим условиям.

Многолетний опыт по культуре роз в открытом грунте в ГБС позволяет сделать вполне определенный вывод, что ввозить розы в новые районы, особенно в районы с суровым неблагоприятным климатом, следует начинать не с приобретения саженцев откуда бы то ни было, а с размножения и выращивания их в местных условиях [1-2].

Работа по созданию коллекции роз в ГБС была начата уже в 1946 г. [1-2], ее возглавил И.И. Штанко, курировавший коллекцию до 1974 г. Этому разделу работы было уделено особое внимание вследствие большого значения роз в декоративном садоводстве. На тот послевоенный период резко сократилось сортовое разнообразие роз в стране. Поэтому, наряду со сбором материала внутри страны, Главный ботанический сад с самого начала работы принял меры к широкому привлечению сортового материала из зарубежных стран.

Интродукция и акклиматизация

При обсуждении вопроса о методах формирования и дальнейшего пополнения коллекции роз сотрудниками отдела в качестве основного был избран путь приобретения сортовых черенков и прививки их на местные шиповники. Многолетний опыт показал, что этот метод является наиболее эффективным для интродукции роз, так как дает возможность быстро размножать полученные образцы и правильно изучать и оценивать. Преимущества этого метода заключаются еще и в том, что саженцы, привитые на местных подвоях, значительно лучше приживаются и легче переносят зимовку, чем привозные выращенные в южных районах. А также использование черенков для прививки сильно сокращает расходы на приобретение посадочного материала.

В первые годы работы (1946-1949 гг.) наибольшее число сортов для коллекции (около 3000) было получено из розария Немецкого общества любителей роз, находящегося в г. Зангерхаузене [1-3]. В основном это были известные сорта, получившие распространение в XIX в., а некоторые из них имели историческую ценность. Несомненная ценность этой коллекции состояла в том, что в нее входили сорта всех известных садовых групп, характеризующих многообразие этой культуры. Кроме того, она позволяла уяснить основные направления в селекции роз и дальнейшие пути ее развития. В последующем (особенно в 1958-1959 гг.) были получены новые сорта селекции последних лет из Голландии, Англии, Франции, Германии и др. Наибольшее число отечественных сортов получено из Никитского ботанического сада (Ялта).

Нет необходимости говорить о том, какое значение имеет подвой для жизни привитого растения. В ГБС работа по подбору и изучению подвоев для роз была начата в 1947 г. Большое внимание уделялось изучению и испытанию различных дикорастущих видов и разновидностей в качестве подвоя для роз. Для этой цели в течение ряда лет И.И. Штанько и Н. Л. Михайловым в саду велись опыты по изучению новведения сортов, привитых на различных подвоях. Работы проводились совместно с заслуженным агрономом совхоза «Луганский» УССР П. Ю. Литвиненко, с главным садоводом совхоза «Декоративные культуры» (г. Нальчик) И. П. Ковтуненко, Лучник З. И. с Алтайской плодово-ягодной опытной станцией. Исходным материалом при подборе подвоев для роз были главным образом плоды, собранные с отдельных дикорастущих кустов *R. canina*, отличавшихся внешне здоровым сильным ростом, обильным плодоношением, незначительной подземной порослью или отсутствием ее. В результате были выделены лучшие виды подвоев и начато их размножение.

Зимовка окулянтов роз в средней полосе и в других зонах с холодным климатом не бывает устойчивой. В среднем сохраняется 59 % от числа прижившихся «глазков», а не редко и значительно меньше [2]. Опыт показал, что гибель «глазков» происходит не от морозов, а от избыточной влажности почвы в начале весеннего снеготаяния. В некоторые годы для сохранения коллекционного ассортимента, в особенности новых сортов, осенью выкапывали окулянты и до весны хранили в прикопе. Этим путем

обеспечивалась хорошая сохранность окулянтов, в среднем, на 80%. Успешно был решен вопрос выращивания подвоев для культуры роз в штамбовой форме. Этим вопросом занимался Н.Л. Михайлов. Подобранные подвои и разработанный способ их выращивания позволяет получить устойчивый выход штамбовых роз не ниже 80 % от числа сделанных прививок.

За семидесятилетний период в ГБС было испытано около 6000 сортов. Одни сорта в наиболее неблагоприятные зимы погибали, другие как неперспективные исключались из коллекции. Но так как ежегодно в испытание поступали новые сорта, коллекция поддерживалась в установленном объеме (до 2300 сортов) и улучшалась качественно (табл. 1).

За 25 лет (1976-2001 гг.) коллекция пополнилась 1040 сортами, но за счет выпада и выбраковки коллекция уменьшилась на 514 сортов. С 2000-х годов коллекция роз поддерживается на уровне 1500-1600 сортов. Этот объем сортов считаем оптимальным.

Испытания новых сортов отечественной и зарубежной селекции проводятся на коллекционном участке роз Главного ботанического сада РАН. Наблюдения и оценка осуществляется по «Методике государственного испытания сельскохозяйственных культур (декоративные культуры)» (1968) [4]. В качестве основного руководства по интродукционному изучению сортов были использованы последние выпуски мирового каталога по розам «Современные розы» 11 и 12 («Modern Roses») [10, 11]. Сортознечение – один из важных этапов интродукции, при этом выявляются лучшие сорта, наиболее пригодные для выращивания в местных условиях.

При интродукции новых сортов и пополнении коллекционных посадок был сохранен прежний порядок, полностью оправдавший себя на протяжении многих лет [3]. Все новые сорта поступали в виде черенков и прививались на районированный подвой. Подвой служила *R. canina*. Это давало возможность изучения сорта с самых ранних этапов роста. В соответствии с принятой методикой интродукции роз, розы размещали по садовым группам и высаживали с учетом основной окраски цветков, что значительно облегчало их сравнительную оценку. За всеми сортами проводились фенологические наблюдения, позволяющие накапливать достоверные данные о поведении и особенностях роста и развития интродукционных сортов в условиях средней полосы России. Через 5-6 лет наряду с подробной характеристикой сортов по основным декоративным признакам и хозяйствственно-биологическим особенностям проводили отбор лучших сортов и выбраковку малоценных сортов. За это время наиболее отчетливо проявлялись их ценные качества: высокая декоративность, зимостойкость, устойчивость к болезням, обильность и длительность цветения. В большинстве случаев решающим моментом выбраковки оказывалась зимостойкость. Количество экземпляров коллекционных образцов составляет для разных садовых групп разное, например, чайно-гибридные -10, шрабы -5, старинные розы -3.

Интродукция и акклиматизация

Таблица 1. Состав коллекции роз ГБС с 1976 по 2001 гг.

П/№	Год	Число сортов на 01/XI	Пополнение сортов	Выбраковка сортов	Выпад сортов	Уменьшение (-) или увеличение (+) коллекции в сравнении с предыдущим годом
1	1976	2097				
2	1977	2155	130	10	62	+ 58
3	1978	2085	15	59	26	- 70
4	1979	2203	148	2	28	+ 118
5	1980	2238	111	60	16	+ 35
6	1981	2240	58	34	22	+ 2
7	1982	2255	96	63	18	+ 15
8	1983	2221	28	50	12	- 34
9	1984	2192	-	25	4	- 29
10	1985	2172	4	12	12	- 20
11	1986	2200	57	18	11	+ 28
12	1987	2182	21	20	19	- 18
13	1988	2185	39	22	14	+ 3
14	1989	2213	61	17	16	+ 28
15	1990	2256	54	4	7	+ 43
16	1991	2255	67	22	46	- 1
17	1992	2249	10	15	1	- 6
18	1993	2207	2	22	22	- 42
19	1994	2126	26	18	89	- 81
20	1995	2026	5	-	103	- 98
21	1996	2012	84	69	31	- 16
22	1997	1996	-	-	16	- 16
23	1998	1976	24	17	27	- 20
24	1999	1874	-	67	35	- 102
25	2000	1742	-	76	56	- 132
26	2001	1583	-	71	88	- 159
	Итого:		1040	773	760	-514

Новые лучшие сорта, рекомендованные ГБС для массового внедрения в озеленение, ежегодно передавали большому числу организаций и многим специалистам-любителям. Отдельным ботаническим садам были переданы значительные коллекции.

На базе коллекции И. И. Штанько была развернута селекционная работа по розам. В результате этих работ были выведены новые сорта, которые впервые за всю историю отечественного розоводства вошли в международную публикацию мирового сортимента («Modern Roses»). Им были созданы сорта: Аврора (1972), Аэлита (1952), Иван Папанин (1972), Марфа (1972), Ракета (1952), Ясная Поляна (1958), а один из сортов Утро Москвы – отмечен на международной выставке (1961 г.) в Эрфурте Золотой медалью [10].

Важнейшим достижением Главного ботанического сада за годы интродукции роз следует считать массовое внедрение в производство не только новейших сортов, но и новых садовых групп роз.

Коллекционный генофонд роз Главного ботанического сада РАН на 1 ноября 2019 года представлен 1.574 сортами, гибридами и сеянцами разных садовых групп, включая 29 видов (табл. 2, рис. 1) [11].

Периодически результаты работы по интродукционному изучению и сортовооценке роз ГБС РАН публиковались в издании “Розы. Краткие итоги интродукций”. Было выпущено три издания 1962, 1972, 1988 гг. За последние десятилетия интродукционные фонды роз значительно увеличились. [1-3].

Интродукция и акклиматизация

Таблица 2. Сортовой состав коллекции роз ГБС, по садовым группам

№п/п	Сокращённое название садовой группы	Садовая группа	Число сортов, шт.
1	2	3	4
<i>Старинные садовые розы (OGR):</i>			
1	A	<i>Alba</i> - альба	10
2	Ayr	<i>Ayrshire</i> – айширские	1
3	B	<i>Bourbon</i> – бурбонские	7
4	C	<i>Centifolia</i> – центифольные	8
5	Ch	<i>China</i> – китайские или бенгальские	6
6	D	<i>Damask</i> – дамасские	5
7	E	<i>Eglanteria</i> – рубигиноза или эглантерия	7
8	HGal	<i>Hybrid Gallica</i> – гибрид галльских или французских роз	21
9	HCan	<i>Hybrid Canina</i> – гибрид розы канина	2
10	HFt	<i>Hybrid Foetida</i> – гибрид розы фетида	5
11	HMult	<i>Hybrid Multiflora</i> – гибрид розы мультифлора	4
12	HP	<i>Hybrid Perpetual</i> – гибрид розы ремонтантной	13
13	HSem	<i>Hybrid Sempervirens</i> – гибрид розы семпервиренс	1
14	HSet	<i>Hybrid Setigera</i> – гибрид розы сетигера	2
15	HSpn	<i>Hybrid Spinosissima</i> – гибрид розы спинозиссима	20
16	M	<i>Moss</i> – моховые	12
17	Misc OGR	<i>Miscellaneous OGRs</i> – различные старинные садовые розы	3
18	N	<i>Noisette</i> – нуазетовые	3
19	P	<i>Portland</i> – портландские	4
20	Sp	<i>Species</i> – видовые	29
21	T	<i>Tea</i> – чайные	2
<i>Современные розы</i>			
22	HMacr	<i>Hybrid Macrantha</i> – гибрид розы макранта	1
23	HMoy	<i>Hybrid Moyesii</i> – гибрид розы мойези	3
24	HMSk	<i>Hybrid Musk</i> – гибрид розы мускусной	30
25	HRg	<i>Hybrid Rugosa</i> – гибрид розы ругоза	103
26	HKor	<i>Hybrid Kordesii</i> – гибрид розы кордезии	22
27	S*	<i>Shrub</i> – шрабы	353
28	F	<i>Floribunda</i> – флорибунда	266
29	Gr	<i>Grandiflora</i> – грандифлора	18
30	HT	<i>Hybrid Tea</i> – чайно-гибридные	355
31	LCI	<i>Large Flowered Climber</i> – крупноцветковые плетистые	81
32	Min	<i>Miniature</i> – миниатюрные	113
33	Pol	<i>Polyantha</i> – полиантовые	28
34	HWhich	<i>Hybrid Wichurana</i> – гибрид розы вихура (плетистые мелкоцветковые)	29
35	Гибриды		5
36	Сеянцы		2
	Итого:		1574

* В состав группы шрабов (S) входят почвопокровные розы

Интродукция и акклиматизация

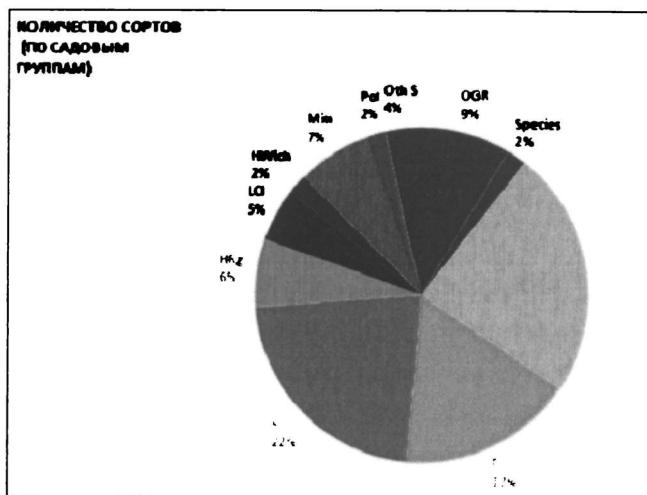


Рис. 1. Количество сортов (распределение в соответствии с садовыми группами)

В последние два десятилетия главным образом интродуцировались новые современные сорта селекции последних лет. Было получено около 800 новых сортов. Количественное, а главное качественное изменение состава коллекционных фондов послужило поводом для подведения итогов интродукции этой культуры. Количество сортов в коллекции с 2001 года по сегодняшний день остается на уровне 1500-1600 сортов. В коллекционных насаждениях представлены все существующие садовые группы. Коллекция роз достаточно современная, много новинок большинства мировых селекционеров.

История интродукции роз ГБС неразрывно связана с историей мирового розоводства. Например, в первые годы существования коллекции еще достаточно популярны были ремонтантные розы, в ГБС было испытано 400 сортов. Опыт и наблюдения показали, что лишь несколько сортов из этого количества имеют значение сейчас, а остальные не отвечают современным требованиям ни по декоративным качествам, ни по обилию цветения, многие сорта не зимостойки и сильно повреждаются различными болезнями.

Долгое время предпочтение оказывалось чайно-гибридным розам и розам группы флорибунда. В 70-90-е годы коллекция роз чайно-гибридных роз держалась на уровне 1000 сортов, флорибунда – 500 сортов. Они менее зимостойки, чем современные парковые розы, но эти группы являются не только лучшими по декоративным качествам, по обилию и длительности цветения, но и по легкости и удобству ухода за ними, в частности по зимнему их утеплению. У этих роз достаточно сохранить побеги на высоту 10 см от земли, чтобы они могли не только хорошо расти, но и обильно цветти. Но агротехнически поддерживать эти группы очень сложно, особенно чайно-гибридные розы, так как они требуют размножения большим числом кустов и замены кустов через каждые 10 лет. Поэтому количество сортов этих групп в последние годы значительно сокращено. Чайно-гибридные розы происходят от вида *Rosa chinensis* (Jacquin), растущего в природе в Южном Китае, где температура редко падает ниже 0, и растения этого вида не выработали способность выдерживать морозы. Поэтому чайно-гибридная группа роз уязвима низкими температурами, возможность успешной перезимовки у нее невысокая. Но опыт показывает, что даже среди таких теплолюбивых роз, как чайно-гибридные, имеются сорта, которые хорошо себя зарекомендовали в средней зоне. Массовое распространение получили сорта из группы флорибунда, которые по обилию и длительности цветения, по зимостойкости и устойчивости к болезням превосходят чайно-гибридные розы. На сегодняшний день эти группы в мировом розоводстве еще остаются ведущими. В коллекции ГБС эти группы представлены 355 сортами чайно-гибридные розы и 266 сортами группы флорибунды.

Как раз появление новой садовой группы шрабов предшествовала потребность в них и произвела своеобразную «революцию» в мире роз. Они пришли на смену стаинным парковым розам, которые оказались недостаточно зимостойкими и неустойчивыми к болезням. Кроме того они цвели однократно и не отличались разнообразием окрасок. Несмотря на то, что все современные кустарниковые розы – шрабы, они требуют защиты на зиму в наших условиях, они являются самыми зимостойкими. За этими розами будущее в розоводстве.

Большинство сортов, которые основные фирмы-производители саженцев роз объединяют в серии устойчивых, относительно неприхотливых сортов, относятся к группе шрабов (современным парковым розам) и в условиях средней полосы подтверждают все наши ожидания. Эти розы не болеют и прекрасно растут при простом уровне агротехники, из них можно создавать розарии с минимальным уходом. Розы с ностальгической формой цветка, полученные от зимостойких видов, дают почувствовать романтику прошлых столетий на качественно новом уровне современных сортов [7].

К современным парковым розам относятся группы: гибриды розы морщинистой, гибриды розы мускусной, гибриды розы майези, гибриды розы Кордеса и шрабы. Иногда эти группы объединяют под общим названием шрабы, что в переводе с английского означает «кусты, кустарники». Все розы с ботанической точки зрения – шрабы, так как являются кустарниками. Большинство из них цветет до поздней осени и отличается высокой зимостойкостью и устойчивостью к болезням.

В 80-е годы XX в. интродуцирована новая группа почвопокровных роз. Это ползучие кустарники с длинными побегами, густо покрытыми цветками и изящной листвой. Они продолжительно цветут, неприхотливы, не требуют большого ухода и перспективны для ландшафтного оформления и относят их к группе шрабов.

Группа шрабов достаточно условная группа роз, в нее относят сорта, которые нельзя включить в другие группы из-за объема кустов, их мощности и силы роста. Сейчас в коллекции 353 сорта шрабов и каждый год коллекция пополняется.

Интродукция и акклиматизация

Большой интерес по зимостойкости вызывают гибриды розы ругозы. Из современных роз это самая зимостойкая группа. Собрана большая коллекция - 103 сорта, из них 20 сортов латвийской селекции доктора с\х наук д-ра Риексты. В последние годы большую популярность приобрели гибриды розы мускусной (30 сортов). Не так давно в ассортименте некоторых розоводческих компаний появились удивительные новинки – гибриды розы гультемии, или розы персидской *Hulthemia persica*. Селекционеров давно привлекал ее невыгорающий ярко-желтый цвет. В основании лепестков у них пурпурное, каштановое или гранатово-красное пятно. В ГБС большинство сортов зимует в открытом грунте.

Продолжались работы по продвижению садовых роз на север, в связи с тем, что большой интерес к розам проявляют специалисты и садоводы Сибири, Урала, Дальнего Востока. За последние годы новые сорта роз канадской селекции получили высокую оценку по морозостойкости и устойчивости против болезней. Розы канадской серии '*Explorer' Roses*', названные в честь выдающихся канадских исследователей, отличаются, прежде всего, высокой зимостойкостью. В происхождении многих сортов этой серии участвовали роза кордезии и роза ругоза. Канадская серия '*Parkland' Roses*' отличается от серии '*Explorer*' более низкими кустами. Сорта этих серий выдерживают очень низкие зимние температуры до -35-40°C при условии хорошего снежного покрова.

Эти группы пришли на смену старинным парковым розам - французским, центифольным, дамасским, которые, как правило, цветли однократно, не отличались разнообразием окрасок.

Наиболее декоративные виды дикорастущих шиповников, а также их садовые формы и гибриды составляют группу старинных садовых роз (*Old Garden Rose*). Этот термин введен Американским обществом роз в 1966 году. Эта группа велика и разнообразна и относится к кустарниковым розам. Старинные садовые розы были интродуцированы в Европу с Востока и культивировались начиная с XVI столетия. С появлением чайно-гибридных роз, старинные садовые розы отошли на второй план. С середины 50-х годов прошлого столетия о них вспомнили, начали собирать, восстанавливать. Надо отметить, что за последние годы в мире не только возрос интерес по подбору более широких коллекций, но и оживилась работа по созданию их новых форм и сортов. Сорта этой группы можно встретить в старых парках и ботанических садах. Многие старинные садовые розы по красоте и устойчивости не уступают современным розам. Старинные садовые розы включают 21 садовую группу роз. В коллекции ГБС 136 сортов.

К плетистым розам по новой классификации относятся розы трех садовых групп: плетистые мелкоцветковые розы (*Hybrid Wichuriana* и *Hybrid Multiflora*) – 33 сорта и плетистые крупноцветковые розы (*Large Flowered Climber*) - 81 сорт. Происхождение их связано с дикорастущими видами: с *R. multiflora* (роза многоцветковая) и *R. wichuriana* (роза Вихура), родом из Японии и Китая.

Поэтому наиболее благоприятные условия этим розам в более южных районах, где кусты не снимают с опор. В средней зоне, хорошо зимуют только под укрытием. В группе плетистых крупноцветковых роз много сортов, полученных от скрещиваний с розой вихурой (*R. wichurana*), с розой сетигерой (*R. setigera*) и др. Плетистые крупноцветковые розы отличаются сильным объемным ростом до 2-х и более метров, обильным и продолжительным цветением, зимостойкостью, в коллекции - 81 сорт. Была разработана агротехника плетистых роз, которые долгое время считались непригодными по климатическим условиям. Сейчас плетистые розы прочно занимают свое место в различных видах оформления (колонны, пирамиды, шпалеры, плакучие формы).

Долгие годы большую популярность имели миниатюрные розы. Они очень изящны и привлекают внимание малыми размерами кустов и цветков. Малые размеры этих роз позволяют создавать небольшие композиции в саду, проводить посадки в рокариях, перспективны они и в горшечной культуре. В последнее время интерес к этой группе роз значительно сократился. В коллекции ГБС в настоящее время более 100 сортов.

За последние годы было испытаны различные способы укрытия, от воздушно-сухого способа с применением полиэтиленовой пленки, укрытия лапником до укрытия нетканым материалом. В связи с потеплением в последние годы последний способ показал хорошие результаты, являясь еще и самым экономичным.

Проведены многолетние испытания большого сортиента роз (свыше 700 сортов) в корнесобственной культуре, выявлены особенности этой культуры и выделены сорта, которые хорошо растут и цветут в открытом грунте. В результате выделены сорта, которые очень быстро укореняются при выращивании зелеными черенками, хорошо растут, обильно цветут и удовлетворительно зимуют на своих корнях. В розарии ГБС – 40 % роз размножены черенками. Особенно хорошо растут в этой форме почвопокровные шрабы, мелкоцветковые плетистые розы и миниатюрные.

Наглядным итогом интродукции роз в известной степени может служить розарий ГБС РАН. Розарий Главного ботанического сада расположен на площади 2,0 га, в архитектурном отношении решен как регулярный сад с элементами свободной планировки. Авторский коллектив проекта – главный архитектор ботанического сада И. М. Петров, архитектор Л. М. Чалымова, заведующий отделом цветоводства В. Н. Былов и заведующий сектором интродукции роз И. И. Штанько. Экспозиционный участок Розарий, созданный в 1961 году, все годы до 1997 г. успешноправлялся с главной своей задачей – пропагандировать культуру роз. В эти годы на розарии произрастало около 250 сортов. В течение первых лет работы по уходу за розами выполнялся старший садовод П.Я. Татаева [5].

В 2011 году после технической реконструкции участка, розарий был восстановлен. Сегодня на экспозиционном участке представлено 840 сортов и видов роз. Количество различных роз, высаженных в розарии ГБС, конечно,

Интродукция и акклиматизация

не является совершенным, но все же может служить ориентиром при планировании ассортимента, выращиваемого для устройства розареев в Средней полосе [6].

Главной задачей экспозиции розарий является показ лучших сортов роз и различных приемов использования их в ландшафтной архитектуре. Здесь наряду с лучшими сортами посетители сада могут ознакомиться с наиболее рациональными приемами использования роз в декоративном оформлении: в кустовой и штамбовой форме, в групповой и солитерной посадке на фоне газона, у подпорной стенки и на опушке дубравы, на колоннах, арках и шпалерах, у бассейнов и фонтанов и т.п. В розарии представлены экспозиции, дающие ответы посетителям на ряд вопросов по культуре, истории, биологии. На розарии создан участок, отображающий историю возникновения и формирования различных садовых групп, где представлены дикорастущие шиповники, которые использовались при создании старинных садовых роз и первые типичные сорта основных современных садовых групп роз. Сортовой состав розария регулярно обновляется по мере выделения новых перспективных сортов.

В настоящее время розарий ГБС служит ярким и убедительным примером больших возможностей, которые открывает систематическая интродукция и направленная селекция для освоения культуры роз в суровых условиях средней полосы. Созданный многолетним трудом коллектива сотрудников, розарий является одной из наиболее содержательных в научно-познавательном отношении, и интересной по архитектурно-художественному оформлению экспозиций сада, привлекающей внимание специалистов и любителей садоводства.

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

Список литературы

1. Былов В.Н., Штанько И.И., Юдинцева Е.В., Михайлов Н.Л., Розы. Краткие итоги интродукции в Главном ботаническом саду Академии наук СССР М.:Изд-во АН СССР, 1962 224 с. -
2. Былов В.Н., Штанько И.И., Юдинцева Е.В., Михайлов Н.Л., Розы. Краткие итоги интродукции. М., Наука, 1972. 304 с.
3. Былов В.Н., Михайлов Н.Л., Сурина Е.И. Розы. Итоги интродукции. М.: Наука, 1988. 440 с.

Информация об авторе

Бумбееева Любовь Ивановна, н.с.

E-mail: bumbleeva@mail.ru

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

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

4. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур: Декоративные культуры. М.; Колос, 1968. Вып. 6.- 223

5. Былов В. Н., Михайлов Н. Л. Розарий Главного ботанического сада Академии наук СССР. М: Колос, 1978. 199 с.

6. Бумбееева Л.И., Демидов А. С., Бондорина И.А. Розарий. М. 2017.

7. Austin D. English Roses. Little Brown and Company, 1996.

8. Charles & Brigid Quest-Ritson. Encyclopedia of Roses. 2003. 448 p.

9. Krussmann G. Rosen.Rosen. – Berlin und Hamburg, Verlag Paul Parey, 1974.

10. Modern Roses XI. (The World Encyclopedia of Roses). Academic Press. 2000 by the American Rose Society.

11. Modern Roses 12 (The Comprehensive List of Roses in Cultivation or of Historical or Botanical Importance). Shreveport, 2007 by the American Rose Society.

References

1. Bylov V.N., Shtanko I.I., Yudintseva E.V., Mikhailov N.L., Roses. Brief results of introduction in the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences - Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1962. 224 p.

2. Bylov V.N., Shtanko I.I., Yudintseva E.V., Mikhailov N.L., Roses. Brief results of introduction. M.: Publishing House "Science", 1972. 304 p.

3. Bylov V.N., Mikhailov N.L., Surina E.I. Roses. The results of the introduction. M.: Publishing House "Science", 1988. 440 p.

4. Methods of state testing of crops: Decorative crops. M.; Kolos, 1968. - Is. 6.- 223 p.

5. Bylov V.N., Mikhailov N. L. Rosary of the Main Botanical Garden of the USSR Academy of Sciences. M: Kolos, 1978. 199 p.

6. Bumbleeva L.I., Demidov A.S., Bondorina I.A. Rose garden. M. 2017.

7. Austin D. English Roses. Little Brown and Company, 1996.

8. Charles & Brigid Quest-Ritson. Encyclopedia of Roses. 2003. 448 p.

9. Krussmann G. Rosen.Rosen. – Berlin und Hamburg, Verlag Paul Parey, 1974.

10. Modern Roses XI. (The World Encyclopedia of Roses). Academic Press. 2000 by the American Rose Society.

11. Modern Roses 12 (The Comprehensive List of Roses in Cultivation or of Historical or Botanical Importance). Shreveport, 2007 by the American Rose Society.

Information about the author

Bumbleeva Lubov Ivanovna, Researcher

E-mail: bumbleeva@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main Botanical Garden RAS

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

Интродукция и акклиматизация

Г.А. Фирсов

канд. биол. наук. ст. н. с.

E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Ботанический сад Петра Великого, ФГБУН

«Ботанический институт им. В.Л. Комарова

РАН»

А.Г. Хмарик

главный агроном

E-mail: info@taxon.pro

Л.П. Трофимук

агроном

E-mail: radoste@yandex.ru

Научно-опытная станция Отрадное, ФГБУН

«Ботанический институт им. В.Л. Комарова

РАН»

Багрянник японский (*Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc.) на северо-востоке Карельского перешейка (Ленинградская область)

Cercidiphyllum japonicum Siebold et Zucc. начал испытываться в Научно-опытной станции «Отрадное» Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН с 1964 г. В условиях Карельского перешейка (Приозерский район Ленинградской области) образует хорошо развитый куст 10,5 м выс. в возрасте 41 год. По сравнению с ранее известными данными размеры его значительно увеличились. Плодоносит с 1989 г., в 2018 г. получено семенное потомство, всхожесть семян составила 6%. В 2019 г. обнаружен самосев, возраста 6-9 лет, который появился, очевидно, после аномально жаркого лета 2010 г. в условиях потепления климата. Сроки прохождения фенофаз сезонаного развития соответствуют местному календарю природы, сравнительно зимостоек и не повреждается осенними и весенними заморозками. Вид можно рекомендовать для озеленения Карельского перешейка и продвинуть его культуру дальше к северу.

Ключевые слова: багрянник, *Cercidiphyllum*, интродукция растений, научно-опытная станция «Отрадное».

G.A. Firsov

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Komarov Botanical Institute RAS, Saint-Petersburg

A.G. Khmarik

Main Agronomist

E-mail: info@taxon.pro

L.P. Trofimuk

Agronomist

E-mail: radoste@yandex.ru

Scientific-Experimental Station «Otradnoe» of

Komarov Botanical Institute RAS

Katsura tree (*Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc.) at the north-east of the Karel isthmus (Leningrad Region, Russia)

Otradnoe Scientific-Research Station of the V.L. Komarov Botanical Institute of Russian Academy of Sciences was established in 1946. *Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc. began to test here since 1964. In conditions of the Karel Isthmus (Priozersky administrative district of Leningrad region, Russia) it produces the well-developed shrubby plant up to 10,5 m high in the age of 41 years old. Comparing with earlier published data its sizes have considerably enlarged. It produces fruits since 1989. The seed reproduction was obtained in 2018, with germination power 6%. The katsura's self sowing was found in 2019: several young plants being 6-9 years old. The dates of its stages of phenological rhythm of development are corresponded with local Calendar of Nature. It is not subjected to spring and autumn frosts and is quite winter hardy in conditions of modern climate. The species may be recommended for planting around the Karel Isthmus and to promote its cultivation further up to the North.

Keywords: katsura tree, *Cercidiphyllum*, arboriculture, Otradnoe Scientific Research Station.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1048

Багрянник японский (*Cercidiphyllum japonicum* Siebold et Zucc.) – лиственное дерево до 30 м выс. со стволом до 1,2 м диам. [1]. В семействе Cercidiphyllaceae 1 род, с двумя видами из Японии и Китая. Листья багрянника

напоминают листья известного иудина дерева (*Cercis siliquastrum* L.), отсюда его родовое латинское название *Cercidiphyllum* Siebold et Zucc. Вид представлен не только в Японии, но и в континентальной части Восточной Азии.

Интродукция и акклиматизация

Китайские популяции сейчас выделяются в разновидность *C. japonicum* var. *sinense* Rehder et E.H. Wilson – древовидной формы роста, но мало отличается морфологически от типичной разновидности. В природе растёт в лиственных и смешанных лесах, поднимаясь в горы до 1800 м. В культуру багрянник японский введен в 1865 г. [2]. В Санкт-Петербурге он впервые отмечался в каталогах Императорского Санкт-Петербургского ботанического сада как растущий в открытом грунте в 1889 г. [3]. В середине XX в., в условиях более холодного климата, вид был известен в культуре в Ленинграде, растения достигали 4 м выс. и были достаточно устойчивыми [1]. Багрянник японский уже тогда считался красивым парковым деревом, декоративным весной и осенью окраской своих листьев, пригодным для одиночной и групповой посадок.

Интродукционная деятельность на научно-опытной станции «Отрадное» Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН началась в 1946 г. Огромная работа по восстановлению садово-паркового хозяйства Ленинграда и пригородов началась в 1944 г., сразу после снятия блокады [4]. С. Я. Соколов, заведующий ботаническим садом БИН АН ССР в 1938-1944 и 1948-1958 гг., руководил в 1947 г. обследованием состояния зелёных насаждений в Ленинграде. Впереди предстояло создать 400 га новых садов и парков, в том числе два парка Победы и восстановить 1130 га старых парков. «На этом фоне и начинал свое существование дендропитомник в Отрадном (Приозерский р-н Ленинградской обл.), заложенный с целью решения научных задач и оказания помощи городу консультациями и посадочным материалом: в городские и пригородные парки должен и может быть привлечен огромный ассортимент декоративных и полезных, особенно плодовых растений из флоры нашей страны и зарубежных флор» [4, с. 8].

При подведении итогов 20-летнего существования питомника НОС Отрадное (1960-1970 гг.) анализ материалов позволил Ю. А. Луксу, проводившему интродукционные испытания, разбить весь видовой состав растений по степени зимостойкости на 5 групп, внутри которых были выделены подгруппы в зависимости от высоты экземпляров (растения обмеряли в 1966 и 1967 гг.) [4]. *Cercidiphyllum japonicum* попал в группу IV: растения, обмерзающие (иногда, часто или постоянно) и при этом цветущие и плодоносящие, или сильно страдающие и не плодоносящие и даже не цветущие. Был испытан образец из Польши, полученный семенами в 1963 г., год появления всходов – 1964. При подведении итогов достигал 0,3 м выс., отмечен как сильно подмерзающий. К 1970 г. было 9 растений этого образца, которые были в высоту 0,3-0,5 м. К настоящему времени этот образец не сохранился, очевидно, растения вымерзли.

С 1979 г. представлен другой образец багрянника японского. Выращен из семян, собранных с деревьев в парке Ботанического сада БИН [4]. С 1989 г. растения стали плодоносить, по достижении возраста 11 лет. При этом можно заметить, что год 1989 оказался самым тёплым в истории инструментальных метеорологических наблюдений на тот период времени, это справедливо как по отношению

к Санкт-Петербургу, так было и на более широкой территории вплоть до севера Карельского перешейка. Растения плодоносили, но обмерзали (зимостойкость по шкале авторов: II – 2, повреждались концы побегов последнего года): Плодоношение было постоянным, пока велись наблюдения авторов, до 2002 г. [4]. В 1990 г. от экземпляра посева 1979 г. были взяты и укоренены черенки – таким образом, подтверждена возможность вегетативного размножения багрянника в местных условиях. К 2000 г. растения достигли 3,5 м выс. в возрасте 22 года.

Материалы и методика исследований

Объектами наблюдений являлись растения коллекции Ботанического сада Петра Великого БИН РАН. Оценку жизненного состояния растений проводили по методике В.А. Алексеева [5]: 1 - здоровые, 2 - поврежденные (ослабленные), 3 - сильно поврежденные (сильно ослабленные), 4 - отмирающие, 5а - свежий сухостой, 5б - старый сухостой. Ежегодная оценка зимостойкости проводилась по 7-балльной шкале П.И. Лапина [6]. Фенологические наблюдения проводились по методике Н.Е. Булыгина [7]. Высоту растений до 3,00 м измеряли мерной нивелирной рейкой с точностью до 0,01 м. Высоту более крупных деревьев определяли высотомером Nikon Forestry Pro с шагом измерения высоты 0,2 м, диаметр ствола измерялся на высоте 1,3 м. Использованы данные метеостанции Сосново за 1961-2018 гг. и метеостанции Санкт-Петербург. Для ускоренного проращивания семян использовали 4-амино-бензойную кислоту (ПАБК, витамин В10) (Sigma-Aldrich). 0,25% раствор ее калиевой соли готовился растворением эквимолярных количеств ПАБК и едкого кали в воде. На 1 литр раствора расходуется 2 г. ПАБК и 0,84 г. едкого кали, раствор имеет pH 6,5.

В статье приняты следующие сокращения: БИН – Ботанический сад Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН, в. – век, выс. – высота, диам. – диаметр, НОС – научно-опытная станция, экз. – экземпляр.

Результаты и их обсуждение

В начале XXI в., когда кураторской деятельностью на станции заведовал Н. П. Васильев, по дендрофлоре НОС «Отрадное» был опубликован ряд статей [8,9,10,11,12,13,14,15]. В том числе по видам, образующим здесь самосев [16,17]. Однако, тогда багрянника японского в числе изучаемых объектов не было. Наблюдения за багрянником японским были продолжены авторами настоящей статьи в 2016 г. в рамках проведения общей инвентаризации дендроколлекции НОС «Отрадное».

К настоящему времени сохранилось два близко посаженных друг к другу экземпляра, оба в виде многоствольных кустов. Один из них – женский, другой – мужской. Лучший из них по состоянию на осень 2019 г. имел размеры: 10,5 м выс., диам. 130 мм (самого толстого ствола), корона почти симметричная, 11,5 x 11,0 м. Следов обмерзания за последние годы не обнаружено.

Интродукция и акклиматизация

Таблица 1. Характеристика растений *Cercidiphyllum japonicum* в НОС «Отрадное»

Параметр	Растение	№1 ♀	№2 ♂
Жизненное состояние по В.А. Алексееву		2	2
Высота, м.		10,5	9,5
Проекция кроны, м.		11,5 x 11,0	9,5 x 4,0
Число стволов, шт.		8	3
Максимальный диаметр ствола, мм.		132	119
Сухие ветки, %		10	8
Средний годовой прирост в 2018 г., мм.		224±47	210±41
Средний годовой прирост в 2019 г., мм.		276±54	232±38

Куртина находится на участке бывшего питомника, на пологом склоне, обращённом к ручью, среди деревьев и кустарников подроста и подлеска, под пологом *Salix fragilis* L. и *Quercus rubra* L., в рядовой посадке на бывшей гряде питомника. Место избыточно сырое, на тяжёлой суглинистой почве. На день осмотра, 28.08.2019, осенне пожелтение листьев ещё не наступило (единичное желтение менее 1% листьев). Балл состояния – 2, обмерзание отсутствует, растение с плодами, выглядит декоративно, отмечена стволовая гниль у шейки корня у одного экземпляра. Был найден самосев, краткая характеристика которого приводится в таблице 2.

Самосев обнаружен далеко от маточного экземпляра, за пределами его кроны, все растения в вегетативном состоянии. Так как за последние годы не проводился уход, весь участок сильно заросший и тенистый. И багряннику, как маточному растению, так и его естественному семенному возобновлению, приходится выдерживать сильную конкуренцию со стороны других видов деревьев и кустарников. Территория нуждается в освещении и уходе. С другой стороны, отсутствие ухода и позволяет здесь сохраняться самосеву целого ряда видов и проводить интересные наблюдения за репродуктивными особенностями и потенциально инвазионными видами. В Ботаническом саду БИН РАН в Санкт-Петербурге, где проводится постоянный уход и регулярное окапывание газонов, такой возможности нет. В Санкт-Петербурге случаи выявления самосева багрянника японского не известны [18].

Самосев явно не одновозрастный, а разных лет. Вероятно, появился после аномально жаркого лета 2010 г. Это

первый случай нахождения самосева багрянника японского в Ленинградской области, с начала его культуры с конца XIX века за период 130 лет. По данным метеостанции Сосново, июль 2010 г. был рекордно тёплым за период наблюдений 1961-2018 гг.: 22,7°, превосходя июль жаркого 1972 г. на 2,5°. Как известно, 2010 г характеризовался блокирующим антициклоном с продолжительной аномально жаркой погодой.

Анализ метеоданных показывает, что сейчас территория станции Отрадное входит в зону 5 зимней устойчивости древесных растений [19], в подзону 5а, со среднеминимальной температурой воздуха за 20-летие 1999-2018 г. ...-28,3° (интервал температур от -28,8° до -26,2° по шкале Цельсия). В прошлом, в 20-летие 1961-1980 гг. среднеминимальная температура воздуха составляла -31,1°, что соответствовало 4, более холодной, зоне устойчивости, подзоне 4б. Это подтверждает потепление климата на Карельском перешейке, не только в Санкт-Петербурге [20]. И показывает, почему первые образцы багрянника могли здесь вымерзнуть. И объясняет тот факт, что багрянник растёт здесь кустом, а не деревом, как в мегаполисе Санкт-Петербурга, в 110 км южнее. Абсолютный минимум температуры воздуха на Карельском перешейке в 1987 г. достиг -42,2° (по данным метеостанции Санкт-Петербург минимальная температура 10 января 1987 г. достигла -34,7°, что на 7,5° теплее). Как и в Санкт-Петербурге, в Сосново потепление климата заметно с 1989 г. – среднегодовая температура воздуха достигла 5,9° (при том, что в холодном 1976 г. она была всего 1,8°, а в 1987 г. – лишь 1,6°). В XXI в., как и в Санкт-Петербурге, 2015 г. превзошёл год 1989,

Таблица 2. Характеристика самосева *Cercidiphyllum japonicum* в НОС «Отрадное», осень 2019 г.

№№	Высота, см	Возраст, лет	Расстояние от маточника, м	Особенности
1	105	8-9	20	Ветвится, вег., в 12 см от № 2
2	20	~6	20	Угнетён, не ветвится, вег.
3	65	~7	18,5	В 1,5 от № 1 и 2, под пологом <i>Corylus avellana</i> L., в тени, в хорошем состоянии, вег.

Интродукция и акклиматизация

и он оказался рекордно тёплым за период наблюдений, с температурой ... 6,2°.

В 2017-19 гг. проводилось изучение посевных качеств семян багрянника японского в условиях Карельского перешейка. По результатам оценки урожая плодов и семян в 2017 г. получены такие характеристики: длина плода: $17,8 \pm 0,4$ мм, диаметр $3,0 \pm 0,3$ мм, масса плода в воздушно-сухом состоянии $0,025 \pm 0,003$ г, число семян в 1 плоде – 15 шт, вес 1000 шт. семян 0,778 г. (урожай 2017 г.) и 0,759 г. (урожай 2019 г.). Семена были посеяны 30.05.2018 г. в питомнике в НОС «Отрадное», их высевали без предварительной стратификации. Перед посевом семена выдерживали в 0,25% растворе калиевой соли 4-аминобензойной кислоты в течении 8 часов при 16 - 18°C. 4-аминобензовая кислота (ПАБК) — это адаптоген и фенотипический активатор роста растений [21]. ПАБК повышает кондиционные свойства семян, оказывает положительное влияние на зародыш. [22, 23]. Ее воздействие на обрабатываемые семена проявляется тем эффективнее, чем ниже их всхожесть. ПАБК и различные составы на ее основе используется для стимуляции прорастания семян сельскохозяйственных и лесных культур [24, 25]. Первые всходы появились на 15 – 17 день после посева. Из 885 шт. посевных семян взошло 49 шт., таким образом, грунтовая всхожесть составила 5,5%. Это сопоставимо с данными качества семян этого вида, собранных в Ботаническом саду БИН в Санкт-Петербурге (там из 1065 шт. семян взошло 93, всхожесть – 8,7%). Таким образом, семена багрянника японского в условиях Карельского перешейка всхожие, и его вполне возможно размножать здесь семенным путём. Впервые в Санкт-Петербурге и Ленинградской области за 130-летний период (с 1889 г.) культуры этого вида в 2018 г. было получено его семенное потомство. Прирост сеянцев в высоту в первый год составил $16 \pm 4,4$ см, при максимальной высоте 21 см, на следующий год, в сезон 2019 г.: $34 \pm 4,3$ и 59 см соответственно. Сеянцы зимуют в открытом грунте без укрытия. По сравнению со многими другими древесными культурами, это вид в молодом возрасте отличается сравнительно быстрым ростом.

Заключение

Cercidiphyllum japonicum Siebold et Zucc. ценный вид для дендрофлоры Северо-Запада России, для озеленения и ландшафтного дизайна, начал испытываться на научно-опытной станции «Отрадное» БИН РАН с 1964 г. (первый образец не сохранился). В 1989 г. стали плодоносить растения из всходов 1979 г. (второе поколение из семян петербургской репродукции). Наблюдения сотрудников станции Ю.А. Лукса и Т.М. Латманизовой продолжались до 2002 г., к этому времени (к 2000 г.) растения багрянника японского достигли 3,5 м выс. При этом качество семян не проверялось. Была сделана оценка только возможностей вегетативного размножения в местных условиях [4]. С 2016 г. авторы настоящей статьи возобновили наблюдения за багрянником в рамках проведения инвентаризации

дендроколлекции НОС Отрадное. Затем было обращено и отдельное внимание на это ценное и редкое дерево. В условиях Карельского перешейка (Приозерский район Ленинградской области) образует хорошо развитый куст 10,5 м выс. в возрасте 41 год. По сравнению с ранее опубликованными данными размеры его значительно увеличились. Плодоносит с 1989 г. Проверка качества семян показала, что семена багрянника японского в условиях Карельского перешейка всхожие, и его вполне возможно размножать здесь семенным путём. Впервые для региона Санкт-Петербурга и Ленинградской области, за 130-летний период (с 1889 г.) культуры этого вида, в 2018 г. было получено его семенное потомство. В 2019 г. обнаружен разновозрастный самосев, возраста 6-9 лет, который появился, очевидно, после аномально жаркого лета 2010 г. в условиях потепления климата. Сроки прохождения фенофаз своего сезонного развития соответствуют местному календарю природы. Багрянник японский сравнительно зимостоек и не повреждается осенними и весенними заморозами. Вид можно рекомендовать для озеленения Карельского перешейка и продвинуть его культуру дальше к северу.

Работа выполнена в рамках государственного задания по плановой теме «Коллекции живых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)», номер AAAA-A18-118032890141 – 4.

Список литературы

1. Замятнин Б.Н. Сем. 19. Багрянниковые – *Cercidiphyllaceae* Van Tiegh. // Деревья и кустарники СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 12-14.
2. Rehder A. Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America. New York : The MacMillan Company, 1949. 996 р.
3. Связева О.А. Деревья, кустарники и лианы парка Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова (К истории введения в культуру). СПб.: Росток, 2005. 384 с.
4. Связева О.А., Лукс Ю.А., Латманизова Т.М. Интродукционный питомник Ботанического института им. В.Л. Комарова на северо-востоке Карельского перешейка (Ленинградская область). СПб.: ООО «Изд-во Росток», 2011. 343 с.
5. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51-57.
6. Лапин П.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. Гл. ботан. сада. 1967. Вып. 65. С. 13-18.
7. Булыгин Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л.: ЛТА, 1979. 97 с.
8. Васильев Н.П., Фирсов Г.А. Перспективы развития научно-опытной станции «Отрадное» Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН // Матер. Третьей Междунауч.-практ. конф. «Музей-заповедник: экология и культура» (ст. Вёшенская, 25-26 августа 2004 года). Вёшенская: ФГУК «Государственный музей-заповедник М.А. Шолохова», 2004. С. 151-152.
9. Васильев Н.П., Волчанская А.В., Орлова Л.В., Фирсов Г.А. Хвойные растения научно-опытной станции «Отрадное» Ботанического института им. В.Л. Комарова

Интродукция и акклиматизация

РАН // Музей-заповедник: экология и культура. Матер. Третьей Межд. науч.-практ. конф. (ст. Вёшенская, сентябрь, 2008 г.). Вёшенская: ФГУК «Государственный музей-заповедник М.А. Шолохова», 2008. С. 85-86.

10. Фирсов Г.А., Васильев Н.П., Бялт В.В., и др. // Древесные растения «Красной книги» России на научно-опытной станции «Отрадное» Ботанического института РАН // Научное обозрение. 2009. С. 14-21.

11. Фирсов Г.А., Васильев Н.П., Бялт В.В., и др. Дендрологическое наследие научно-опытной станции «Отрадное» Ботанического института РАН // Актуальные проблемы изучения и сохранения природно-культурного наследия. Тезисы докладов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. С. 123-128.

12. Фирсов Г.А., Бялт В.В., Орлова Л.В., и др. Редкие и охраняемые древесные растения научно-опытной станции «Отрадное» БИН РАН: итоги интродукции // *Hortus Bot.* T. 13. 2018-4902, стр. 123-136, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4902>. DOI: 10.15393/j4.art.2018.4902.

13. Бялт В.В., Васильев Н.П., Волчанская А.В., и др. Перспективные деревья и кустарники научно-опытной станции «Отрадное» Ботанического института РАН // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования. Материалы всероссийской научной конференции с международным участием, посвящённой 80-летию со дня рождения академика Л.Н. Андреева (5-7 июля 2011 г., Москва). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 66-70.

14. Орлова Л.В., Фирсов Г.А., Васильев Н.П., и др. Хвойные (Coniferae) научно-опытной станции Отрадное Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН // Вестник СПбГУ. Сер. 3. 2014. Вып. 2. С. 66-76.

15. Yksptaja T., Uronen T., Kondrajev V.A., et al. Matka syksuiseen Otradnojen arboretumiin Karjalankannaksella // Sorbifolia. Vol. 49 (2). 2018. Pp. 51-61.

16. Бялт В. В., Васильев Н. П., Орлова Л. В., Фирсов Г. А. Адвентивные виды древесных растений научно опытной станции «Отрадное» БИН РАН (Ленинградская область) // Растительный мир Азиатской России. 2014. № 2 (14). С. 71-77.

17. Бялт В.В., Орлова Л.В., Фирсов Г.А., Хмарик А.Г. О динамике натурализации древесных растений на северо-востоке Карельского перешейка (Ленинградская область) // Бюл. Гл. ботан. сада. 2019. Вып. 205, № 1. С. 3-11.

18. Фирсов Г.А., Бялт В.В. Обзор древесных экзотов, дающих самосев в г. Санкт-Петербурге (Россия) // Российский журнал биологических инвазий. 2015. № 4. С. 129-152.

19. Фирсов Г.А., Фадеева И.В. Изменение климата и возможные изменения ассортимента древесных растений Санкт-Петербурга // Бюл. Гл. ботан. сада. 2020. Вып. 206, № 1. С. 57-63. Фирсов Г.А. Древесные растения ботанического сада Петра Великого (XVIII-XXI вв.) и климат Санкт-Петербурга // Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботан. ин-та им. В.Л. Комарова Российской академии наук): тр. межд. науч. конф. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. С. 208-215.

20. Рапопорт И.А. Действие ПАБК в связи с генетической структурой // Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота в повышении урожайности сельскохозяйственных растений. М.: Наука, 1989. С. 3-37.

21. Кириллова Л.Л., Назарова Г.Н., Иванова Е.П. П-аминобензойная кислота стимулирует всхожесть семян, рост растений, фотосинтез и ассимиляцию азота у амаранта (*Amaranthus L.*) Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, Вып. 5. С. 688-695, doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.688 rus

22. Бекузарова С.А., Беляева В.А. Повышение всхожести твердых семян клевера // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). Сельскохозяйственные науки. 2015. Т.8 (17). С. 112-114.

23. Бекузарова. С.А. Абиева Т.С., Тедеева А.А. Способ предпосевной обработки семян. Российский патент № 2270548. Приоритет от 06.09.2004. Опубликован 27.02.2006. Бюл. № 6.

24. Иванов В.П., Марченко С.И., Нартов Д.И., Иванов Ю.В., Характер роста лесных культур сосны обыкновенной под воздействием пара-аминобензойной кислоты // Сибирский экологический журнал. 2015. Вып.1. С. 163-172.

References

- Zamiatnin B.N. Sem. 19. Bagriannikovye – Cercidiphyllaceae Van Tiegh. [Fam. 19. Bagriannikovye – Cercidiphyllaceae Van Tiegh.] // Derev'ia i kustarniki SSSR. [Trees and Shrubs of USSR] M., L.: Izd-vo AN SSSR, [M.-L.: Publishing House Academy of Sciences USSR,] 1954. Pp. 12-14.
- Rehder A. Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America. New York : The MacMillan Company. 1949. 996 p.
- Sviazeva O.A. Derev'ia, kustarniki i liany parka Botanicheskogo sada Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova (K istorii vvedeniia v kul'turu) [Trees, shrubs and lianas of park of Botanic garden of the Komarov Botanical Institute (to the history of introduction into cultivation)]. SPb.: Rostok, 2005. 384 s.
- Sviazeva O.A., Luks Iu.A., Latmanizova T.M. Introduktionsnyi pitomnik Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova na severo-vostoke Karel'skogo peresheika (Leningradskaya oblast') [Introduction nursery of the Komarov Botanical Institute at the north-east of the Karel Isthmus (Leningrad Region)]. SPb.: OOO «Izd-vo Rostok», 2011. 343 s.
- Alekseev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostoianiia derev'ev i drevostoev [Diagnostics of vital state of trees and tree stands] // Lesovedenie.[Forestry] 1989. № 4. Pp. 51-57.
- Lapin P.I. Sezonnyi ritm razvitiia drevesnykh rastenii i ego znachenie dla introduktsii [Seasonal rhythm of development of woody plants and its significance for introduction] // Biul. Glav. Botan. Sada [Bul.Main Botan.Garden] 1967. Is. 65. Pp. 13-18.
- Bulygin N. E. Fenologicheskie nabliudeniiia nad drevesnymi rasteniiami [Phenological observations on woody plants]. L.: LTA, 1979. 97 p.
- Vasil'ev N.P., Firsov G.A. Perspektivy razvitiia nauchno-opytnoi stantsii «Otradnoe» Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova RAN [Prospects of development of Scientific-Research Station “Otradnoe” of the Komarov Botanical Institute RAS] // Mater. Tret'ei Mezhd. nauch.-prakt. konf. «Muzei-zapovednik: ekologija i kul'tura» (st. Veshenskaia, 25-26 avgusta 2004 goda). Veshenskaia: FGUK «Gosudarstvennyi muzei-zapovednik M.A. Sholokhova», 2004. Pp. 151-152.
- Vasil'ev N.P., Volchanskaia A.V., Orlova L.V., Firsov G.A. Khvoynye rasteniiia nauchno-opytnoi stantsii «Otradnoe» Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova RAN [Conifers of Scientific-Research Station “Otradnoe” of the Komarov Botanical Institute RAS] // Muzei-zapovednik: ekologija i kul'tura. Mater. Tret'ei Mezhd. nauch.-prakt. konf. (st. Veshenskaia, sentiabr', 2008 g.). Veshenskaia: FGUK «Gosudarstvennyi muzei-zapovednik M.A. Sholokhova», 2008. Pp. 85-86.
- Firsov G.A., Vasil'ev N.P., Bialt V.V., Orlova L.V., Volchanskaia A.V. // Drevesnye rasteniiia «Krasnoi knigi» Rossii na nauchno-opytnoi stantsii «Otradnoe» Botanicheskogo instituta RAN [Arboreal plants of Red Data Book of Russia at

Интродукция и акклиматизация

- Scientific-Research Station “Otradnoe” of Botanical Institute RAS] // Nauchnoe obozrenie. 2009. № 6. Pp. 14-21.
11. Firsov G.A., Vasil'ev N.P., Bialt V.V., Orlova V.V., Volchanskaia A.V. Dendrologicheskoe nasledie nauchno-opytnoi stantsii «Otradnoe» Botanicheskogo instituta RAN [Dendrological heritage of Scientific-Research Station “Otradnoe” of Botanical Institute RAS] // Aktual'nye problemy izucheniiia i sokhraneniia prirodno-kul'turnogo naslediiia. Tezisy dokladov. M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdanii KMK, [M.:KMK Sci. Publishing LTD.] 2010. Pp. 123-128.
12. Firsov G.A., Bialt V.V., Orlova L.V., Volchanskaia A.V. Khmarik A.G. Redkie i okhranaiemye drevesnye rasteniiia nauchno-opytnoi stantsii «Otradnoe» BIN RAN: itogi introduktsii [Rare and protected woody plants of Scientific-Research Station “Otradnoe” BIN RAS: results of introduction] // Hortus Bot. T. 13. 2018-4902, str. 123-136, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4902>. DOI: 10.15393/j4.art.2018.4902.
13. Bialt V.V., Vasil'ev N.P., Volchanskaia A.V., Orlova L.V., Firsov G.A. Perspektivnye derev'ia i kustarniki nauchno-opytnoi stantsii «Otradnoe» Botanicheskogo instituta RAN [Promising trees and shrubs of Scientific-Research Station “Otradnoe” of Botanical Institute RAS] // Botanicheskie sady v sovremenном mire: teoreticheskie i prikladnye issledovaniia. Materialy vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posviashchennoi 80-letiiu so dnia rozhdeniya akademika L.N. Andreeva (5-7 iiulia 2011 g., Moskva). M.: Tov-stvo nauchnykh izdanii KMK, [M.:KMK Sci. Publ. LTD.] 2011. Pp. 66-70.
14. Orlova L.V., Firsov G.A., Vasil'ev N.P., Bialt V.V., Volchanskaia A.V. Khvoinye (Coniferae) nauchno-opytnoi stantsii Otradnoe Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova RAN [Conifers of Scientific-Research Station “Otradnoe” of the Komarov Botanical Institute RAS] // Vestnik SPBGU. Ser. 3. 2014. Is. 2. Pp. 66-76.
15. Ykspetaja T., Uronen T., Kondratjev V.A., Khmarik G.A., Firsov G.A. Matka syksuisseen Otradnojen arboretumiin Karjalankannaksella // Sorbifolia. 2018 Vol. 49 (2). Pp. 51-61.
16. Bialt V. V., Vasil'ev N. P., Orlova L. V., Firsov G. A. Adventivnye vidy drevesnykh rastenii nauchno opytnoi stantsii «Otradnoe» BIN RAN (Leningradskaya oblast') [Adventive species of woody plants of Scientific-Research Station “Otradnoe” BIN RAS (Leningrad region)] // Rastitel'nyi mir Aziatskoi Rossii. 2014. № 2 (14). Pp. 71-77.
17. Bialt V.V., Orlova L.V., Firsov G.A., Khmarik A.G. O dinamike naturalizatsii drevesnykh rastenii na severo-vostoke Karel'skogo peresheika (Leningradskaya oblast') [About dynamics of naturalization of woody plants at the north-east of the Karel Isthmus (Leningrad region)] // Bul. Main. Botan. Garden. 2019. Is. 205, № 1. Pp. 3-11.
18. Firsov G.A., Bialt V.V. Obzor drevesnykh ekzotov, daiushchikh samosev v g. Sankt-Peterburge (Rossiia) [Review of woody exotic plants producing self-sowing at Saint-Petersburg (Russia)] // Rossiiskii Zhurnal Biologicheskikh Invazii. [Rus.Journ.Biol.Invaz.] 2015. N 4. Pp. 129-152.
19. Firsov G.A., Fadeeva I.V. Izmenenie klimata i vozmozhnye izmeneniia assortimenta drevesnykh rastenii Sankt-Peterburga [Changes of the climate and possible changes of assortment of arboreal plants of Saint-Petersburg] // Bul.Main Botan.Garden. 2020. Is.206, № 1. Pp. 57-63.
20. Firsov G.A. Drevesnye rasteniiia botanicheskogo sada Petra Velikogo (XVIII-XXI vv.) i klimat Sankt-Peterburga [Woody plants of Peter the Great Botanic Garden (XVIII-XXI centuries) and climate of Saint-Petersburg] // Botanika: istoriya, teoriia, praktika (k 300-letiiu osnovaniia Botan. in-ta im. V.L. Komarova Rossiiskoi akademii nauk): tr. mezhd. nauch. konf. SPb.: Izd-vo SPbGETU «LETI», 2014. Pp. 208-215.
21. Rapoport I.A. Deistvie PABK v sviazi s geneticheskoi strukturoi [Action of PABA in connection with genetic structure] // Khimicheskie mutageny i para-aminobenzoinaia kislotu v povyshenii urozhainosti sel'skokhoziaistvennykh rastenii // Moskva: Nauka, [M.:Publishing House Science.] 1989. Pp. 3-37.
22. Kirillova L.L., Nazarova G.N., Ivanova E.P. P-aminobenzoinaia kislotu stimuliruet vskhodhest' semian, rost rastenii, fotosintez i assimiliatsii azota u amaranta (*Amaranthus L.*) [P-aminobenzoic acid stimulates the germination power, growth of plants photosynthesis and assimilation of nitrogen at (*Amaranthus L.*)] // Sel'skokhoziaistvennaia biologiiia, 2016. Vol. 51. Is.. 5. Pp. 688-695, doi: 10.15389/agrobiology.2016.5.688 rus
23. Bekuzarova S.A., Beliaeva V.A. Povyshenie vskhodhesti tverdykh semian klevera [Increasing of germination power of hard seeds of clover] // Evraziiskii Soiuz Uchenykh (ESU). 2015 Vol. 8 (17). | Sel'skokhoziaistvennye nauki. Pp. 112-114.
24. Bekuzarova. S.A. Abieva T.S., Tedeeva A.A. Sposob predposevnoi obrabotki semian [Way of treatment of seeds before sowing] // Rossiiskii patent № 2270548. Prioritet ot 06.09.2004, Opublikovan 27.02.2006, Biul. № 6.
25. Ivanov V.P., Marchenko S.I., Nartov D.I., Ivanov Iu.V. Kharakter rosta lesnykh kul'tur sosny obyknovennoi pod vozdeistviem para-aminobenzoinoi kisloty [Character of growth of forest cultures of Scots pine under influence of p-aminobenzoic acid] // Sibirsk. Ekolog. Journ. 2015. Is.1. Pp. 163-172.

Информация об авторах

- Фирсов Геннадий Афанасьевич**, канд. биол. наук, ст. н. с.
E-mail: gennady_firsov@mail.ru
Ботанический сад Петра Великого, ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН»
Хмарик Александр Геннадьевич, главный агроном
E-mail: info@taxon.pro
Трофимук Лев Павлович, агроном
E-mail: radoste@yandex.ru
Научно-опытная станция Отрадное, ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН»
197376. Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, д. 2

Information about the authors

- Firsov Gennady Afanasievich**, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher
E-mail: gennady_firsov@mail.ru
Komarov Botanical Institute RAS
197376, Russia, St. Petersburg, Prof. Popova st., 2
Khmarik Aleksandr Gennedievich, Chief Agronomist
E-mail: info@taxon.pro
Trofimuk Lev Pavlovich, Agronomist
E-mail: radoste@yandex.ru
Otradnoye Research Station, Komarov Botanical Institute RAS
197376. Russian Federation, St. Petersburg, Prof. Popov Str. 2

Интродукция и акклиматизация

Нгуен Куинь Чанг

аспирант

E-mail: quynhtrangvfu@gmail.com

С.Г. Сахарова

канд. с/х наук, доцент

E-mail: i.sakharov2014@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова

Г.А. Солтани

канд. биол. наук, вед. н.с.

E-mail:soltany2004@yandex.ru

ФГБУ «Сочинский национальный парк»

Особенности фенологии *Eucommia ulmoides* Oliv. (Eucommiaceae Van Tiegh.) в зоне влажных субтропиков России

Фенологические наблюдения в зоне влажных субтропиков России за *Eucommia ulmoides* Oliv. (с января 2019 г по февраль 2020 г. включительно) в полном объеме проводились впервые. Предметом исследования являлись даты наступления фенофаз: начала периода вегетации, цветения, продолжительности периодов вегетации и формирования урожая. Установлены календарные сроки наступления фенофаз. Половой диморфизм *Eucommia ulmoides* начинает проявляться уже отчетливо на начальных фазах периода вегетации с распускания генеративно-ростовых почек мужских особей (Pb^2 , C^2). Мужские особи раньше начинают вегетацию и раньше ее заканчивают. Разница с женскими особями составляет декаду. Период одновременного цветения мужских и женских особей (с 23.04 по 05.05) составляет всего 12 суток. Наиболее существенные особенности сезонного развития *Eucommia ulmoides*, (используя приведенные критерии и условные обозначения ДРТ, СДРТ_ц и СДРТ_с), можно отразить простой фенологической формулой: Р.ОП/2Ц. СД (показатели ДРТ по началу и завершению вегетации разделяют точкой, показатели ДРТ и СДРТ разделяют косой чертой (/). Расшифровка: эвкоммия начинает вегетацию рано, а завершает очень поздно, цветет одновременно с распусканием листьев, относится к группе растений со сверхдолгительным формированием урожая.

Ключевые слова: *Eucommia ulmoides*, половой диморфизм, сочинский «Дендрарий», фенологические наблюдения, даты фенофаз, период вегетации, интродукция.

Nguen Kuin Chang

Postgraduate Student

E-mail: quynhtrangvfu@gmail.com

S.G. Sakharova

Cand. Sci. Agric

E-mail: i.sakharov2014@yandex.ru

Saint-Petersburg State Forestry University named after S. M. Kirov

G.A. Soltany

Cand. Sci. Biol., Leading Researcher

E-mail:soltany2004@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution for Science

«Sochi National Park»

Phenological observations for *Eucommia ulmoides* Oliv. (Eucommiaceae Van Tiegh.) in the zone of humid subtropics of Russia were held for the first time

The subject of the study was the dates of the occurrence of phenophases the beginning of the vegetation period, flowering, the duration of the growing season and the formation of the crop. The calendar dates for the onset of phenophases are established. Sexual dimorphism *Eucommia ulmoides* begins to appear distinctly already in the initial phases of the vegetation period with the blooming of generative growth buds of males (Pb^2 , C^2). Males begin vegetation earlier and finish it earlier. The difference with females is a decade. The period of simultaneous flowering of males and females (from 23.04 to 05.05) is only 12 days. The most significant features of seasonal development of *Eucommia ulmoides* (using the given criteria and symbols DRT, Sdrtc and Sdrtcs) can be reflected in a simple phenological formula: R.OP/2C. SD (indicators of DRT at the beginning and end of the vegetation are separated by a dot, indicators of DRT and SDRT are separated by a slash (/). Transcript: *Eucommia ulmoides*, begins vegetation early, and ends very late, blooms simultaneously with the opening of leaves, belongs to a group of plants with super-long crop formation.

Keywords: *Eucommia ulmoides*, sexual dimorphism, Sochi “Dendrarium”, phenological observations, phenophase dates, vegetation period, introduction.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1049

Интродукция и акклиматизация

Введение

Eucommia ulmoides Oliv. - эвкоммия вязолистная вид монотипного семейства *Eucommiaceae* Van Tiegh. (Эвкоммиеевые), входящего в порядок Garryales (Гарриецветные) [1].

Eucommia ulmoides – листопадное двудомное дерево до 20 м высоты, при диаметре ствола до 50 см. Листья очередные, простые яйцевидные с заостренной верхушкой, 5-15 x 2.5-7 см, с зубчатым краем. При поперечном разрыве листа, нити латекса, выделяющиеся из жилок, затвердевают идерживают обе части листа вместе. Цветки не-приметные, мелкие и зеленоватые; собраны в бокоцветные соцветия или одиночные, однополые, лишенные околоцветника, на коротких цветоножках. Цветение обычно растягивается на 40 - 50 дней, причем женские цветки запаздывают в развитии, в связи с чем, иногда наблюдается партенокарпия (образование бессемянных плодов). В условиях искусственного разведения эвкоммии отмечены случаи появления на мужских особях обоеполых недоразвитых и уродливых цветков [2]. Плодоношение в природе с июня по ноябрь. Околоплодник, разрастаясь, образует крыловидную кожистую оторочку (крыло плода). Крылатки размером 2.5-3.5 x 1-1.3 см, с одним семенем [3]. Ареал *Eucommia* целиком расположен в Китае, большей частью вдоль реки Янцзы в ее среднем течении. Он выглядит на карте как расширяющаяся к северо-западу, а затем к югу полоса, которая почти достигает границы с Вьетнамом. *Eucommia* обитает на высотах от 100 до 2000 м, преимущественно в подлеске горных субтропических лесов. Встречается в смешанных лесах, рединах, зарослях, по низкогорьям и долинам, в сухих оврагах и на полянах. Согласно А.Л.Тахтаджяну [4], *Eucommia ulmoides* относится к флоре Центрально-Китайской провинции Восточноазиатской области. В пределах естественного ареала насчитывается менее 1000 особей в изолированных популяциях, находится в уязвимом положении, имеет высокий риск стать вымирающим. *Eucommia ulmoides* внесена в список Международного союза охраны природы с категорией VU (Vulnerable species) (МСОП 3.1) [5].

Древесина эвкоммии вязолистной используется в Китае для производства мебели и в качестве топлива, что является причиной сокращения численности вида в естественном ареале; кора (дучжун), содержащая аукубин, ценится в традиционной китайской медицине в качестве тонизирующего средства при артрите и для снижения артериального давления. Основное же назначение эвкоммии – получение гутты, за что ее называют «китайское гуттаперчевое дерево». Гуттаперча содержится в листьях (5%), в коре корней (10-12%), в коре стеблей (до 8%) и в плодах (до 8%). По сравнению с каучуком она обладает более высокими электроизоляционными свойствами, способностью при нагревании принимать любую форму и сохранять ее после охлаждения, химической устойчивостью. В СССР с 1 га плантаций получали 250 кг гутты.

История интродукции Eucommia ulmoides

В настоящее время *Eucommia* интродуцирована почти во все страны Северного полушария, с мягким субтропическим и теплумеренным климатом .

В 1906 г Сухумской сельскохозяйственной опытной станцией из Франции было получено два укорененных черенка эвкоммии [6]. Они хорошо прижились и через 5 лет достигли высоты 4,3 м при диаметре ствола 3,5 см и 2,5 см. Эти два дерева явились родоначальниками всех советских эвкоммий [7].

На 4-м Всесоюзном совещании по каучуконосам в январе 1932 г. уже были представлены экспонаты в виде ряда изделий, полученных из гуттаперчи эвкоммии. Над всеми вопросами по выращиванию эвкоммии работал коллектив научных работников Цихисдзирской станции и работники КПХ № 7, ставившие своей целью получение отечественного каучука [7].

Так как первые сухумские растения не давали семян, образовывая лишь мужские цветки, то за сезон осуществляли трехкратное срезание побегов, для получения большего числа черенков. В 1931 г было уже 120 эвкоммий.

Считается, что это явилось причиной смены пола растений. В 1934 г (на 28 году жизни) у растений неожиданно образовались женские цветки, и осенью был собран небольшой урожай плодов. В дальнейшем, при выращивании эвкоммии из семян, гендерное разделение семененного потомства было равным [6]. В результате заложения многочисленных плантаций (главным образом на Кавказе, Украине, в Молдавии и Средней Азии) численность эвкоммии в 1960 г. достигла 4 млн. особей [6].

Для закладки плантаций на ЧПК помимо абхазских семян и черенков, использовали семена из Китая [8].

Первые плантации в Сочи были заложены в 1938 - 1941 гг. в Кудепсте (Цитрусовая поляна) на высоте 150 - 200 м над ур. моря саженцами из Очамчиры. В 1949 г. была подсадка в Кудепсту 487 сеянцев из станицы Крымской Краснодарского края (приживаемость 47%). В 1949 г. к ним подсадили 1200 семенных сеянцев из Очамчиры, выращенных из мелких семян и в 1950 г еще 1600 штук, выращенных из крупных семян.

В 1950 г. в Кепше (31 квартал) на высоте 500-550 м над ур. моря высажены 1400 саженцев из Очамчиры. В 1953 году в 23 квартале Сочинского лесничества высажено 1326 очамчирских семенных саженцев. В 1954 г на склонах горы Ахун, на высоте 300 - 400 м над ур. моря высажено 8 тысяч саженцев, выращенных из китайских семян.

Таким образом, на Черноморском побережье Кавказа наиболее крупные промышленные насаждения были созданы в Очамчире (Абхазия) и в Сочи (Россия). В настоящее время это Кудепстинское, Кепшинское и Краснолипянское лесничества Сочинского национального парка.

Экология

Это светолюбивое растение, предпочитает легкие, хорошо дренированные почвы. Лучше всего растет при обильном увлажнении почвы, но не выносит заболачивания . При недостатке влаги рост дерева значительно замедляется, а молодые побеги могут погибнуть. Эвком-

Интродукция и акклиматизация

мия может выдерживать кратковременное понижение температуры до -30°C.

Фенологическое развитие эвкоммии зависит от климатических и погодных условий. Согласно литературным источникам, цветение наблюдается одновременно с распусканием листьев. В Китае она цветет с марта по май [3], в зоне влажных субтропиков России мужские цветки образуются в марте, а женские в апреле [6], апреле – мае [2]. Плоды созревают в октябре – ноябре [6], а в Китае с июня по ноябрь [3].

Фенологические наблюдения за *Eucommia ulmoides* в условиях влажных субтропиков России проводились в середине XIX века, но материалы не сохранились. Отдельные данные, содержащиеся в научно-технических отчетах ряда организаций, не носят систематического характера.

Актуальность работы обусловлена необходимостью сохранения и приумножения вида с сокращающейся численностью *Eucommia ulmoides*, обладающего целями техническими и лекарственными свойствами.

1. *Eucommia ulmoides* уязвимый вид с сокращающейся численностью [5]. Сочинский «Дендрарий» следует рассматривать как резерват, где сохраняются представители этого исчезающего вида.

2. Эвкоммия чрезвычайно ценное ресурсное растение, которое является источником гутты и лекарственного сырья, известного в китайской медицине уже более 1000 лет.

Наблюдения преследовали следующие цели:

1. Выявить факторы, определяющие адаптацию *Eucommia ulmoides* и оказывающие решающее влияние на сезонный ритм растений.

2. Определить уровень соответствия сезонного ритма *Eucommia ulmoides* изменяющимся интенсивностям экологических факторов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить динамику сезона развития *Eucommia ulmoides* в условиях влажных субтропиков России

2. Собрать с помощью фенологических наблюдений информацию о биологических особенностях растений и их экологических свойствах.

3. Дать рекомендации по прогнозированию плодоношения, с целью рационального использования плодоносящих маточников для заготовки плодов (семян) местной продукции.

4. Провести оперативную оценку урожая плодов, установить сроки их созревания и оптимальные периоды их сбора.

Материалы и методы исследования:

Фенологические наблюдения за *Eucommia ulmoides* Oliv. проводили по методике Н.Е.Булыгина [9]. Период фенологических наблюдений с января 2019 г по февраль 2020 г. включительно.

Место проведения фенологических наблюдений: Россия, Краснодарский край, г. Сочи, сочинский «Дендрарий»

(43.56 сев. широты и 39.74 вост. Долготы). Объектами наблюдений были 6 женских и 3 мужских экземпляров *Eucommia ulmoides*. (рис.1).

Почвенные условия местопроизрастания модельных особей - маломощные глинистые желтозёмы на карбонатных аргиллитах. Растения растут группой, создавая единый полог. Верхний ярус представлен единичным деревом *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch . Рядом с группой, на опушке дубравы, под пологом *Pinus pinaster* Aiton , произрастает мужская особь. Почвы – дерновые мощные суглинистые на карбонатных аргиллитах. Верхний мужской экземпляр – солитерное растение, произрастает на дерновых поверхностно-глеевых суглинистых почвах

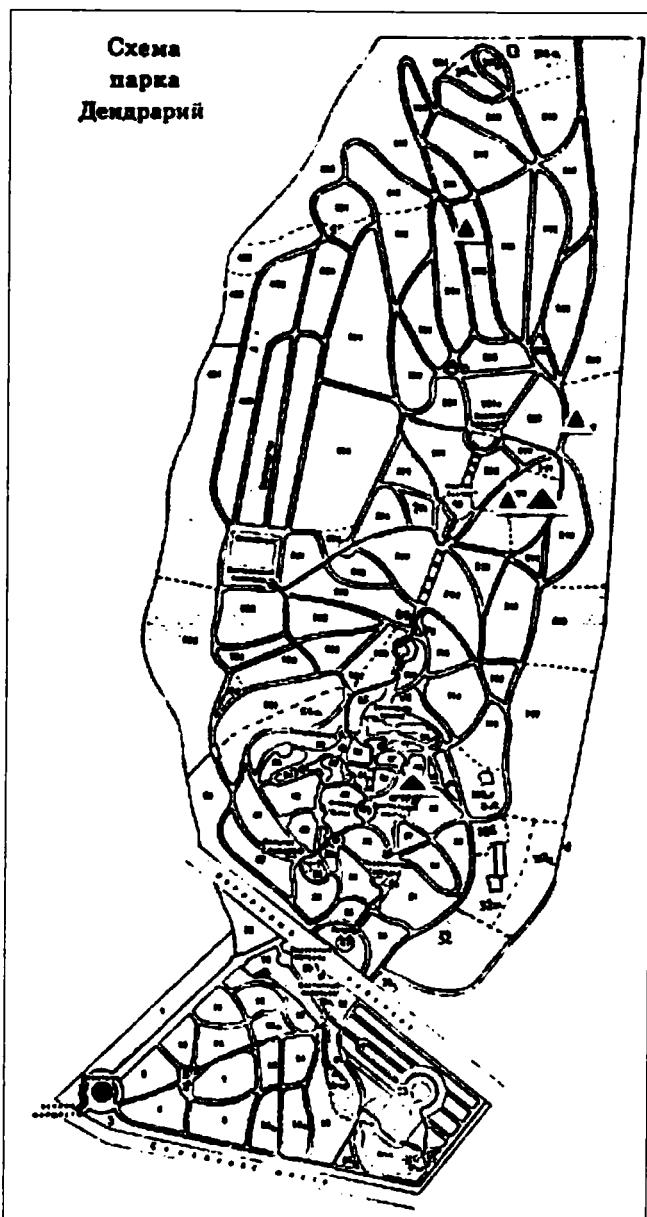


Рис. 1. Карта-схема расположения учетных особей эвкоммии в Сочинском дендрарии. Красные значки - мужские экземпляры, синие значки - женские экземпляры

Интродукция и акклиматизация

на делювии карбонатных аргиллитов. Нижний женский экземпляр – растение верхнего яруса в плотной группе из других интродуцентов, произрастает на поверхностно-глеевых не дренированных желтоземах.

Установить точно происхождение исследованных нами растений не удалось. Но, можно предположить, что они были из числа первых сеянцев, переданных из Очамчиры в 1938 г. Самым старым экземпляром эвкоммии в сочинском «Дендрарии» сейчас 55 лет.

В 32 года растения имели высоту от 2 до 9,5 м при диаметре стволов на высоте груди от 3 до 13 см. В 55 лет максимальный размер эвкоммии – 9,5 м высотой при диаметре ствола на высоте груди 26 см (мужской средний экземпляр, растущий отдельно от группы). У растений часто отмечается многоствольность ($D_{1,3}$ через ;), что сказывается на уменьшении диаметра ствола: Н 1.8 м – $D_{1,3}$ 3 см; Н 5.4 м – $D_{1,3}$ 7 см; Н 6.1 м – $D_{1,3}$ 4,4 см; Н 6.4 м – $D_{1,3}$ 9,4 см; Н 6.6 м – $D_{1,3}$ 11 см; Н 7.1 м – $D_{1,3}$ 8 см – два экземпляра; Н 9.5 м – $D_{1,3}$ 6; 6; 9; 13 см).

Состояние всех растений удовлетворительное, без признаков повреждений энтомофагами, животными, болезнями, морозами.

Характеристика погодных условий года наблюдений (2019) дана по данным сочинской метеостанции [10]. Метеорологическая станция г. Сочи (Краснодарский край, Россия) расположена на широте 43.58 долготе 39.77, высота над уровнем моря 132 м. За средние значения приняты показатели с 2001 по 2019 гг включительно.

2019 г был теплым и сухим. Абсолютный минимум температуры воздуха -0,2°C, а максимум +31.7°C. Более холодными, чем в предыдущие годы были март и вторая

половина лета – начало осени. При этом, не жаркие июль и август были дождливыми, а осень была сухой и теплой.

Результаты исследований и их анализ:

Особенность эвкоммии состоит в том, что помимо полового диморфизма на прохождение фенологических faz оказывает влияние высота местопроизрастания модельных особей над уровнем моря. Мужские экземпляры первыми начинают вегетацию. Набухание почек наблюдается уже в первой декаде января (раздвигаются почечные чешуи – это фенофазы П6¹, Ц¹) и в конце первой декады марта (10.03.19 г.) у мужских особей эвкоммии начался период вегетации (фенофазы П6², Ц²). Одновременно с обособлением листьев (облистение побегов) в первой декаде апреля у мужских особей наступает фаза бутонизации – Ц³, а у некоторых экземпляров – начало цветения (Ц⁴) рис. 2.

Период вегетации женских экземпляров наступают значительно позже. Поэтому в группе разнополых растений в начале марта легко различаются мужские экземпляры с молодыми зелеными листьями и голые женские экземпляры. Период цветения мужских особей *Eucottia ulmoides* (фенофазы фазы Ц⁴ (начало цветения – пыление) длится с 07.04 по 30.04. и соответственно с 09.04 по 05.05. Таким образом, наши фенологические наблюдения подтверждают данные С.Г.Жилина [2]. Цветение мужских экземпляров продолжительное, длится около месяца и заканчивается в первых числах мая.

Период цветения женских особей *Eucottia ulmoides* длится с 20.04 по 12.05. Но поскольку нижняя женская модельная особь находится далеко от мужских особей, этот

Таблица 1. Среднемесячная температура воздуха в районе Сочи в 2019 г.

Период/Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
2019 г, °C	7.8	7.8	7.5	12.6	18.6	24.2	22.4	24.1	20.1	17.5	14.0	10.5	15.6
Средние значения 2001-2019 гг	6.4	7.1	9.0	12.2	17.2	21.7	24.2	25.0	21.0	16.1	11.4	7.7	14.9
Отклонения 2019	+1.4	+0.7	-1.5	+0.4	+1.4	+2.5	-1.8	-0.9	-0.9	+1.4	+2.6	+2.8	+0.7

Таблица 2. Количество осадков

Период / Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	Год
2019 г, мм	188	97	187	60	86	86	162	165	103	74	100	116	1424
Норма, мм	179	118	109	116	93	91	122	135	135	158	191	197	1644
Среднее 2001-2019 гг, мм	174	132	153	114	111	115	100	80	150	191	186	178	1684
Отклонения 2019 г от среднего, мм	+14	-35	+34	-54	-25	-29	+62	+85	-47	-117	-86	-62	-260

Интродукция и акклиматизация

фактор делает невозможным полноценное опыление и оплодотворение, что естественно приводит к формированию партенокарпических плодов (рис. 3).

Фенофазы эвкоммии от Ц⁴ до Ц⁵ женского экземпляра соответственно с 23.04 по 14.05. Таким образом, сопоставляя сроки цветения мужских и женских цветков, можно утверждать, что опыление женских цветков возможно только с 23 апреля по 5 мая. Период одновременного цветения мужских и женских особей составляет всего 12 суток.

Приведенный календарь фенологических фаз и фенофаз в таблице 3, является первой попыткой систематизации материала по фенологии *Eucottmia ulmoides* в условиях сочинского «Дендрария».

Период вегетации (ПВ) принято считать, начиная от фазы ПБ² или Ц² [9] (некоторые фенологи склоняются к тому, чтобы фазу набухание почек ПБ¹ считать началом периода вегетации). В наших расчетах за начало периода вегетации используются фазы ПБ² и Ц². За окончание периода вегетации принята фаза полного расцвечивания отмирающих листьев 5Л³. Мужские экземпляры раньше начинают и раньше заканчивают вегетацию. Продолжительность периода вегетации мужской особи (верхний экземпляр) – 278 суток, средний экземпляр – 262 суток. Продолжительность периода вегетации верхнего мужского экземпляра на 16 суток продолжительнее (это выше, значит прохладнее). Продолжительность периода вегетации женской особи (средний экземпляр)= 275 суток, нижний экземпляр = 251 сутки (разница составляет 24 суток). Здесь также прослеживается влияние высоты над уровнем моря.

Урожай полноценных плодов наблюдался только у экземпляров, проиразрастающих в группе. Созревание плодов отмечено в первой декаде сентября (05.09), а начало опадания – во второй декаде декабря. Погодные условия осени 2019 г были нетипичными, их отличала сухость и

тепло. Возможно, это способствовало долгому сохранению плодов на ветвях. Последние из них осыпались лишь в первых числах февраля 2020 г. Лишь на несколько дней раньше осыпались последние единичные листья с женских экземпляров. Несмотря на позднее, по сравнению с женскими экземплярами, осенне расцвечивание отмирающих листьев (Л³) (последняя декада ноября - первая декада декабря), листопад у мужских особей начался и окончился раньше. Отмечено различие в сроках наступления фенофаз у отдельно стоящих мужских экземпляров и расположенных на краю лесного массива (средний экземпляр (Л⁴ – 5Л⁴): 28.11 – 19.01 – 53 суток соответственно; и верхний экземпляр 20.12 – 20.01) – 32 суток. То есть у верхнего мужского экземпляра позже начинается расцвечивание отмирающих листьев и почти одновременное его завершение со средним экземпляром.

Во время созревания плодов эвкоммии в сочинском «Дендрарии» от ветра произошел слом ветви (рис. 5).

Плоды оказались доступны и были собраны для посева. В процессе пересылки плоды почернели и производили впечатление вполне кондиционных. В дальнейшем при измерении их параметров (ширина, длина и вес), подтвердили соответствие в той или иной степени параметров урожая плодов 2017 г сбора, собранных после диссеминации 18.11.17 г. и урожая 2019 г. собранных после диссеминации 17.03.20 г. Микроскульптура эпидермы плода *Eucottmia ulmoides* после диссеминации 18.11.17 г. показана на рис. 6.

Известно, что фенологические группы - деноритмотипы (ДРТ) устанавливают по среднемноголетним датам начала и окончания вегетации [11]. При этом выделяют растения с ранними (Р), средними (С), поздними (П) и очень поздними (ОП) сроками начала вегетации.

По срокам начала вегетации *Eucottmia ulmoides* относится к ранневегетирующим (диагностика фенофаз

Таблица 3. Динамика сезонного развития *Eucottmia ulmoides* в 2019 г в сочинском «Дендрарии»

Экземпляр/ Фенофаза	Набу- хание почек ПБ ¹ , Ц ¹	Расpus- кание почек ПБ ² , Ц ²	Расpus- кание листьев Л ¹	Цветение		Созре- вание плодов ПЛ ³	Опадание зрелых плодов 5ПЛ ⁴	Расцве- чивание отмира- ющих листьев Л ³	Полное расцве- чивание листьев	Опада- ние листьев 5Л ⁴	
				Нача-ло цвете- ния Ц ⁴	Оконча- ниеце- тия Ц ⁵						
Женские экземпляры											
1 нижний	10.03	20.03	26.04	20.04	12.05	25.05 партоно- карпия	30.05 партоно- карпия	16.11	25.11	19.01	
2 средний	12.03	28.03	30.04	23.04	14.05	05.09	3.02	11.11	27.12	28.01	
Мужские экземпляры											
3 средний	28.02	12.03	15.04	09.04	5.05	-	-	18.11	28.11	19.01	
4 верхний	28.02	18.03.	12.04	7.04	30.04	-	-	7.12	20.12	20.01	

Интродукция и акклиматизация



Рис. 2. Мужской побег: обособление листьев, облиствение побегов, бутонизация и начало цветения мужских особей *Eucommia ulmoides* (23.04.2019 г.)



Рис. 3. Массовое опадание партенокарпических плодов *Eucommia ulmoides* в сочинском «Дендрарии» (28.05.2019 г.)



Рис. 4. Женский побег: обособление листьев и начало цветения женских цветков *Eucommia ulmoides* (23.04.2019 г.)



Рис. 5. Сломанная ветвь *Eucommia ulmoides* (05.09.19 г.) в сочинском «Дендрарии» с созревающими плодами (плодоножка желтого цвета)



Рис. 6. Микроскульптура эпидермы плода *Eucommia ulmoides* после диссеминации 18.11.17 г. (Масштаб 1:10 и 1:40)

Интродукция и акклиматизация

древесных растений приведена в работе Н.Е.Булыгина [11]) растениям (Р) – начинает вегетировать до зацветания ивы козьей или осины). По времени окончания вегетации у *Eucosmnia ulmoides* выделен дендроритмотип очень поздний (ОП) вегетация заканчивается одновременно с ольхой черной, жаспером слабительным или позже. Показатели дендроритмотипа (ДРТ) по началу и завершению вегетации разделяют точкой. Таким образом, ДРТ *Eucosmnia ulmoides* имеет выражение Р.ОП, т.е. эвкоммия начинает вегетацию рано (мужской средний экземпляр: Ц², ПБ² - 12.03; женский средний Ц², ПБ² - 28.03), а завершает вегетацию очень поздно (мужской средний 5Л³ - 28.11; женский средний 5Л³ - 27.12). В пределах ДРТ выделены субдендроритмотипы (СДРТ): СДРТц и СДРТс . Критерием при выделении СДРТц являлось соотношение периодов зацветания и распускания листьев. Поскольку эвкоммия цветет одновременно с распусканением листьев (а по этому критерию допускается зацветание и перед листораспусканением), СДРТц эвкоммии - 2Ц. Критерием при выделении СДРТс являлась продолжительность периода от зацветания до созревания плодов (длительность периода формирования урожая от Ц⁴ до ПЛ³). По этому показателю эвкоммия характеризуется сверхдлительным периодом формирования урожая (от 23.04 до 05.09.19 г.), т. е. 134 суток. А критерий при выделении СДРТс со сверхдлительным периодом формирования урожая: СД ≥ 131сутки.

Таким образом, наиболее существенные особенности сезонного развития *Eucosmnia ulmoides* (используя приведенные критерии и условные обозначения ДРТ, СДРТц и СДРТс) можно отразить простой фенологической формулой: Р.ОП/2Ц.СД (показатели ДРТ по началу и завершению вегетации разделяют точкой. Показатели ДРТ и СДРТ разделяют косой чертой (/). Расшифровка: эвкоммия начинает вегетацию рано, а завершает очень поздно, цветет одновременно с распусканением листьев, относится к группе растений со сверхдлительным формированием урожая).

Благодаря фенологическим наблюдениям собрана информация о биологических особенностях растений и их экологических свойствах в зоне влажных субтропиков России. При этом следует упомянуть, что в половозрелом возрасте эвкоммия завязывает всходящие плоды, но не достигает размеров, свойственных ей в естественных условиях произрастания. Это свидетельствует о неполной адаптации в условиях влажных субтропиков России.

По характеристикам условий произрастаний эвкоммии в сочинском «Дендрарии» можно выделить четыре разности.

Эвкоммия предпочитает богатые, хорошо увлажненные, дренированные почвы нейтральной кислотности. Наилучшее развитие в сочинском «Дендрарии» имеет экземпляр, произрастающий на дерновых мощных суглинистых почвах, с актуальной водной кислотностью pH_{wad} 6,2, при гумусированности более 5%.

В «Дендрарии» наблюдается особенность отдельных групп почв, проявляющей в большей части профиля кислую реакцию, но имеющую щелочную, часто превышающую 8 и даже 9, в почвообразующей породе, которую во всех подобных случаях представляют карбонатные

сланцы. Возможно, это является одной из причин отсутствия крупных, развитых экземпляров эвкоммии.

На микроландшафте с крутизной склона более 15° град. происходит смыв верхнего горизонта почвы, а южная экспозиция приводит к пересыханию в жаркий период, что негативно влияет на рост эвкоммий. На участке с застоем влаги, из-за слабой дренированности почв и затенением ее кустарниковым пологом, эвкоммия также отстает в росте и развитии.

Активного автомобильного движения на территории парка не наблюдается, при этом благополучный рост эвкоммии непосредственно у дороги с регулярным транспортным потоком свидетельствует о газоустойчивости вида.

Таким образом, эвкоммии вязолистную можно характеризовать как эустроф, гигромезофит, предпочитающий почвы с нейтральной или слабокислой реакцией.

Выводы

1. Экологические и географические условия для насаждений эвкоммии в сочинском «Дендрарии» являются удовлетворительными. Имея нормальный рост и развитие, она даже в 50-летнем возрасте не достигает размеров, характерных для естественных условий произрастания. Растения не являются устойчивыми, о чем свидетельствует гибель первых посадок в сочинском «Дендрарии» и постоянное пополнение плантационных насаждений в Кудепсте в середине прошлого века. Основным лимитирующим фактором являются почвенные условия.

2. Полученные нами данные по фенологии *Eucosmnia ulmoides* в условиях влажных субтропиков России, уточняют сроки прохождения основных фенофаз, которые несколько отличаются от приводимых для естественных мест обитания, данных полуверковой давности для Черноморского побережья Кавказа и подтверждают данные С.Г. Жилина, указывающего на цветение в апреле-мае.

3. Установлены календарные сроки наступления фенофаз. Половой диморфизм *Eucosmnia ulmoides* начинает проявляться уже отчетливо на начальных фазах периода вегетации с распускания генеративно-ростовых почек мужских особей 12.03 (ПБ², Ц²). Мужские особи раньше начинают вегетацию и раньше ее заканчивают. Разница с женскими особями составляет декаду.

4. Диссеминация наступает в начале декабря и при сухой теплой погоде может заканчиваться в начале февраля. При отсутствии достаточного опыления, возможно массовое опадание в мае (10.05.19 г.) партенокарпических плодов *Eucosmnia ulmoides*.

5. Период одновременного цветения мужских и женских особей (с 23.04 по 05.05) составляет всего 12 суток. Соотношение мужских и женских экземпляров 1:2,5 обеспечивает достаточное опыление и гарантирует завязывание плодов. В процессе наблюдений были выделены наиболее *продуктивные маточки для сбора плодов*.

6. Продолжительность периода вегетации варьирует в зависимости от пола растения и высоты произрастания

Интродукция и акклиматизация

над ур. м. от 251 (нижний женский экземпляр до 278 суток (мужской верхний).

7. Наиболее существенные особенности сезонного развития *Eucommia ulmoides*, (используя приведенные критерии и условные обозначения ДРТ, СДРТ_u и СДРТ_v) можно отразить простой фенологической формулой: Р.ОП/2Ц. СД – начинает вегетацию рано, а завершает очень поздно, цветет одновременно с распусканием листьев, относится к группе растений со сверхдлительным формированием урожая (СД ≥ 131 суток).

8. В озеленении рекомендуется использовать мужские особи, так как они быстро облиствляются и не засоряют территорию облетающими плодами.

9. Данные фенологические наблюдения могут иметь практическое значение при посадке *Eucommia ulmoides* на плантации, где целью может являться сбор семян для последующего размножения. Кроме того, мужские и женские особи эвкоммии могут отличаться разным по количеству натурального каучука при их подсочки. 10. Данные фенологические наблюдения могут помочь в решении научной задачи, а именно указанный период вегетации *Eucommia ulmoides* от 251 до 278 суток, может стать ориентиром для интродукции вида в ботанические сады с другими климатическими параметрами.

11. Растения эвкоммии вязолистной в стрессовых условиях могут изменять половую принадлежность.

Список литературы

1. The Plant List. <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Eucommiaceae/Eucommia/>
2. Жилин С. Г. Порядок эвкоммиеевые (Eucommiales). Семейство эвкоммиеевые (Eucommiaceae), *Eucommia* <http://plantlife.ru/books/item/f00/s00/z0000028/st108.shtml>
3. *Eucommia ulmoides* // Flora of China @ efloras.org. FOC / Family List / FOC Vol. 9. P.43.
4. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л., 1978.
5. Красный список МСОП: IUCN 2017. Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/species/31280/130694949#population>
6. Лещенко Б.В. Опыт культуры эвкоммии на Черноморском побережье Краснодарского края. // Научный отчет за 1949-1954 годы: СочНИЛОС, Сочи, рукопись.
7. Знаменский В.Д. Гуттаперчевое дерево Эвкоммия в Абхазии и в Аджаристане. Сухум : Издание АБГИЗ , 1933
8. Лещенко Б. В. Эвкоммия. // Боровиков В.М.. Коркешко А.Л. Деревья и кустарники Сочинского дендрария. Сочи: изд. газеты «Красное знамя», 1954, 220 с.

Информация об авторах

- Нгуен Куинь Чанг, аспирант**
E-mail: quynhtrangvfu@gmail.com
- Сахарова Светлана Григорьевна, канд. с/х наук, доцент**
E-mail: i.sakharov2014@yandex.ru
- Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова**
Солтани Галина Александровна, канд. биол. наук, вед. н. с.
E-mail:soltany2004@yandex.ru
ФГБУ «Сочинский национальный парк»

9. Булыгин Н.Е. Методические указания к проведению учебной практики элементами научных исследований. Л., 1987. 7 с.

10. Погода и климат Сочи. (<http://www.pogodaiklimat.ru/history/37099.htm>).

11. Булыгин Н.Е. Принципы выделения дендроритмотипов и их индикаторное значение при интродукции древесных растений // 2-я Международн. Конференц. «Биоразнообразие. Интродукция растений». СПб.: РАН, 1999. С.111-113.

References

1. The Plant List. <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Eucommiaceae/Eucommia/>
2. Zhilin S.G. Poryadok evkommievye (Eucommiales). Semeystvo evkommievye (Eucommiaceae). *Eucommia* [Eucommies order (Eucommiales). Eucommies family (Eucommiaceae), *Eucommia*] <http://plantlife.ru/books/item/f00/s00/z0000028/st108.shtml>
3. *Eucommia ulmoides* in Flora of China @ efloras.org. FOC / Family List / FOC Vol. 9. P.43.
4. Takhtadzhyan A.L. Floristicheskie oblasti Zemli. [Floristic areas of the Earth] L: Nauka, [Leningrad: Publishing House "Science"]. 1978. 248 p.
5. Krasnyj spisok MSOP: IUCN 2017. Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/species/31280/130694949#population>
6. Leshchenko B.V. Opytkulturevkommiina Chernomorskompoberezhe Krasnodarskogokraya. Nauchnyj otchetza 1949-1954 gody: SochNILOS. [Experience in the culture of eucommia on the Black Sea coast of the Krasnodar Territory. Scientific Report 1949-1954: SOCHNILOS] Sochi: rukopis[manuscript]. 151 p.
7. Znamenskiy V.D. Gutta-perchevoe vedomosti v Abkhazii v Adzhariistane. [Gutta-percha ecommia tree in Abkhazia and Adjarian]. Sukhum: Izdanie ABCIZ. Sukumi: Edition ABGIZ. 1933. 35 p.
8. Leshchenko B.V. Evkommiya. // Borovikov V.M., Korkeshko A.L. Derevyakustarniki Sochinskogo dendrariya. [Trees and shrubs of the Sochi arboretum]. Sochi: izd. gazety «Krasnoznamya». [Sochi: Publishing House newspapers "Red Banner"] .1954. 220 p.
9. Bulygin N.Ye. Metodicheskie ustanovki k provedeniyu uchebno-praktiki s elementami nauchnykh issledovaniy. [Guidelines for conducting educational practice with elements of scientific research.] L.: Nauka, [Leningrad: Publishing House "Science"], 1987. 7 p.
10. Pogodaiklimat Sochi. [Weather and climate in Sochi]. (<http://www.pogodaiklimat.ru/history/37099.htm>).
11. Bulygin N.Ye. Printsipy vydeleniya dendroritmotypov i ikh indicatorenoe znachenie pri introduksii drevesnykh rastenij // 2-ya Mezhdunarodn. konferents. «Bioraznoobrazie. Introduktsiyarastenij». [The principles of the allocation of dendroritmotypes and their indicator value during the introduction of woody plants // 2nd International conference "Biodiversity. Plant Introduction"]. SPb.: RAN. [SPb: RAS], 1999. Pp.111-113.

Information about the authors

- Nguen Kuin Chang, Postgraduate Student**
E-mail: quynhtrangvfu@gmail.com
- Sakharova Svetlana Grigorievna, Cand. Sci. Agric.**
E-mail: i.sakharov2014@yandex.ru
- Saint-Petersburg State Forestry University named after S. M. Kirov**
Soltany Galina Aleksandrovna, Cand. Sci. Biol., Leading Researcher
E-mail:soltany2004@yandex.ru
Federal State Budgetary Institution for Science «Sochi National Park»

Интродукция и акклиматизация

М.А. Зуева

мл.н.с.

E-mail: marianna-ko@yandex.ru

A.В. Стогова

инженер-исследователь

E-mail: a.stogova85@gmail.com

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

Морфологические и фенологические особенности некоторых представителей флоры Сибири в ГБС РАН

Изучены фенология и морфологические параметры *Brunnera sibirica*, *Melica altissima*, *M. altissima* var. *atropurpurea* и *Trollius altaicus* в условиях ГБС РАН. Полученные данные сравнивали с результатами исследований в естественных фитоценозах. Изученные виды проходят полный цикл сезонного развития, и их феноритм близок к природному, растения достаточно устойчивы в условиях культуры в Европейской части России. Растения *Melica altissima*, *M. altissima* var. *atropurpurea* и *Brunnera sibirica* по морфометрическим показателям близки к природным, а *Trollius altaicus* превышают показатели экземпляров из естественных мест обитаний.

Ключевые слова: *Brunnera sibirica*, *Melica altissima*, *Melica altissima* var. *atropurpurea*, *Trollius altaicus*, морфология, фенология.

M.A. Zueva

Junior Researcher

E-mail: marianna-ko@yandex.ru

A.V. Stogova

engineer-researcher

E-mail: a.stogova85@gmail.com

Federal State Budgetary Institution for Science
Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

Morphological and phenological features of some representatives of the Siberian flora in the GBS RAS

The phenology and morphological parameters of *Brunnera sibirica*, *Melica altissima*, *M. altissima* var. *atropurpurea* and *Trollius altaicus* under the conditions of the GBS RAS. The obtained data were compared with the results of studies in natural phytocenoses. The studied species go through a full cycle of seasonal development, and their phenorhythm is close to natural, the plants are quite stable in the conditions of culture in the European part of Russia. *Melica altissima*, *M. altissima* var. *atropurpurea* and *Brunnera sibirica* are close to natural morphometric parameters, and *Trollius altaicus* overtop the specimens from natural phytocenoses.

Keywords: *Brunnera sibirica*, *Melica altissima*, *Melica altissima* var. *atropurpurea*, *Trollius altaicus*, morphology, phenology.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1050

Интродукция растений традиционно считается одним из направлений экспериментальной ботаники [1]. Целью интродукции обычно является введение в культуру хозяйствственно-полезных или декоративных растений, а также сохранение редких и исчезающих видов, для их последующей реинтродукции в природу. Несмотря на давнюю историю и большое количество теоретических и практических разработок успешность интродукции не гарантирована [2], а результаты зачастую сложно прогнозируемы. В настоящий момент все большее внимание уделяется проблеме натурализации культивируемых растений и опасности биологических инвазий [3]. В этом контексте особенно актуально изучение видов длительное время произрастающих в коллекциях ботанических садов. Анализ многолетних наблюдений дает возможность лучше

оценить устойчивость и способность этих растений к самовозобновлению в условиях культуры.

Экспозиция «Флора Сибири» одна из самых старых коллекций открытого грунта в Главном ботаническом саду РАН. С 1990-х годов интенсивность культивационного воздействия сильно снизилась, а рекреационная нагрузка на участок возросла. Многие виды в этот период выпали из коллекции. Виды, сохранившиеся на экспозиции до 2019 г интересны тем, что они проявили устойчивость в новых климатических условиях, и высокую конкурентную способность.

Для своих исследований мы выбрали несколько видов травянистых многолетников: *Melica altissima* L., *M. altissima* var. *atropurpurea* Papp, *Trollius altaicus* C.A. Mey, *Brunnera sibirica* Steven.

Интродукция и акклиматизация

Мы использовали стандартные методы, применяющиеся для оценки успешности интродукционного эксперимента [1, 4, 5, 6]. В 2017 и 2018 гг мы измерили высоту побега, длину соцветия, число цветков в соцветии. Нами обработаны результаты многолетних фенологических наблюдений проводимых сотрудниками ГБС РАН с 1949 по 1997 гг, а также собственные данные, полученные в 2017 и 2018 гг. Для статистической обработки данных календарные даты мы переводили в число дней от первого апреля. Для оценки влияния метеорологических факторов на прохождение фенофаз рассчитывали коэффициент корреляции Спирмена. Мы использовали метеорологические данные с сайтов: meteo.ru за период с 1949 по 2016 гг и грб.ru за 2017-2018 гг. Статистическую обработку материала проводили в программе STATISTICA 12.

Brunnera sibirica (Boraginaceae) – многолетнее растение 25-80 см. высотой. Цветки собраны в кистевидное соцветие, выходящее из пазух верхних листьев [7]. Распространен в западных и восточных Саянах (Ермаковский, Шушенский, Каратузский, Курагинский, Краснотуранский, Идринский районы), встречается на Алтае, в Кузнецком Алатау и в северо-восточной Туве. Небольшой изолированный участок ареала находится в окрестностях г. Томска. Неморальный реликт третичного возраста. Алтайско-Саянский эндемик [8]. *Brunnera sibirica* занесена в Красные книги Алтайского края (категория редкости За) [9], Красноярского края (3 категория редкости) [8], Томской области (3 категория редкости) [10], Республики Тыва (3 категория редкости) [11]. В Европейской части России является инвазионным видом [12]. На экспозиции «Флора Сибири» Бруннера сибирская культивируется

с 1961 г., живые растения были получены из Горноалтайской АО (Горноалтайский опорный пункт Барнаульской плодово-ягодной станции) [13].

Средняя высота *Brunnera sibirica* в условиях ГБС $51,9 \pm 4,2$ см., а для молодой популяции из образцов в 2015 г., привезенных с Алтая - $27,13 \pm 1,49$ см. По данным И.Е Ямских в природных местообитаниях растения данного вида достигают максимальных размеров в западно-саянских и алтайских пихтовых и смешанных лесах 60-90 см. На сплошных вырубках отмечена общая тенденция к увеличению плотности побегов, проектного покрытия и семенной продуктивности, снижению размеров вегетативных органов бруннеры [14]. По данным многолетних наблюдений Д.М. Данилиной и Д.И. Назимовой в черневом низкогорном поясе Западного Саяна *Brunnera sibirica* с возрастом увеличивает высоту с 20-40 см до 60-90 см [15]. Бруннера сибирская из интродукционной популяции в условиях Горно - Алтайского ботанического сада достигает высоты 60 см [16]. Популяция, созданная в 2015 г. в ГБС РАН представлена молодыми растениями и можно предположить, что с возрастом высота побегов увеличится. В условиях ГБС длина соцветия $5,53 \pm 0,35$ см., а число цветков в соцветие $50,53 \pm 2,30$ шт.

Brunnera sibirica ежегодно проходит полный цикл сезонного развития. Средние фенодаты приведены в таблице 1.

На сезонное развитие *Brunnera sibirica* в условиях ГБС влияют некоторые метеорологические факторы. Наиболее сильная корреляция наблюдается между началом весеннего отрастания и среднемесячной температурой в апреле (рис 1). Чем выше температура, тем раньше происходит

Таблица 1. Среднемноголетние фенодаты *Brunnera sibirica*, *Melica altissima*, *Trollius altaicus*

Фенофаза	<i>Brunnera sibirica</i>		<i>Melica altissima</i>		<i>Trollius altaicus</i>	
	среднее	К.вар	среднее	К.вар	среднее	К.вар
весенне отрастание	16 апр \pm 1,9	65,5	18 апр \pm 1,8	53,2	16 апр \pm 1,4	54,1
появление настоящих листьев	2 май \pm 2,1	32,1	30 апр \pm 2,2	37,6	27 апр \pm 2,0	40,6
появление стебля	6 май \pm 1,9	23,9	18 май \pm 3,0	27,9	5.май \pm 1,8	24,2
бутонизация	3 май \pm 1,9	24,9	13 июн \pm 2,6	15,1	3 май \pm 1,6	26,5
начало цветения	11 май \pm 1,7	22,3	20 июн \pm 6,3	17,6	15 май \pm 2,2	27,0
массовое цветение	17 май \pm 2,0	19,8	28 июн \pm 7,4	18,8	18 май \pm 1,1	12,0
отцветание	25 май \pm 2,3	16,1	15 июл	-	25 май \pm 1,7	13,9
конец цветения	5 июн \pm 2,7	15,3	3 июл \pm 3,5	11,3	2 июн \pm 2,5	11,7
начало созревания семян	-	-	19 июл \pm 3,4	10,2	20 июн \pm 3,1	16,7
полное созревание семян	23 июл \pm 21,6	26,9,	8 авг \pm 4,4	15,6	5 июл \pm 3,0	16,3
начало отмирания	23 июл \pm 10,7	32,8	2 сен \pm 7,5	13,8	9 июл \pm 5,5	22,7
конец вегетации	31 авг \pm 34,2	38,8	7 окт \pm 7,8	7,1	25 авг \pm 7,1	17,5
осенне возобновление вегетации	21 авг \pm 14,8	26,0	15 сен \pm 24,0	14,4	1 сен \pm 26,9	17,6
вторичное цветение	11 сен	-	-	-	25 авг	-

Интродукция и акклиматизация

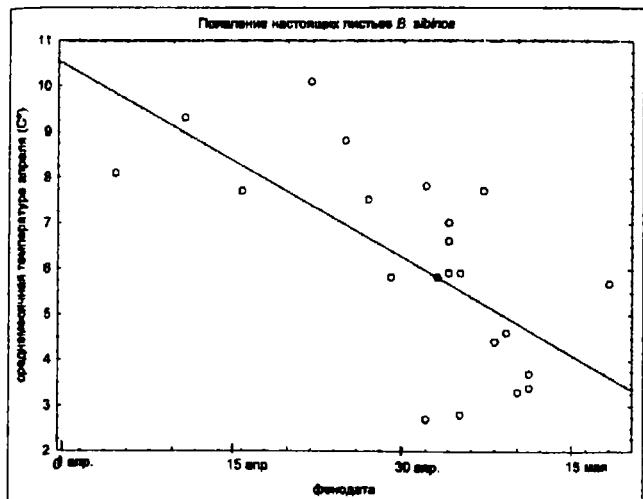


Рис. 1. Время появления настоящих листьев *Brunnera sibirica* в зависимости от среднемесячной температуры апреля

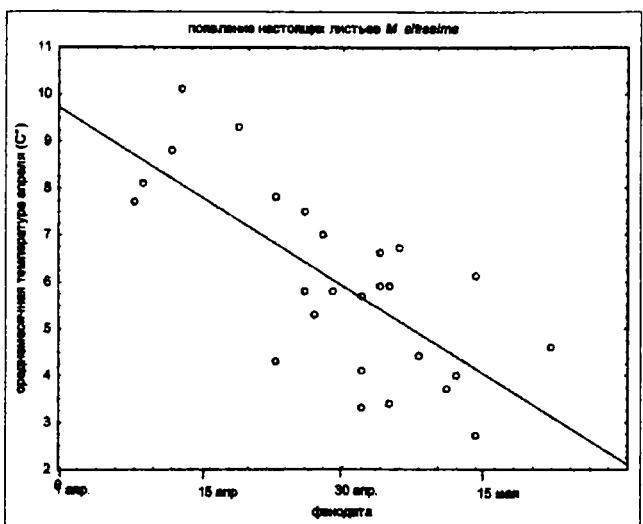


Рис. 2. Время появления настоящих листьев *Melica altissima* в зависимости от среднемесячной температуры апреля

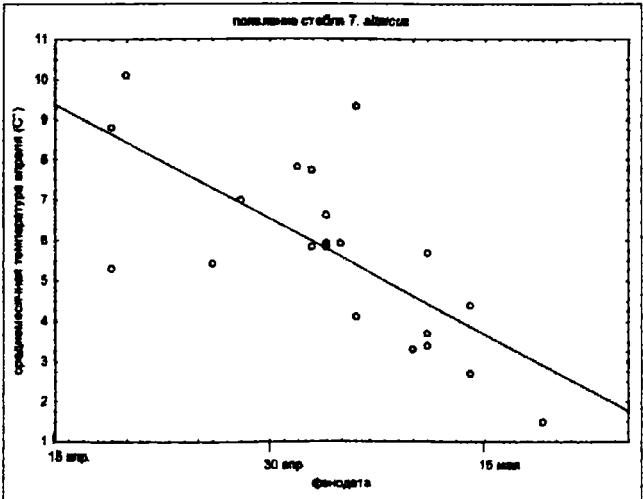


Рис. 3. Время появления стебля *Trollius altaicus* в зависимости от среднемесячной температуры апреля

разворачивание листьев и появление стебля. На фазу цветения наибольшее влияние оказывает сумма осадков и среднемесячная температура в мае. Чем больше осадков, и чем ниже температура, тем позже начинается от цветение и позже заканчивается цветение.

Melica altissima (Poaceae) – корневищный многолетник, иногда образующий рыхлые дерновины. Перловник высокий – вид, имеющий обширный евразиатский ареал, включающий территорию Европы, Азии (Передняя и Средняя Азия, Сибирь), Кавказ, а на восток доходящий до Китая. *M. altissima* включен в Красные книги Республики Бурятия (3 категория редкости) [17] и Красноярского края (3 категория редкости) [8]. В природе стебли имеют высоту 40–200 см, иногда и более, метелки 10–25 см длиной, густые, многоцветковые, в нижней части прерывистые, с короткими, прямыми, косо вверх направленными или прижатыми веточками [18].

Melica altissima, а также *M. altissima* var. *atropurpurea* культивируются в ГБС РАН с 1954 г. Семена данных растений были привезены из Алтайской экспедиции в 1953 г. (Казахстан, Восточно-казахстанская область, Лениногорский район). В настоящее время *M. altissima* и *M. altissima* var. *atropurpurea* произрастают на западном и южном склонах искусственно созданной горки. В среднем высота растений $110,7 \pm 4,3$ см (2017 г.) [19] и $110,64 \pm 2,68$ см. (2018 г.), что практически не отличается от растений в сибирских фитоценозах. Длина соцветий в условиях ботанического сада в 2017 г. несколько превышала природные показатели (в среднем $22,5 \pm 1,5$ см.) [19], а в 2018 г. она сравнима с показателями из сибирского региона ($16,25 \pm 0,77$ см.). У *Melica altissima* var. *atropurpurea* длина соцветий в 2017 г. ($21,1 \pm 1,4$ см.) немного больше, чем в 2018 г. ($17,6 \pm 0,71$ см.), высота растения в среднем в 2017 г. значительно меньше ($94,4 \pm 4,7$ см.), чем в 2018 г. ($159,16 \pm 5,91$ см.) (табл.4). В целом var. *atropurpurea* перловника высокого практически не отличается от типичной формы, за исключением высоты побега.

В условиях Среднего Урала *Melica altissima* в среднем достигает высоты $109,3 \pm 3,61$ см., а длина соцветий $18,25 \pm 0,41$ см. [20], что практически не отличается от морфологических показателей в условиях ГБС. Это может говорить об успешной адаптации данного вида в условиях средней полосы европейской части России.

Растения ежегодно проходят полный цикл вегетационного развития. Средние фенодаты приведены в таблице 1. По нашим данным за 2017 и 2018 гг. фаза цветения наступает у него на неделю позже.

На время весеннего отрастания влияет дата схода снега. На время появления листьев и массовое цветение влияет среднемесячная температура апреля (рис. 2). Высокие температуры в весенний период способствуют более раннему наступлению основных фенофаз, а температуры летних месяцев оказывают меньшее влияние на фенологию данного вида.

Trollius altaicus C.A. Mey. (Ranunculaceae). Ареал данного вида довольно обширен и охватывает территорию Южного Урала, Сибири, Средней Азии, Монголии

Интродукция и акклиматизация

и Китая. Купальница алтайская это травянистый короткокорневищный многолетник. Корневища восходящие, обычно ветвистые. Генеративные побеги верхушечные, возобновление и нарастание симподиальное [21]. Стебель прямой, 15-75 см высотой, при плодоношении удлиняющийся, простой, одноцветковый, редко с 2 цветками [22]. В условиях культуры, как и в природе, морфологические параметры исследованы мало [23].

Для коллекции флоры Сибири ГБС РАН экземпляр данного вида привезен в 2016 г. из окрестностей г. Новоузенска.

Экземпляр *Trollius altaicus* в составе коллекции Сибири ГБС РАН с 2016 г дает высокий прирост. В 2017 г генеративных побегов было 10 [19], а в 2018 г. - 88 побегов. Их средняя высота составляет 87,7±1,5.

О.А Каримовой и О. Ю. Жигуновым изучены морфометрические параметры в условиях культуры в республике Башкортостан [24]. По их данным число генеративных побегов у купальницы алтайской $5,0 \pm 0,31$, а их высота $34,0 \pm 1,28$. Интересно отметить, что в условиях ГБС РАН купальница алтайская заметно выше, и ее генеративные побеги более многочисленны, чем указано в литературе. Аналогичная ситуация отмечена у близкого вида *Trollius asiaticus*. Выращенные на участке с добавлением перегноя, четырехлетние кусты *Trollius asiaticus* имеют до 22 генеративных побегов, тогда как в природе их число не превышает шести. В сибирском регионе генеративные растения этого вида образуют побеги высотой до 70-80 см, в культуре - 80-100 см. [24].

Trollius altaicus проходит полный цикла сезонного развития, среднемноголетние фенодаты приведены в таблице 1. Цветение наблюдается регулярно и длится в среднем 18 дней. В других регионах длительность фазы цветения такая же, как и в наших наблюдениях. В зависимости от климатических факторов фенодаты могут отличаться, как например, на участке коллекции «Теневой сад» Ботанического сада-института УНЦ РАН (Уфа) фаза цветения наступает несколько раньше (10 – 12 мая) [24], чем в условиях ГБС РАН (15 мая-2 июня).

Начало весеннего отрастания зависит от даты схода снега. На появление стебля влияют среднемесячные температуры апреля (рис. 3).

В условиях ГБС средняя высота *Brunnera sibirica* сильно отличается в разных популяциях. В популяции заложенной в 1961 г она приблизительно в два раза больше, чем в молодой популяции из образцов в 2015 г. Длина соцветия 5,5 см., а число цветков в соцветие 50 шт.

На время весеннего отрастания *Brunnera sibirica* в условиях ГБС влияет среднемесячная температура апреля. На fazu цветения наибольшее влияние оказывает сумма осадков и среднемесячная температура в мае.

Melica altissima и *M. altissima* var. *atropurpurea* по морфологическим параметрам практически не различаются. Однако высота побега *M. altissima* var. *atropurpurea* изменяется в зависимости от года наблюдений сильнее, чем у типичного варианта.

На время весеннего отрастания *Melica altissima* влияет дата схода снега. Высокие температуры в весенний период способствуют более раннему наступлению основных фенофаз, а температуры летних месяцев оказывают меньшее влияние на фенологию данного вида

В условиях ГБС РАН *Trollius altaicus* заметно выше, чем в природе, и его генеративные побеги более многочисленны. С 2017 по 2018 г число генеративных побегов увеличилось в 8 раз.

Погодные условия оказывают не очень большое влияние на фенологию данного вида. Время весеннего отрастания зависит от даты схода снега. На появление стебля влияют среднемесячные температуры апреля.

Так как *Brunnera sibirica*, *Melica altissima*, *M. altissima* var. *atropurpurea*, *Trollius altaicus* проходят полный цикл сезонного развития, и их феноритм близок к природному, можно заключить, что эти виды достаточно устойчивы в условиях культуры в Европейской части России.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ГБС РАН по теме №118021490111-5.

Список литературы

1. Карпун Ю. Е. Основы интродукции растений // *Hortus botanicus*. . 2004. № 2.С. 17-32.
2. Кочетов А. А., Драгавцев В. А., Макарова Г. А. Эколого-генетические основы ускоренной интродукции культурных растений // Сельхозбиология. 2012. № 1. С. 3-6
3. Майоров С. Р., Виноградова Ю. К., Бочкин В. Д. Иллюстрированный каталог растений дичающих в ботанических садах Москвы // М.: Фитон XXI , 2013. 160 с.
4. Лапин П.И. Значение исследований ритмики жизнедеятельности растений для интродукции // Бюл. Гл.ботан.сада. 1974 Вып. 91. С. 3–8.
5. Елисафенко Т.В. Оценка результатов интродукционной работы на примере редких видов Сибирской флоры // Растильный мир Азиатской России. 2009. № 2(4). С. 89–95.
6. Васильева О. Ю., Зуева Г. А., Буглова Л. В и др. Роль биоморфологических исследований при интродукции хозяйствственно полезных растений в условиях континентального климата // Бюл. Ботан. сада-института ДВО РАН. 2017. № 18. С. 73-79.
7. Pyrolaceae - Lamiaceae (Labiateae) // Флора Сибири. Новосибирск: Наука, 1997. Т. 11. 296 с.
8. Красная книга Красноярского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов // Красноярск: Сибирский Федеральный университет, 2012. 573 с.
9. Красная книга Алтайского края: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. // Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2016. Т.1. 292 с.
10. Красная книга Томской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов // Томск: Печатная мануфактура, 2013. 503 с.

Интродукция и акклиматизация

11. Красная книга Республики Тыва. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов / Кызыл: Фаворит, 2018. 564 с.
12. Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. и др.. // Черная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. Москва: ГЕОС, 2010 505 с.
13. Растения природной флоры в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина Российской академии наук: 65 лет интродукции .М.: Т-во науч. изданий КМК, 2013. 657 с., 48 цв. вкл.
14. Ямских И.Е. Сравнительная морфологогенетическая характеристика ценоопуляций неморальных реликтов черневых лесов гор Южной Сибири (на примере *Aleutone baicalensis*, *Brunnera sibirica*, *Cruciata krylovii*) // Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Материалы V Международной научной конференции, посвященной 130-летию Гербария им. П.Н. Крылова и 135-летию Сибирского ботанического сада Томского государственного университета. Национальный исследовательский Томский государственный университет (Томск), 2015. С. 249-251
15. Данилина Д.М., Назимова Д.И. Реакция неморальных реликтов на рубки в черневых пихтово-осиновых лесах Западного Саяна // Проблемы изучения растительного покрова Сибири. Материалы VI Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Антонины Васильевны Положий. Издательский Дом Томск. Гос. Ун-та, 2017. С. 45-47.
16. Аильчиева А.О Некоторые показатели редких и исчезающих видов в культуре // Новая наука: Стратегии и векторы развития. 2016. №. 2-2. С. 3-8.
17. Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов // Улан-Удэ: Издательство БНЦ СО РАН, 2013. 238 с.
18. Poaceae (Gramineae) // Флора Сибири. Новосибирск: Наука, 1990. Т. 2. 361 с.
19. Галкина М.А., Зуева М.А. Некоторые редкие виды флоры Сибири в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН // Бюл.Гл. ботан. сада . 2017 Вып.203, № 1. С. 21-24.
20. Стефанович Г.С. Интродукционное изучение рода *Melica* L. в условиях среднего Урала // Вестник ИРГСХА. 2011. №44 С.146-152
21. Зиман С. Н. Морфология и филогения семейства лютиковых // Киев: Наукова думка, 1985. 248 с.
22. Фризен Н.В. *Trollius* L. – жарок, или купальница // Флора Сибири. Новосибирск: Наука, 1993. Т. 6. С. 103–108.
23. Буглова Л. В. Ритмы цветения некоторых видов *Trollius* L. в условиях Новосибирска // Вестник ИрГСХА. 2011. № 44. С.35-40.
24. Каримова О.А., Жигунов О.Ю. Изучение некоторых видов рода *Trollius* L. в культуре в республике Башкортостан // Аграрная Россия. 2016. № 9. С. 19-22
2. Kochetov A. A., Dragavtsev V. A., Makarova G. A. Ekologo-geneticheskiye osnovy uskorennoy introduktsii kul'turnykh rasteniy. [Ecological and genetic basis of accelerated introduction of cultivated plants] // Sel'khozbiologiya. [Agricultural Biology]. 2012. № 1. Pp. 3-6
3. Mayorov S. R., Vinogradova Yu. K., Bochkin V. D. Illyustrirovanny katalog rasteniy dichayushchikh v botanicheskikh sadakh Moskvy. [Illustrated catalog of wild plants in the botanical gardens of Moscow] .M: Fiton XXI. [Moscow Fiton XXI]. 2013.160 p.
4. Lapin P.I. Znacheniye issledovanii ritmiki zhiznedeyatel'nosti rasteniy dlya introduktsii. [The value of studies of plant life rhythms for introduction] // Byulleten' GI botan sada. 1974 [Bul. Main Botan. Garden]. 1974. Isl. 91. Pp. 3-8.
5. Elisafenko T.V. Otsenka rezul'tatov introduktsionnoy raboty na primere redkikh vidov Sibirsкоy flory. [Evaluation of the results of introduction work on the example of rare species of the Siberian flora] // «Rastitel'nyy mir Aziatskoj Rossii». [«Plant World of Asian Russia»]. 2009. №. 2 (4). Pp. 89–95.
6. Vasil'yeva O. Yu., Zuyeva G. A., Buglova L. V., et al. Rol' biomorfologicheskikh issledovanii pri introduktsii khozyaystvenno poleznykh rasteniy v usloviyah kontinental'nogo klimata. [The role of biomorphological studies in the introduction of economically useful plants in the continental climate] // Byul. Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN. [Bul. Botanical Garden-Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences]. 2017. №18. Pp. 73-79.
7. Flora Sibiri. T. 11. Pyrolaceae - Lamiaceae (Labiatae) [Flora of Siberia. T. 11. Pyrolaceae - Lamiaceae (Labiatae)] // Novosibirsk: Nauka [Novosibirsk: Publishing House Science]. 1997. 296 p.
8. Krasnsya kniga Krasnoyarskogo kraja [Red Data book of Krasnoyarsk region]. Redkie i nachodyashiesya pod ugrozoy ischezneniya vidy dikorastushih rasteniy i gribov [Rare and threatment species of native plants and fungi] // Krasnoyarsk: Sibirskiy Federal'nyy universitet [Krasnoyarsk: Siberian Federal University]. 2012. 573 p.
9. Krasnaya kniga Altayskogo kraja: Redkiye i nakhodyashchiyesya pod ugrozoy ischezneniya vidy rasteniy i gribov [The Red Book of the Altai Territory: Rare and endangered species of plants and fungi] // Barnaul: Izd-vo Altayskogo un-ta. [Barnaul: Publishing House of Altai University]. 2016. Vol. 1. 292 p.
10. Krasnaya kniga Tomskoy oblasti. Redkiye i nakhodyashchiyesya pod ugrozoy ischezneniya vidy dikorastushchikh rasteniy i gribov [Red Book of Tomsk Region. Rare and Endangered Species of Wild Plants and Fungi] // Tomsk: Pechatnaya manufaktura [Tomsk: Printed Manufactory Publishing House]. 2013. 503 p.
11. Krasnaya kniga Respubliki Tyva. Redkiye i nakhodyashchiyesya pod ugrozoy ischezneniya vidy dikorastushchikh rasteniy i gribov [The Red Book of the Republic of Tyva. Rare and endangered species of wild plants and fungi] // Kyzyl: Favorit [Kyzyl: Favorit], 2018. 564 p.
12. Vinogradova Yu. K., Mayorov S. R, Khorun L.V...i dr. Chernaya kniga flory Sredney Rossii. Chuzherodnyye vidy

Reference

- Karpun Yu. E. Osnovy introduktsii rastenij. [Fundamentals of plant introduction] // Hortus botanicus. 2004. № 2. Pp. 17-32.

Интродукция и акклиматизация

rasteniy v ekosistemakh Sredney Rossii. [Black Book of the Flora of Central Russia. Alien plant species in the ecosystems of Central Russia] // Moscow: GEOS, 2010. 505 p.

13. Rasteniya prirodnoy flory v Glavnem botanicheskem sadu im. N.V. Tsitsina Rossiyskoy akademii nauk: 65 let introdukcii [Plants of native flora in Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of Russian Science Academy: 65 years of cultivation] M.: T-vo nauch. izdaniy KMK, [M.:KMK Sci.Publ.LTD], 2013. 657 p.

14. Yamskikh I.Ye. Sravnitel'naya morfologo-geneticheskaya kharakteristika tsenopopulyatsiy nemoral'nykh reliktov chernevykh lesov gor Yuzhnay Sibiri (na primere Anemone baicalensis, Brunnera sibirica, Cruciata krylovii) [Comparative morphological and genetic characteristics of the coenopopulations of the immoral relics of the black forests of the mountains of Southern Siberia (using the example of Anemone baicalensis, Brunnera sibirica, Cruciata krylovii)] // Problemy izucheniya rastitel'nogo pokrova Sibiri. Materialy V Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 130-letiyu Gerbariya im. P.N. Krylova i 135-letiyu Sibirskogo botanicheskogo sada Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Izdatel'stvo: Natsional'nyy issledovatel'skiy Tomskiy gosudarstvennyy universitet (Tomsk) [Problems of the study of the plant cover of Siberia. Proceedings of the V International Scientific Conference dedicated to the 130th anniversary of the Herbarium of them. Pn Krylov and the 135th anniversary of the Siberian Botanical Garden of Tomsk State University. Publisher: National Research Tomsk State University (Tomsk)]. 2015. Pp. 249-251

15. Danilina D.M., Nazimova D.I. Reaktsiya nemoral'nykh reliktov na rubki v chernevykh pikhtovo-osinovykh lesakh Zapadnogo Sayana [The reactions of nemoral relics on the cutting in chern fir-aspen forests of west Sayan mountains] // Problemy izucheniya rastitel'nogo pokrova Sibiri. Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya Antoniny Vasil'yevny Polozhiy. Izdatel'stvo: Izdatel'skiy Dom Tomskogo gosudarstvennogo universitet [Problems of studying the plant cover of Siberia. Proceedings of the VI International Scientific Conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of Antonina Vasilyevna Polozhiy. Publisher: Publishing House of Tomsk State University]. 2017. Pp. 45-47

16. Ail'chiyeva A.O Nekotoryye pokazateli redkikh i ischezayushchikh vidov v kul'ture [Some indicators of rare and endangered species in culture] // Novaya nauka: strategii i

vektory razvitiya №2-2 [New science: strategies and vectors of development №2-2 (64).]. 2016. Pp. 3-8

17. Krasnaya kniga Respubliki Buryatia: Redkie i nachodiyashiesya pod ugrozoy ischezneniya vidy zhivotnyh, rasteniy i gribov [Red Data Book of Buryatia Republic: rare and threatment species of plants, animals and fungi]. Ulan-Ude: Izdatel'stvo BNTS SO RAN [Publisher BNC SB RAS]. 2013. 238 p.

18. Flora Sibiri. Poaceae (Gramineae) [Flora of Siberia. Poaceae (Gramineae)] Novosibirsk: Nauka [Novosibirsk: Publishing House "Science"]. 1990. Vol. 2. 361 p.

19. Galkina M.A., Zuyeva M.A. Nekotoryye redkiye vidy flory Sibiri v Glavnem botanicheskem sadu im. N.V. Tsitsina RAN [Some rare species of Siberian flora in the Main Botanical Gardens them. N.V. Tsitsina RAS] // Byul. Glavnogo Botan. Sada. 2017,vyp. 203, № 1 [Bul. Main Botan.Garden]. 2017. Is.203 ,N 1. Pp. 21-24

20. Stefanovich G.S. Introduktionnoye izuchenije roda Melica L. v usloviyah srednego Urala [Introductory study of the genus Melica L. in the conditions of the Middle Urals] // Vestnik IRGSKHA. Izdatel'stvo: Irkutskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. A.A. Yezhevskogo(Molodezhnyy) [Bulletin of the Institute of National Architecture and Architecture and Agriculture Academy. Publisher: Irkutsk State Agrarian University. A.A. Ezhevsky (Youth)]. №44 2011. Pp.146-152

21. Ziman S. N. Morfologiya i filogeniya semeystva lyutikovykh [Morphology and Phylogeny of the Buttercup Family] // Kiyev: Naukova Dumka [Kiev: Publishing House "Naukova Dumka"], 1985. 248 p.

22. Frizen N.V. Trollius L. – zharok, ili kupal'nitsa [Trollius L. - is hot, or bathing] // Flora Sibiri. [Flora of Siberia]. Novosibirsk Nauka, [Novosibirsk: Publishing House "Science"] 1993. Vol. 6. Pp. 103–108.

23. Buglova L. V. Ritmy tsveteniya nekotorykh vidov Trollius L. v usloviyah Novosibirska [The rhythms of flowering of some species of Trollius L. in the conditions of Novosibirsk] // Vestnik IrGSKHA [Bul. Institute for State Agrarian Control and Agriculture Academy].. 2011. № 44. Pp.35-40.

24. Karimova O.A., Zhigunov O.YU. Izuchenije nekotorykh vidov roda Trollius L. v kul'ture v respublike Bashkortostan [Study of some species of the genus Trollius L. in culture in the Republic of Bashkortostan] // Agrarnaya Rossiya [Agrarian Russia]. 2016. № 9. Pp. 19-22.

Информация об авторах

Зуева Марианна Александровна, мл.н.с.

E-mail: marianna-ko@yandex.ru

Стогова Александра Викторовна, инженер-исследователь.

E-mail: a.stogova85@gmail.com

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

Information about the authors

Zueva Marianna Aleksandrovna, Junior Researcher

E-mail: marianna-ko@yandex.ru

Stogova Aleksandra Victorovna, Engineer-Researcher

E-mail: a.stogova85@gmail.com

Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main Botanical Garden RAS

127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str. 4

Интродукция и акклиматизация

Л.И. Хоциалова

канд. биол. наук, н.с.

E-mail: khotsialova@yandex.ru

Ю.Н Горбунов

д-р биол. наук, гл.н.с.

E-mail: gbsran@mail.ru

О.Д. Волкова

мл.н.с.

М.А. Ермаков

мл.н.с.

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

Влияние замораживания семян *Setaria italica* (L.) Beauv. и *Phacelia tanacetifolia* Benth. на всхожесть, рост и развитие растений

Проведено сравнительное изучение влияния различных режимов хранения семян (при + 5°C, -20°C и в условиях глубокого замораживания при -196 °C) мозара - *Setaria italica* (L.) Beauv. и фацелии пижмолистной - *Phacelia tanacetifolia* Benth. на их жизнеспособность и развитие растений в полевых условиях. Замораживание семян этих видов не оказалось существенного влияния на лабораторную и полевую всхожесть, не вызвало появления нежизнеспособных, уродливых проростков и растений. Растения проходили полный цикл развития и завязывали полноценные семена. Криоконсервация - перспективный способ хранения семян изученных видов, так как он обеспечивает более длительные сроки сохранения их жизнеспособности.

Ключевые слова: *Setaria italica* (L.) Beauv., *Phacelia tanacetifolia* Benth., банки семян, режимы долговременного хранения семян, криоконсервация.

L.I. Khotsialova

Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: khotsialova@yandex.ru

Yu.N. Gorbunov

Dr. Sci. Biol., Main Researcher

E-mail: gbsran@mail.ru

O.D. Volkova

Junior Researcher

M.A. Ermakov

Junior Researcher

Federal State Budgetary Institution for Science
Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

The Influence of the Freezing of Seeds of *Setaria italica* (L.) Beauv. and *Phacelia tanacetifolia* Benth. on Germination, Growth and Development of Plants

A comparative study of the effect of different seed storage modes (at + 5°C, -20°C, and under deep freezing conditions at -196 °C) of *Setaria italica* (L.) Beauv. and *Phacelia tanacetifolia* Benth. on their viability and development of plants in the field. Freezing seeds of these species did not have a significant impact on laboratory and field germination, did not cause the appearance of non-viable, ugly seedlings and plants. Plants went through a full cycle of development and tied full-fledged seeds. Cryopreservation is a promising method of storing seeds of the studied species, since it provides a longer period of preservation of their viability.

Keywords: *Setaria italica* (L.) Beauv., *Phacelia tanacetifolia* Benth., Seed banks, long-term storage conditions of seeds, cryopreservation.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1051

Одной из эффективных форм сохранения биологического разнообразия растений *ex situ* являются банки семян. В настоящее время банки семян имеют около 400 ботанических садов мира, в них хранятся свыше 300 тыс. образцов [1]. Международным советом

ботанических садов предложено два температурных режима хранения семян: низкие положительные температуры (+5°C) и неглубокое замораживание (-20°C) [2]. На опыте хранения крупных коллекций семян стало ясно, что низкие положительные температуры и неглубокое

Интродукция и акклиматизация

замораживание могут обеспечить сохранение всхожести семян большинства видов на исходном уровне не более 20 лет. Так как динамические процессы в клетках растений происходят до -60°C [3, 4], наиболее ценные генетические ресурсы было рекомендовано хранить в условиях глубокого замораживания семян в жидким азоте (-196°C) или в парах над ним (около -160°C) [5]. Априори принималось, что полная остановка метаболизма при ультранизких температурах обеспечивает надежное длительное сохранение жизнеспособности семян [6]. Однако более поздние исследования показали, что у некоторых видов наблюдались негативные последствия криоконсервации: повреждения семядолей, ненормальное прорастание и гибель семян после замораживания. [7-9]. В связи с этим в практике работ криобанков принято проводить регулярный мониторинг определения жизнеспособности замороженных семян. Обычно этот мониторинг ограничивается определением всхожести семян. К сожалению, в литературе очень мало работ касающихся изучения роста и развития растений из замороженных семян.

Нами проведено сравнительное изучение роста и развития растений *Setaria italica* (L.) Beauv. и *Phacelia tanacetifolia* Benth. из семян, хранящихся при различных режимах замораживания.

Setaria italica – могар, чумиза – вид семейства мятликовых (Poaceae), выращивается в ГБС РАН с 1965 г. [10]. Это однолетнее растение. Стебли голые, слабо ветвящиеся, от основания стебля отходят упругие воздушные корни. Листья 15-25 см дл. голые или опущенные, шершавые. Соцветие в виде густой, сильно сжатой, вследствие сильного укорочения веточек, колосовидной, веретеновидной или равномерно цилиндрической метелки 3,5-25 см длиной (рис. 1). Колоски двухцветковые, один цветок плодущий, другой редуцирован до чешуи. Щетинки длинные. Зерновки округлые или овально-эллиптические 1,5-2,5 мм дл., заключены в цветковые чешуи кремового, желтого, кирпично-красного или черного цвета. [11, 12]. Семена (зерновки) - от желтого до красноватого цвета, немного меньше, чем у проса, вытянутые и менее блестящие (табл. 1).

S. italica отличается широкой внутривидовой изменчивостью, он может быть разделен на две группы разновидностей (культиваров): *convar. moharica* (Alef.) Mansf. – могар с менее крупными цилиндрическими или слабо лопастными метелками и мелкими зерновками и *convar. maxima* (Alef.) Mansf. – чумиза, с очень крупными и обычно лопастными метелками и крупными зерновками



Рис. 1. Соцветия *Setaria italica* (L.) Beauv.

[13]. В нашей работе мы имели дело с первой разновидностью.

Могар может использоваться для получения кормового и продовольственного зерна, на сено и зеленый корм. Эта древнейшая культура выращивалась в Азии и Европе еще до нашей эры. В настоящее время основные центры производства - Китай и Индия [12, 14]. В нашей стране могар выращивают для получения зеленой массы, сена, силоса и для выпаса в Поволжье, на Северном Кавказе, в Западной Сибири и на Алтае [15, 16].

Phacelia tanacetifolia – фацелия пижмolistная – вид семейства водолистниковых (Hydrophyllaceae), выращивается в ГБС РАН с 1975 г. [10]. Однолетнее растение с ломкими зелёными или красновато-фиолетовыми стеблями высотой 30-70 см. Листья очередные, непарно перисто-рассечённые, длиной до 12 см, с 7-9 продолговатыми или яйцевидно-продолговатыми неравно и вырезанно-зубчатыми долями длиной 0,5-2 см и шириной 2-7 мм. Цветки, многочисленные, в густых колосовидных завитках, собранных по 4-6 на верхушках стеблей (рис. 2). Чашечка длиной 6,5-7 мм, с очень короткой трубкой и пятью линейными острыми лопастями, мохнатая, покрытая длинными прямыми белыми волосками. Венчик сиреневый или светло-фиолетовый, длиной 6-8 мм, колокольчато-воронковидный, с обратно-яйцевидными тупыми цельнокрайними лопастями, равными по длине трубке. Тычинок пять, их нити фиолетовые, прикрепляются к трубке венчика, чередуясь с десятью чешуйками, далеко выставляются из венчика. Пестик с верхней завязью, покрытой в верхней части белыми волосками, и глубоко двураздельным столбиком. Плоды — коричневые

Таблица 1. Характеристика семян *Setaria italica* (L.) Beauv. и *Phacelia tanacetifolia* Benth. репродукции ГБС РАН

Вид	Размеры семян, мм			Масса 100 шт. семян, мг
	Длина	Ширина	Толщина	
<i>Setaria italica</i>	2,29±0,05	1,42±0,01	1,36±0,02	256,6±1,8
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	2,94±0,07	1,51±0,02	1,25±0,01	138,2±7,6

Интродукция и акклиматизация



Рис. 2. Соцветие фацелии пижмалистной - *Phacelia tanacetifolia* Benth.

яйцеобразные локулицидные коробочки, в каждой из которых созревает четыре семени [17, 18]. Семена с прямым зародышем, окруженным эндоспермом, поверхность семени ямчато-буторчатая [19] (табл.1).

Фацелия входит в список 20 лучших источников пыльцы и высококачественного нектара для пчел и шмелей [20]. Медопродуктивность фацелии - 200-300 кг/га. Мёд белый, зеленоватого оттенка, отличного качества [21].

Фацелия зарекомендовала себя как эффективный сидерат, обогащающий почву ценным азотом, угнетающим рост сорняков, и препятствующим распространению бактериальных и грибковых заболеваний [22]. Кроме того, во время цветения растение достаточно декоративно. Родина фацелии - Калифорния, в России введена в культуру в XIX веке.

Семена изучаемых видов замораживали в течение 1 мес. в герметично закупоренных ампулах в морозильной камере (-20 °C); криоконсервацию проводили путем непосредственного опускания ампул в жидкий азот (-196°C). Отогрев семян проводили в комнатных условиях. Контролем служили семена, хранившиеся при низких положительных температурах (с герметизацией). Лабораторную всхожесть определяли в чашках Петри, по 100 шт. в чашке, в 5-кратной повторности; полевую всхожесть - путем посева считанных семян (в трёхкратной повторности по 100 штук семян) в грунт и подсчетом появляющихся всходов. Биометрические наблюдения проводили на 30 экземплярах в грунте при выкопке растений в период массового цветения - начала плодоношения.

Работа проводилась в 2017-2019 гг. на базе участка отдела культурных растений (левый берег реки Лихоборки,

Таблица 2. Влияние замораживания семян *Setaria italica* (L.) Beauv. на их всхожесть и биометрические показатели растений

Показатель*	Контроль +5°C	Вариант замораживания		tst**	
		-20°C	-196°C	K/-20°C	K/-196°C
Лабораторная всхожесть, %	97±1	96±1	97±2	0,71	0
Полевая всхожесть, %	84±1	78±4	83±1	1,46	1,21
Высота растения, см	65,9±1,7	65,4±1,8	66,5±1,8	0,20	0,10
Диаметр побега, мм	3,0±0,1	2,4±0,1	2,0±0,1	<u>4,29</u>	<u>7,14</u>
Число узлов на побеге, шт.	7,9±0,2	7,4±0,2	7,6±0,2	1,78	1,07
Число листьев, шт.	6,2±0,2	6,7±0,2	6,1±0,2	1,78	0,36
Лист на 4-м узле:					
длина, см	21,5±0,4	20,2±0,4	21,7±0,6	<u>2,28</u>	0,97
ширина, см	1,0±0,02	1,0±0,08	1,1±0,03	0	<u>2,78</u>
Длина соцветия, см	5,2±0,2	3,9±0,3	4,9±0,2	<u>3,61</u>	1,07

Примечание: * показатели характеризуются средним арифметическим с ошибкой;

** tst – коэффициент достоверности разности (по Стьюденту), если он подчеркнут – разница достоверна (на 95% уровне).

Интродукция и акклиматизация

Таблица 3. Влияние замораживания семян *Phacelia tanacetifolia* Benth. на всхожесть и биометрические показатели растений

Показатель	Контроль +5°C	Вариант замораживания		tst**	
		-20°C	-196°C	K/-20°C	K/-196°C
Лабораторная всхожесть, %	76±4*	78±5	76±2	0,31	0
Полевая всхожесть, %	60±3	57±1	53±4	0,95	1,40
Высота растения, см	63,3±1,5	67,9±1,6	73,8±1,7	<u>2,10</u>	<u>4,63</u>
Диаметр побега, мм	4,7±0,2	4,0±0,1	5,1±0,7	<u>3,18</u>	0,55
Число узлов до 1-го соцветия, шт.	10,3±0,4	9,0±0,3	7,9±0,5	<u>2,60</u>	<u>3,75</u>
Число соцветий: верхушечных, шт.	4,3±0,1	4,9±0,3	4,8±0,2	2,40	2,27
пазушных, шт.	2,4±0,1	2,7±0,3	2,8±0,1	2,19	2,86
Число цветков в верхушечном соцветии, шт.	25,8±1,1	21,8±0,8	25,7±0,9	<u>2,94</u>	0,07
Длина корня, см	13,9±0,5	13,1±0,5	15,0±0,5	1,13	<u>2,56</u>

Примечание: * показатели характеризуются средним арифметическим с ошибкой; ** tst - коэффициент достоверности разницы (по Стьюденту), если он подчеркнут – разница достоверна (на 95% уровне)

на аллювиальных супесях с содержанием гумуса около 4%, РН - 5,5). В таблицах 2 и 3 приводятся усредненные данные, полученные за три года исследований. Все экспериментальные данные статистически обработаны, степень достоверности разницы определена по критерию Стьюдента на 95% уровне значимости [23].

Лабораторная всхожесть семян *S. italicica* очень высокая, и после замораживания семян была достоверно не ниже всхожести контрольных семян - 96-97%, разница была в пределах ошибки (табл. 2). Полевая всхожесть размороженных семян была чуть ниже контрольной, но разница на 95% уровне не достоверна. Но, как и для ранее изученного нами *Linum usitatissimum L.* [24], отмечалось более дружное и быстрое появление всходов из размороженных семян. Высота опытных растений не отличалась от контрольных, разница была в пределах ошибки. Замораживание семян существенно не повлияло на число узлов и листьев на побеге. Однако диаметр побега и длина соцветия у контрольных растений были достоверно больше.

Лабораторная и полевая всхожесть замороженных семян *Ph. tanacetifolia* достоверно не отличались от контроля, однако энергия прорастания замороженных семян, как и у могара, оказалась выше контроля. Растения из размороженных семян фацелии пижмolistной были достоверно выше контрольных, причем растения из семян после криоконсервации достоверно выше, чем после неглубокого замораживания (табл. 3). При этом число узлов на стебле до первого соцветия у этих растений

достоверно меньше, чем у контрольных, т.е. зацвели они раньше.

Замораживание семян существенно не повлияло на число цветков в частных соцветиях. Но число соцветий на одном экземпляре было достоверно большим, чем у контрольных растений, причем как пазушных, так и верхушечных. Следовательно, семенная продуктивность растений, полученных из замороженных семян может быть выше, чем у контрольных. Корневая система у растений из семян после криоконсервации была самой развитой.

ВЫВОДЫ

1) Замораживание семян фацелии и могара при -20°C и -196°C не вызвало появления нежизнеспособных, уродливых проростков и растений. Растения проходили полный цикл развития и завязывали полноценные семена.

2) Замораживание семян *S. italicica* и *Ph. tanacetifolia* не оказалось существенного влияния на лабораторную и полевую всхожесть, однако всходы обоих видов появлялись раньше и дружнее.

3) Процесс замораживания оказал более выраженное влияние на развитие растений фацелии, чем могара. В частности, растения *Ph. tanacetifolia*, развившиеся из размороженных семян были достоверно выше, более развитыми и зацвели раньше контрольных.

4) Криоконсервация - перспективный способ хранения семян изученных видов, так как он обеспечивает более длительные сроки сохранения их жизнеспособности.

Интродукция и акклиматизация

Список литературы

1. Левицкая Г.Е. Редкие виды в экспериментальной коллекции семян дикорастущих криобанка Института биофизики клетки Российской академии наук // Вестник ТГУ. 2017. Т. 22, Вып. 5. С. 940-943.
2. Международная программа ботанических садов по охране растений. М., 2000. 58 с.
3. Мануйльский В.Д. Формирование криорезистентности и устойчивости растений к низким температурам. Киев: Наукова думка, 1992. 186 с.
4. Белоус А.М., Грищенко В.И. Криобиология. Киев: Наукова думка, 1994. 430 с.
5. Тихонова В.Л. Долговременное хранение семян // Физиология растений. 1999. Т.46, № 3. С.467-476.
6. Stanwood P.C., Bass L.N. Ultracold preservation of seed germplasm. // Plant cold hardiness and freezing stress. New York, 1978. Pp. 361-371.
7. Vertucci C.W. Effect of cooling rate on seeds exposed to liquid nitrogen temperatures // Plant Physiol. 1978. Vol. 90, N 4. Pp. 1478–1485.
8. Pence V.C. Cryopreservation of seeds of Ohio native plants and related species // Seed Sci. and Technol. 1991. Vol. 19, N 2 Pp. 235–251.
9. Kholina A.V., Voronkova N.M. Seed Cryopreservation of Some Medicinal Legumes // Journ. Bot. 2012. Vol.1. Pp. 1-7.
10. Культурные растения Главного ботанического сада им. Н.В.Цицина Российской академии наук: 60 лет интродукции. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 511 с.
11. Флора СССР. М.-Л.: Изд.-во АН СССР, 1934. Т.2. 778 с.
12. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. Л.: Колос, 1971. 751 с.
13. Флора Европейской части СССР. Л.: Наука, 1974. Т.1. 403 с.
14. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. М.-Л.: Сельхозгиз, 1950. Т.1 686 с.
15. Вехов В.Н., Губанов И.А., Лебедева Г.Ф. Культурные растения СССР. М.: Мысль, 1978. 336 с.
16. Сойенова А.Н. Влияние сроков сева на урожайность могара в условиях низкогорья Алтая // Наука и образование аграрному производству: Матер. науч.-практ. конф. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2000. С.17-19.
17. Флора СССР. М.-Л.: Изд.-во АН СССР, 1953. Т. 19. 752 с.
18. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Покрытосеменные (двудольные: раздельнопестные). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. Т.3. 519 с.
19. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. Л.: Наука, 1986. 392 с.
20. Williams I. H., Christian D.G. Observations on *Phacelia tanacetifolia* Benth (Hydrophyllaceae) as a food plant for honeybees and bumble bees // Journ. Apicult. Res. 1991. Vol. 30. Pp. 3-12.
21. Савин А.П., Докукин Ю.В. Технологии возделывания основных медоносных культур. Рязань: РязоБлтиография, 2010. 110 с.
22. Stivers-Young L. Growth, nitrogen accumulation, and weed suppression by fall cover crops following early harvest of vegetables // Hort. Science. 1998. Vol. 33. Pp. 60-63.
23. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
24. Хоциалова Л.И., Горбунов Ю.Н. Влияние замораживания семян *Linum usitatissimum* L. на всхожесть, рост и развитие растений // Бюл. Гл. ботан. сада. 2016. Вып. 202, № 2. С. 16-18.

References

1. Levickaya G.E. Redkie vidy v eksperimental'noj kollekcii semyan dikorastushchih kriobanka Instituta biofiziki kletki Rossijskoj akademii nauk [Rare species in the experimental collection of wild-growing cryobank seeds of the Institute of Cell Biophysics of the Russian Academy of Sciences] // Vestnik TGU [Bul. Tver State Univ.]. 2017. Vol. 22. Is. 5. Pp. 940-943.
2. Mezhdunarodnaya programma botanicheskikh sadov po ohrane rastenij [International Botanic Gardens Plant Protection Program]. M. [Moscow], 2000. 58 p.
3. Manuil'skij V.D. Formirovanie kriorezistentnosti i usojchivosti rastenij k nizkim temperaturam [The formation of cryoresistance and plant resistance to low temperatures]. Kiev: Naukova dumka [Publishing House Naukova Dumka], 1992. 186 p.
4. Belous A.M., Grishchenko V.I. Kriobiologiya [Cryobiology]. Kiev: Naukova Dumka [Publishing House Naukova umka], 1994. 430 p.
5. Tihonova V.L. Dolgovremennoe hranenie semyan [Long-term seed storage] // Fiziologiya rastenij [Plant physiology]. 1999. Vol.46, № 3. Pp.467-476.
6. Stanwood P.C., Bass L.N. Ultracold preservation of seed germplasm. // Plant cold hardiness and freezing stress. New York, 1978. Pp. 361-371.
7. Vertucci C.W. Effect of cooling rate on seeds exposed to liquid nitrogen temperatures // Plant Physiol. 1978. Vol. 90, N 4. Pp. 1478–1485.
8. Pence V.C. Cryopreservation of seeds of Ohio native plants and related species // Seed Sci. and Technol. 1991. Vol. 19, N 2 Pp. 235–251.
9. Kholina A.V., Voronkova N.M. Seed Cryopreservation of Some Medicinal Legumes // Journ. Bot. 2012. Vol.1. Pp. 1-7.
10. Kul'turnye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V.Cicina Rossijskoj akademii nauk: 60 let introdukcii [Cultivated plants of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences: 60 years of introduction]. M.: Tovarishchestvo nauchnyh izdanij KMK [Moscow: KMK Scientific Press LTD.], 2011. 511 p.

Интродукция и акклиматизация

11. Flora SSSR [Flora of the USSR]. M.-L.: Izd. AN SSSR [Moscow-Leningrad: Publishing House USSR Academy of Sciences], 1934. Vol. 1. 778 p.
12. ZHukovskij P.M. Kul'turnye rasteniya i ih sorodichi [Cultivated plants and their relatives]. L.: Kolos [Leningrad: Publishing House Kolos], 1971. 751 p.
13. Flora Evropejskoj chasti SSSR [Flora of the European part of the USSR], L.: Nauka [Leningrad: Publishing House Science], 1974. Vol. 1. 403 p.
14. Kormovye rasteniya senokosov i pastbishch SSSR [14. Feed plants of hayfields and pastures of the USSR]. M.-L.: Sel'hozgiz [Moscow-Leningrad: Publishing House Agricultural Publisher], 1950. Vol.1. 686 p.
15. Vekhov V.N., Gubanov I.A., Lebedeva G.F. Kul'turnye rasteniya SSSR [Cultural plants of the USSR]. M.: «Mysl» [Moscow: Publishing House “Mysl”], 1978. 336 p.
16. Sojenova A.N. Vliyanie srokov seva na urozhajnost' mogara v usloviyah nizkogor'ya Altaya [The influence of sowing dates on the yield of moghara in the low Altai] // Nauka i obrazovanie agrarnomu proizvodstvu [Science and education for agricultural production]: Mater. nauch.-prakt. konf. [Materials of the scient.-pract. Conf.] Gorno-Altajsk: RIO GAGU, 2000. Pp.17-19.
17. Flora SSSR [Flora of the USSR]. M.-L.: Izd.-vo AN SSSR [Moscow-Leningrad: Publishing House USSR Academy of Sciences], 1953. Vol.19. 752 p.
18. Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tihomirov V.N. Illyustrirovannyj opredelitel' rastenij Srednej Rossii.: Pokrytosemennye (dvudol'nye: razdel'nolepestnye)
- [Illustrated determinant of plants in Central Russia.: angiosperms (dicotyledons: separate-seeded)]. M.: Tovarishchestvo nauchnyh izdanij KMK [Moscow: KMK Scientific Press Ltd.], 2004. Vol.3. 519 p.
19. Artyushenko Z.T. Atlas po opisatel'noj morfologii vysshih rastenij. Semya [Atlas of descriptive morphology of higher plants. Seed]. L.: Nauka [Leningrad: Publishing House Science], 1986. 392 p.
20. Williams I. H., Christian D.G. Observations on Phacelia tanacetifolia Bentham (Hydrophyllaceae) as a food plant for honeybees and bumble bees // Journ. Apicult. Res. 1991. Vol. 30. Pp. 3-12.
21. Savin A.P., Dokukin YU.V. Tekhnologii vozdeljivaniya osnovnyh medenosnyh kul'tur [Technologies of cultivation of the main honey crops]. Ryazan': Ryazobltipografiya, 2010. 110 p.
22. Stivers-Young L. Growth, nitrogen accumulation, and weed suppression by fall cover crops following early harvest of vegetables // Hort. Science. 1998. Vol. 33. Pp. 60-63.
23. Dospekhov B.A. Metodika polevogo optyta [Methods of field experience]. M.: Agropromizdat [Moscow: Publishing House Agropromizdat], 1985. 351 p.
24. Hocialova L.I., Gorbunov YU.N. Vliyanie zamorazhivaniya semyan Linum usitatissimum L. na vskhozhest', rost i razvitiye rastenij [The effect of freezing seeds of Linum usitatissimum L. on the germination, growth and development of plants] // Byul. Gl. botan. Sada [Bul. Main Botan. Garden]. 2016. Is. 202, № 2. Pp. 16-18.

Информация об авторах

Хоциалова Лидия Игоревна, канд. биол. наук, н.с.,
E-mail: khotsialova@yandex.ru
Горбунов Юрий Николаевич, д-р биол. наук, гл.н.с.
E-mail: gbsran@mail.ru
Волкова Ольга Дмитриевна, мл.н.с.
Ермаков Максим Александрович, мл.н.с.
E-mail: maksim.ermakov.77@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки Главный ботанический сад им. Н.В.Цицина РАН, Мо-
сква
127276. Российская Федерация, Москва, Ботаническая
ул., д. 4

Information about the authors

Khotsialova Lydia Igorevna, Cand. Sci. Biol., Researcher
E-mail: khotsialova@yandex.ru
Gorbunov Yuri Nikolaevich, Dr. Sci. Biol., Main
Researcher
E-mail: gbsran@mail.ru
Volkova Olga Dmitrievna, Junior Researcher
Ermakov Maxim Alexandrovich, Junior Researcher
E-mail: maksim.ermakov.77@mail.ru
Federal State Budgetary Institution of Science Tsitsin Main
Botanical Garden RAS, Moscow
127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya
Str., 4

Физиология и биохимия

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
И.В. Савосько

н.с.

П.Н. Белый

канд. биол. наук, ученый секретарь

Т.В. Шпитальная

канд. биол. наук, зав. лабораторией
И.М. Гаранович

канд. биол. наук, вед.н.с.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси,
Республика Беларусь, Минск,
В.И. Домаш

д-р. биол. наук, гл.н.с.

Институт экспериментальной ботаники им.
В.Ф. Купревича НАН Беларуси

С.Г. Азизбекян

ст.н.с.

Институт физико-органической химии НАН
Беларуси
И.И. Лиштван

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

Институт природопользования НАН Беларуси
Т.М. Карбанович

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

Особенности антиоксидантного комплекса плодов жимолости съедобной при применении минеральных и органических удобрений на выработанных торфяниках низинного типа в Беларуси

Приведены результаты сравнительного исследования влияния минеральных и органических удобрений – N16P16K16, Нанопланта, Гидрогумата и Экосила на состояние антиоксидантного комплекса плодов сортов Камчадалка и Ленинградский Великан жимолости съедобной на выработанном торфянике в центральной Беларуси. Установлена существенная зависимость изменения уровня их антиоксидантной и ферментативной активности от вида удобрений и генотипа растений. Усиление минерального питания способствовало повышению уровня АОА до 19%, наиболее значительному при использовании Гидрогумата. Выявлен отчетливый антагонизм в изменении активности ПО и КАТ, с одной стороны, и ПФО, с другой, по сравнению с контролем, проявившийся в синхронном ее увеличении у первой пары ферментов до 69 и 303% у сорта Камчадалка и до 228 и 506% у сорта Ленинградский Великан на фоне преимущественного снижения активности ПФО на 13-38% при наиболее выраженному проявлении обозначенных эффектов при использовании Нанопланта и Гидрогумата преимущественно у первого таксона. При этом испытываемые агроприемы обуславливали повышение, по сравнению с контролем, общего уровня оксидазной активности плодов на 31-331% у первого таксона и на 196-612% у второго при наибольшей результативности использования Нанопланта и наименьшей - полного минерального удобрения

Ключевые слова: выработанный торфяник низинного типа, жимолость съедобная, сорта, плоды, минеральные и органические удобрения, антиоксидантная активность, окислительно-восстановительные ферменты, каталаза, пероксидаза, полифенолоксидаза.

Физиология и биохимия

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

I.V. Savosko

Junior Researcher

P.N. Bely

Cand. Sci. Biol., Scientific Secretary

T.V. Shpitalnaya

Cand. Sci. Biol., Head of Department

I.M. Garanovich

Cand. Sci. Biol., Assoc. Prof., Leading Researcher

Central Botanical Garden of NAS of Belarus,

Minsk, Republic of Belarus

V.I. Domasch

Dr. Sci. Biol., Chief Researcher

*V.F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of
the NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

S.G. Azizbekyan

Senior Researcher, Head of Group

*Institute of Physical Organic Chemistry of the NAS
of Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

I.I. Lishtvan

*Academician of National Academy of Sciences
of Belarus, Dr. Sci. Tech., Professor, Chief*

Researcher,

*Institute of Nature Management of the NAS of
Belarus, Minsk, Republic of Belarus*

T.M. Karbanovich

*Cand. Sci. Biol., Deputy Head of the General
Directorate of Plant Production of the Ministry of*

*Agriculture and Food of the Republic of Belarus
Republic*

Effect of mineral and organic fertilizer treatments on the antioxidant complex of honeysuckle (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn) Fruits in an experimental culture on a worked-out low peat bog in Belarus Republic

The results of a comparative study of the influence of mineral and organic fertilizers (N16P16K16, Nanoplant, Hydrohumate, and Ecosil) on the state of the antioxidant complex of fruits of the honeysuckle varieties ('Kamchadalka' and 'Leningrad Giant') in an experimental culture on a worked-out low peat bog in the conditions of Central agro-climatic zone of Belarus are presented. A significant dependence of changes in the level of their antioxidant and enzymatic activity on the type of fertilizers and plant genotype was established. The increase in mineral nutrition led to an increase in the level of antioxidant activity up to 19% (the most significant under the application of Hydrogumate). The increase in mineral nutrition led to an increase in the level of antioxidant activity up to 19% with the most significant influence on it the application of Hydrohumate. There was a clear antagonism in the change in the activity of peroxidase and catalase, on the one hand, and polyphenol oxidase, on the other, in comparison with the control. This was manifested in its synchronous increase in the first pair of enzymes to 69 and 303% (in the 'Kamchadalka' variety) and to 228 and 506% (in the 'Leningrad Giant' variety), against the background of a predominant decrease in the activity of polyphenol oxidase by 13–38%. The most pronounced manifestation of the indicated effects registered after Nanoplant and Hydrohumate treatments mainly in the first taxon. At the same time, the tested agricultural techniques caused an increase in the overall level of oxidase activity by 31–331% in the first taxon and by 196–612% in the second taxon. The highest influence on the overall level of oxidase activity provides the treatment of Nanoplant and the lowest – using of complete mineral fertilizer.

Keywords: worked-out low peat bog, honeysuckle, varieties, fruits, mineral and organic fertilizers, antioxidant activity, redox enzymes, catalase, peroxidase, polyphenol oxidase.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1052

Введение. Общеизвестно, что фармакологическая коррекция окислительного стресса осуществляется с применением биологически активных соединений

– антиоксидантов, прерывающих нарастающие процессы окисления с образованием малоактивных радикалов, легко выводящихся из организма. При этом существенную

Физиология и биохимия

роль в защите растительных клеток от кислородных интермедиантов играют ферменты, способные обезвреживать супероксидные радикалы и перекисные соединения в клетках. В частности, пероксидаза (ПО), восстанавливая перекись водорода до воды, участвует в окислительно-восстановительных процессах фотосинтеза и дыхания, энергетического и азотного обмена, в образовании ауксинов и этилена, регуляции развития и органогенеза растительного организма [1]. Активную роль в фенольном метаболизме растений, наряду с пероксидазой, играет полифенолоксидаза (ПФО), катализирующая окисление различных фенольных соединений в семихиноны и хиноны с участием молекулярного кислорода [2]. Важнейшим компонентом антиоксидантной системы растений является также каталаза (КАТ), катализирующая дисмутацию H_2O_2 до H_2O и O_2 , и способная в окисленном состоянии работать как пероксидаза, ускоряя окисление спиртов или альдегидов [3]. Все обозначенные выше ферменты окислительно-восстановительного цикла имеют первостепенное значение в регуляции обменных процессов в растительном организме при воздействии широкого спектра абиотических факторов, приводящих к временному сдвигу тканевого баланса антиоксидантов и прооксидантов в сторону последних.

По распространенному мнению одной из наиболее перспективных для использования в медицинской практике групп природных антиоксидантов являются растительные полифенолы, чрезвычайно активно накапливающиеся в плодах жимолости съедобной (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn) [4]. В связи с оптимизацией режима минерального питания данной культуры на выработанном торфянике низинного типа, была изучена ответная реакция антиоксидантного комплекса плодов жимолости съедобной на применение не только традиционно используемого полного минерального удобрения, но и ряда высокоеффективных отечественных препаратов с ростстимулирующим действием. Значительный научный и практический интерес при этом представляло выявление особенностей ответной реакции двух сортов жимолости на использование органических удобрений - Экосила, содержащего природный комплекс три-терпеновых кислот [5], и Гидрогумата, действующим веществом которого являются гуматы – водорастворимые соли гуминовых кислот, активизирующие включение макро- и микроэлементов в процессы синтеза биологически активных соединений [6]. Наряду с этими органическими удобрениями было осуществлено испытание белорусского микрourодобрения Наноплант-8, включающего комплекс микроэлементов (Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr, Mo, Se) [7].

Объекты и методы исследований. Исследования выполнены в 2017-2018 гг. в условиях опытной культуры в Кличевском р-не Могилевской обл. на территории центральной агроклиматической зоны Беларуси. Годы исследований характеризовались контрастными погодными условиями вегетационного периода. Первый был отмечен близким к многолетней климатической норме гидротермическим режимом, тогда как второй отличался повышенным температурным фоном при остром дефиците влаги.

Полевые опыты были заложены на участке среднекислого ($pH_{KCl} = 5,5-5,7$), малоплодородного, содержащего в мг/кг: аммонийного и нитратного азота 16-28, P_2O_5 и K_2O в пределах 55-61 и 33-42, соответственно, полностью лишенного растительности остаточного слоя донного торфа высокой степени разложения, представленного осоково-гипновой ассоциацией. Схема полевого 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 иолива; 5 – некорневая обработка опытных растений препаратом Экосил. В каждом варианте опыта было высажено по 25 растений опытных сортов жимолости съедобной.

В качестве полного минерального удобрения использовали «Растворин» марки «Б». Обработку надземных органов растений Экосилом проводили дважды за вегетационный период. Первый раз ее осуществляли в утренние часы в конце первой декады июня, второй раз – в конце первой декады июля, на начальном этапе созревания плодов. 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/1 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/1 растение. В отличие от двух предыдущих препаратов, обработка растений Наноплантом производилась, кроме обозначенных выше сроков, еще и в период их цветения – в середине июня, то есть трижды за вегетационный период. Для приготовления рабочего раствора 30 капель препарата растворяли в 3 л воды. Расход рабочей жидкости при некорневой обработке составлял 120 мл / 1 растение.

В качестве объектов исследований были использованы плоды двух сортов жимолости - *Камчадалка* и *Ленинградский Великан*.

Антиоксидантную активность этанольных экстрактов из свежих плодов жимолости определяли с использованием 2,2-дифенил-1-пироксидразила (ДФПГ) [8, 9]. Активность окислительно-восстановительных ферментов определяли: пероксидазы (ПО) - по методу А.Н.Бояркина [10]; полифенолоксидазы (ПФО) – с пирокатехином по методу [11], каталазы – по методу А.Н.Баха и А.И. Опарина [12]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение. По нашим оценкам, приведенным в табл. 1, усредненный в двухлетнем цикле наблюдений общий уровень антиоксидантной активности этанольных экстрактов из плодов жимолости съедобной

Физиология и биохимия

Таблица 1. Усредненные показатели антиоксидантной активности этанольных экстрактов из плодов модельных сортов *Lonicera edulis* в вариантах полевого опыта, мкмоль - экв тролокса /г сухого вещества

Вариант опыта	АОА (ДФПГ) через 10 мин.		АОА (ДФПГ) через 30 мин.	
	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>
Сорт Камчадалка				
Контроль	125,3±0,3		146,1±0,5	
$N_{16}P_{16}K_{16}$	110,2±0,1	-43,8*	131,0±0,4	-21,3*
Наноплант	147,2±0,3	46,9*	169,0±0,2	40,0*
Гидрогумат	150,6±0,5	44,4*	171,1±0,1	44,1*
Экосил	134,2±0,4	18,5*	155,9±0,1	17,4*
Сорт Ленинградский Великан				
Контроль	114,5±0,5		131,3±0,4	
$N_{16}P_{16}K_{16}$	120,7±0,2	12,9*	138,7±0,3	14,2*
Наноплант	127,4±0,2	26,6*	144,1±0,1	30,5*
Гидрогумат	138,4±0,5	35,5*	156,6±0,2	54,4*
Экосил	131,9±0,3	32,5*	150,0±0,1	44,8*

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

заметно превышал установленный для плодов голубики высокорослой [13, 14], что, на наш взгляд, обусловлено существенно более высоким содержанием в них антициановых пигментов, являющихся основными источниками данной активности. При этом результаты повариконного определения ее общего уровня выявили более высокие значения данного показателя у сорта Камчадалка, нежели у сорта Ленинградский Великан, при соответствующих диапазонах его варьирования при 30-минутной экспозиции – 131,0-171,1 и 131,3-156,6 мкмоль - экв тролокса /г сухого вещества.

Вместе с тем аналогичные диапазоны изменения в рамках эксперимента активности ферментов пероксидазы и особенно полифенолоксидазы в плодах жимолости, приведенные в табл. 2, охватывали области более низких, а для каталазы – более высоких, чем у голубики высокорослой, значений. При этом по активности всех исследуемых оксидаз сорт Ленинградский Великан заметно уступал сорту Камчадалка. Для сравнения покажем, что диапазоны варьирования у них активности КАТ составляли 5,86-24,50 и 3,07-18,60 мкмоль $H_2O_2/(г\cdot мин.)$, ПО – 1,87-3,15 и 1,27-4,17 ед. опт. плотн. / (г·мин.), ПФО – 51,8-83,6 и 25,0-52,6 ед. опт. плотн. / (г·мин.) соответственно.

Столь широкие диапазоны варьирования характеристик антиоксидантного комплекса плодов опытных растений свидетельствовали о существенном влиянии на них испытываемых агроприемов, наиболее объективное представление о котором можно составить на основании табл. 3. Из нее следует, что внесение удобрений способствовало повышению общего уровня антиоксидантной активности в плодах опытных объектов на 6-19%, по сравнению с контролем. Наиболее выраженные позитивные изменения

данного показателя у обоих сортов жимолости установлены при использовании Гидрогумата, причем для сорта Камчадалка весьма эффективным в этом плане было также применение НаноплANTA, для сорта Ленинградский Великан – Экосила. Наименьшая антиоксидантная активность плодов у второго таксона выявлена при внесении $N_{16}P_{16}K_{16}$, тогда как у первого в этом случае наблюдалось даже ее снижение на 10% относительно контроля.

Все испытываемые агроприемы в основном способствовали существенному повышению уровня активности окислительно-восстановительных ферментов, особенно каталазы, в плодах жимолости, причем относительные размеры позитивных изменений данного показателя, по сравнению с контролем, у сорта Ленинградский Великан существенно превышали таковые у сорта Камчадалка. Так, диапазоны варьирования активности КАТ повариконных расхождений с контролем у них составляли 98-506% и 45-303% соответственно при наибольшей выразительности у обоих таксонов при обработках Наноплантом. При этом у первого из них весьма значительное увеличение активности данного ферmenta отмечено также при внесении Гидрогумата, тогда как наименьшее – при обработках Экосилом. У сорта Камчадалка наблюдалась другая картина – отсутствие достоверных изменений уровня активности КАТ при использовании Гидрогумата при соизмеримости степени влияния на него полного минерального удобрения и Экосила.

На фоне применяемых агроприемов в плодах жимолости съедобной была установлена также весьма существенная активизация фермента пероксидазы с превышением контрольных значений на 9-69% у сорта Камчадалка и на 53-228% у сорта Ленинградский Великан с наибольшими

Физиология и биохимия

Таблица 2. Усредненные показатели активности окислительно-восстановительных ферментов в плодах модельных сортов *Lonicera edulis* в вариантах полевого опыта (в сухом веществе)

Вариант опыта	Активность каталазы, мкмоль $H_2O_2/(г\cdot мин.)$		Активность ПО, ед. опт. плотн. / (г·мин.)		Активность ПФО, ед. опт. плотн. / (г·мин.)	
	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>
Сорт Камчадалка						
Контроль	6,08±0,11		1,87±0,01		83,6±2,0	
$N_{16}P_{16}K_{16}$	8,84±0,17	14,0*	2,03±0,02	7,7*	81,3±1,3	-1,0
Наноплант	24,50±0,10	125,6*	2,65±0,01	47,8*	72,5±1,1	-5,0*
Гидрогумат	5,86±0,09	-1,5	3,15±0,01	99,1*	51,9±0,4	-15,7*
Экосил	9,03±0,10	20,1*	2,82±0,01	58,2*	51,8±0,2	-16,0*
Сорт Ленинградский Великан						
Контроль	3,07±0,09		1,27±0,01		36,0±1,0	
$N_{16}P_{16}K_{16}$	6,90±0,10	28,5*	1,94±0,01	82,1*	42,5±1,1	4,6*
Наноплант	18,60±0,10	115,4*	2,62±0,01	165,3*	37,8±0,1	1,9
Гидрогумат	10,63±0,17	39,8*	4,17±0,01	224,6*	25,0±0,4	-10,6*
Экосил	6,08±0,10	22,3*	3,64±0,01	290,3*	52,6±0,6	14,4*

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

различиями при применении Гидрогумата и наименьши- ми при внесении $N_{16}P_{16}K_{16}$ (см.табл. 2). При этом усиление активности полифенолоксидазы было показано лишь в единичных случаях у сорта Ленинградский Великан (при использовании $N_{16}P_{16}K_{16}$ и Экосила). На фоне внесения Гидрогумата наблюдалось снижение активности данного фермента более чем на 30% при отсутствии достоверных

изменений при обработках Наноплантом. Применяемые агроприемы (за исключением $N_{16}P_{16}K_{16}$) оказали заметное ингибирующее действие на активность ПФО в плодах сорта Камчадалка, на что указывало снижение ее уровня на 13-38%, по сравнению с контролем, при сходных размерах данного снижения при применении Гидрогумата и Экосила.

Таблица 3. Относительные различия показателей вариантов полевого опыта с применением удобрений по характеристикам антиоксидантного комплекса плодов модельных сортов *Lonicera edulis*, по сравнению с контролем %

Показатель	Вариант опыта			
	$N_{16}P_{16}K_{16}$	Наноплант	Гидрогумат	Экосил
Сорт Камчадалка				
АОА (ДФПГ) ч/з 30 мин	-10,3	+15,7	+17,1	+6,7
Активность КАТ	+45,4	+303,0	-	+48,5
Активность ПО	+8,6	+41,7	+68,5	+50,8
Активность ПФО	-	-13,3	-37,9	-38,0
Совокупный эффект	+54,0	+331,4	+30,6	+61,3
Сорт Ленинградский Великан				
АОА (ДФПГ) ч/з 30 мин	+5,6	+9,7	+19,3	+14,2
Активность КАТ	+124,8	+505,9	+246,3	+98,0
Активность ПО	+52,8	+106,3	+228,3	+186,6
Активность ПФО	+18,1	-	-30,6	+46,1
Совокупный эффект	+195,7	+612,2	+444,0	+330,7

Примечание: * - Суммарный показатель активности КАТ, ПО и ПФО. Прочерк (-) означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p<0,05$

Физиология и биохимия

Как видим, в степени восприимчивости ферментного комплекса плодов жимолости съедобной к применяемым агроприемам были выявлены отчетливые различия, интегральное представление о которых можно составить по совокупности отклонений от контроля (с учетом их знака) активности трех исследуемых ферментов окислительно-восстановительного цикла в вариантах опыта с применением минеральных и органических удобрений. Как следует из табл. 2, все применяемые агроприемы способствовали повышению общего уровня ферментативной активности плодов жимолости съедобной на 31-612%, минимальному при обработках Наноплантом и максимальному при внесении Гидрогумата, причем у сорта Ленинградский Великан его размеры превосходили таковые у сорта Камчадалка в 1,8 - 14,5 раза.

Заключение. В результате сравнительного исследования влияния минеральных и органических удобрений – N16P16K16, Нанопланта, Гидрогумата и Экосила на состояние антиоксидантного комплекса плодов сортов Камчадалка и Ленинградский Великан жимолости съедобной установлена существенная зависимость изменения уровня их антиоксидантной и ферментативной активности от вида удобрений и генотипа растений. Усиление минерального питания способствовало повышению уровня АОА до 19%, наиболее значительному при использовании Гидрогумата. Выявлен отчетливый антагонизм в изменении активности ПО и КАТ, с одной стороны, и ПФО, с другой, по сравнению с контролем, проявившийся в синхронном ее увеличении у первой пары ферментов до 69 и 303% у сорта Камчадалка и до 228 и 506% у сорта Ленинградский Великан на фоне преимущественного снижения активности ПФО на 13-38% при наиболее выраженном проявлении обозначенных эффектов при использовании Нанопланта и Гидрогумата преимущественно у первого таксона. При этом испытываемые агроприемы обусловливали повышение, по сравнению с контролем, общего уровня окислазной активности плодов на 31-331% у первого таксона и на 196-612% у второго при наибольшей результативности использования Нанопланта и наименьшей внесения полного минерального удобрения.

Список литературы

1. Рубин, Б. А., Будилова Е.В. Об изоферментах пероксидазы в клубнях картофеля // Докл. АН СССР. 1970. Т.190, № 3. С. 722–724.
2. Медведев, С. С. Физиология растений. СПб: Изд-во СПб. ун-та. 2004. 336 с.
3. Меньшикова, Е. Б., Зенков Н.К. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов // Успехи совр. биологии. 1993. Т. 113, № 4. С.442–455.
4. Биохимический состав плодов малораспространенных культур садоводства в Беларусь. Минск: Беларусь. наука. 2014. 315 с.
5. Шабанов, А. А. Биоорганические препараты Гидрогумат и Экосил – полезные компоненты в органическом земледелии [Электронный ресурс] Режим доступа.

- <https://ecosil.by/a27989-ekologicheskoe-zemledelie-rostoregulatory.html>. Дата доступа: 05.02.2019.
6. Томсон А.Э., Наумова Г. В. Торф и продукты его переработки. Минск: Беларусь. наука, 2009. 328 с.
 7. Наноплант – белорусский «эликсир урожайности» // Белор. сельск. хоз-во. 2017. № 3 (155). С. 3–5.
 8. Антиоксидантная и антирадикальная активность *in vitro* экстрактов травы *Sanguisorba officinalis* L., собранной в различные фазы развития // Медицина в Кузбассе. 2017. Т. 16, № 2. С. 32–38.
 9. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and the ethanol extract of *Cleistocalyx* (Roxb.) Merr and Perry buds // Food and chemical toxicology. 2008. Vol. 46. № 12. P. 3632–3639.
 10. Физиологические и биохимические методы анализа растений. Калининград, 2000. 59 с.
 11. Кинетические, биохимические и биологические методы анализа. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине специализации «Кинетические, биохимические и биологические методы анализа» для студентов специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» / Курганский гос. ун-т, каф. «Физическая и прикладная химия», 2016. 30 с.
 12. Воскресенская О.Л. Большой практикум по биоэкологии. Йошкар-Ола, Мар. гос. ун-т, 2006. Ч.1. 107 с.
 13. Макаревич, А.М. Антиоксидантная активность плодов *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium uliginosum* L. // Доклады НАН Беларусь. 2011. Т.55, № 5. С. 76–80.
 14. Рупасова, Ж. А. Влияние минеральных и микробных удобрений на антиоксидантную и ферментативную активность плодов голубики на рекультивируемом участке выработанного торфяника // Природопользование. 2019. № 2. С.229–240.

References

1. Rubin B. A., Budilova E. V. Ob izofermentah peroksidazy v klubnyah kartofelya [About peroxidase isoenzymes in potato tubers] // Doklady Akademii nauk SSSR [Doklady Academy of Sciences of USSR]. 1970. Vol. 190, N. 3. Pp. 722–724.
2. Medvedev S. S. Fiziologiya rastenij: Uchebnik [Plant Physiology: A Textbook]. SPb: Izd-vo SPb. un-ta [Publ. SPb. State Univ.]. 2004. 336 p.
3. Menshikova E. B., Zenkov N. K. Antioksidanty i inhibitory radikal'nyh okislitel'nyh processov [Antioxidants and radical oxidation inhibitors] // Uspekhi sovremennoj biologii [Successes of modern times biology]. 1993. Vol. 113, No. 4. Pp.442–455.
4. Rupasova Zh. A., Garanovich I.M., Shpitalnaya T. V., et al. Biohimicheskij sostav plodov malorasprostranennyh kul'tur sadovodstva v Belarusi [Biochemical composition of fruits of low-growing horticultural crops in Belarus]. Minsk : Publishing House “Belarussian Science”. 2004. 314 p.
5. Shabanov, A. A. Bioorganicheskie preparaty Gidrogumat i Ekosil – poleznye komponenty v organicheskem zemledelii [Bioorganic preparations Hydrohumate and Ecosil

Физиология и биохимия

- useful components in organic farming]. Available at: <https://ecosil.by/a27989-ekologicheskoe-zemledelie-rostoregulatory.html>. (Accessed 05 February 2019).

6. Tomson A. E., Naumova G. V. Torf i produkty ego pererabotki [Peat and products of its processing]. Minsk : Publishing House "Belarussian Science". 2009. 328 p.

7. Azizbekyan S., Domash V., Bruj I., Stepuro M. Nanoplant – belorusskij «elixir urozhajnosti» [Nanoplant – Belarusian "elixir of productivity"]. Belorusskoe sel'skoe hozyajstvo [Belarusian Agriculture]. 2017. N. 3 (155). Pp. 3–5.

8. Malceva E. M., Egorova N. O., Egorova I. N., Mukhamadiarov R. A. Antioxidantnaya i antiradikal'naya aktivnost' in vitro ekstraktov travy Sanguisorba officinalis L., sobrannoj v razlichnye fazy razvitiya [Antioxidant and antiradical activity in vitro of herb extracts of Sanguisorba officinalis L., gathered in various development stages] // Medicina v Kuzbasse [Medicine in the Kuzbass]. 2017. Vol. 16, N 2. Pp. 32–38.

9. Bajpai Vivek K., Dung Nguyen Thi, Suh Hwa-Jin, Kang Sun Chul Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and the ethanol extract of *Cleistocalyx* (Roxb.) Merr and Perry buds // Food and chemical toxicology. 2008. Vol. 46, N 12. Pp. 3632–3639.

10. Fiziologicheskie i biohimicheskie metody analiza rastenij: Praktikum [Physiological and biochemical methods of plant analysis: Workshop]. Kaliningrad University, 2000. 59 p.

11. Kinetichekie, biohimicheskie i biologicheskie metody analiza. Metodicheskie ukazaniya k vypolneniyu

laboratornyh rabot po discipline specializacii «Kinetichekie, biohimicheskie i biologicheskie metody analiza» dlya studentov special'nosti 04.05.01 «Fundamental'naya i priklad'naya himiya» [Kinetic, biochemical and biological methods of analysis. Methodological guidelines for laboratory work in the discipline of specialization "Kinetic, biochemical and biological methods of analysis" for students of 04.05.01 specialty "Fundamental and applied chemistry"]. Kurgan State University, 2016. 30 p.

12. Voskresenskaya O. L., Alyabyshova E. A., Polovnikova M. G. Bol'shoj praktikum po bioekologii. [A large workshop on bioecology]. Yoshkar-Ola: Mar. State Univ., 2006. Part 1. 107 p.

13. Makarevich A. M., Reshetnikov V. N. Antioxidantnaya aktivnost' plodov *Vaccinium corymbosum* L. i *Vaccinium uliginosum* L. [Antioxidant activity of fruits *Vaccinium corymbosum* L. and *Vaccinium uliginosum* L.] // Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi [Doklady National Academy of Sciences of Belarus]. 2011. Vol. 55. N. 5. Pp. 76–80.

14. Rupasova Zh. A., Yakovlev A. P., Yaroshuk A. A., et al. Vliyanie mineral'nyh i mikrobnih udobrenij na antioksidantnyu i fermentativnuyu aktivnost' plodov golubiki na rekul'tivuemom uchastke vyrabotannogo torfyanika [The effect of mineral and microbial fertilizers on the antioxidant and enzymatic activity of blueberry fruits in the recultivated area of developed peat bog] // Prirodopol'zovanie [Nature Management]. 2019. N. 2. Pp. 229–240.

Информация об авторах

Рупасова Жанна Александровна, член-корр. НАН Беларусь, 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

Савосько Ирина Валерьевна, н.с.

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

Шпитальная Тамара Васильевна, канд. биол. наук, зав. лабораторией

Гаранович Игорь Михайлович, канд. биол. наук, вед. н.с.

Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад НАН Беларусь»

220012, Республика Беларусь, Минск, ул. Сурганова, 2в

Домаш Валентина Иосифовна, д-р биол. наук, гл. н.с.

Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларусь»

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

Азизбекян Сергей Гургенович, ст. н. с.

Государственное научное учреждение «Институт физико-органической химии НАН Беларусь»

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

Лиштван Иван Иванович, академик НАН Беларусь, д-р техн. наук, проф., гл. н.с.

Государственное научное учреждение «Институт природопользования НАН Беларусь»

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

Savosko Irina Valeryevna, Junior Researcher

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

Shpitalnaya Tamara Vasilevna, Cand. Sci. Biol., Head of Department

Garanovich Igor Mikhailovich, Cand. Sci. Biol., Assoc. Prof., Leading Researcher

The State Scientific Institution «The Central Botanical Garden of the National Academy of Science of Belarus»

220012, Republic of Belarus, Minsk, Sурганова str., 2v

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

The 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 Gургенович, Senior Researcher, Head of Group

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

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

Lishvan Ivan Ivanovich, Academician of National Academy of Sciences of Belarus, Dr. Sci. Tech., Professor, Chief Researcher

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

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

Karbanovich Tatyana Mikhaiловна, Cand. Sci. Biol., Deputy Head of the General Directorate 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

Физиология и биохимия

О.Е. Воронина

канд. с.-х. наук, н.с.

E-mail: olgvoron@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное

учреждение науки

Главный ботанический сад им Н.В. Ццина

РАН, Москва

Физиологические показатели уровня адаптации *Tamarix* коллекции флоры Средней Азии ГБС РАН

Изучена динамика продукционных показателей трех видов *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Tamarix litvinovii* Gorschk., *Tamarix hohenackeri* Bunge. В схему четырехлетнего исследования входило изучение: ростовых процессов, накопления пигментов в течение вегетационного периода; определение жизнеспособности семенного потомства. Для сравнения исследуемых параметров были использованы данные 2017 и 2018 годов, как наиболее контрастных, по погодным условиям. Представленные результаты мониторинга физиологических показателей прижизненного состояния растений с высокой степенью достоверности позволили оценить уровень адаптации и пластичности каждого вида *Tamarix*, произрастающих на экспозиции флоры Средней Азии ГБС РАН. Наибольшей пластичностью обладает *Tamarix hohenackeri* Bunge. Далее, в порядке убывания, *Tamarix ramosissima* Ledeb. и *Tamarix litvinovii* Gorschk. Все три вида относятся к среднему уровню адаптации, т.е. не являются инвазионными для средней полосы России.

Ключевые слова: *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Tamarix litvinovii* Gorschk., *Tamarix hohenackeri* Bunge, интродукция, адаптация, продукционные показатели, биометрические показатели, фотосинтез, хлорофилл, климат, инвазии.

О.Е. Воронина

Cand. Sci. Agric., Researcher

E-mail: olgvoron@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science
Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

Physiological indicators of the level of adaptation of the *Tamarix* collection of flora of Central Asia GBS RAS

Studied the dynamics of production indicators of three types *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Tamarix litvinovii* Gorschk., *Tamarix hohenackeri* Bunge. The four-year study included a study of: growth processes, pigment accumulation during the growing season; determination of the viability of seed offspring. To compare the studied parameters, 2017 and 2018 were taken as the most contrasting climatic conditions. The presented monitoring data on the physiological indicators of the intravital state of plants with a high degree of reliability made it possible to assess the level of adaptation and plasticity of each *Tamarix* species growing in the of flora collection Central Asia N. V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS. *Tamarix hohenackeri* Bunge. has the most ductility. Next, in descending order, *Tamarix ramosissima* Ledeb. and *Tamarix litvinovii* Gorschk. all three species belong to the middle level of adaptation - are not invasive for Central Russia.

Keywords: *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Tamarix litvinovii* Gorschk., *Tamarix hohenackeri* Bunge, introduction, adaptation, production indicators, biometric indicators, photosynthesis, chlorophyll, climate, invasive species.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1053

Основной целью ботанических садов является сохранение биоразнообразия природной и культурной флоры, выявление наиболее устойчивых и неагрессивных природных видов, введение в культуру наиболее ценных ди-корастущих растений [1].

Коллекции растений лаборатории природной флоры Главного ботанического сада Российской академии наук представленные на экспозициях открытого грунта, наиболее полно представляют растительный мир пяти основных ботанико-географических зон бывшего СССР – флоры Европы, Сибири, Дальнего Востока, Кавказа и Средней Азии. Стратегия создания экспозиции базировалась на основополагающем принципе – эколого-историческом, сформулированном М.В. Культиасовым [1], который включает тщательный подбор растений и создание условий для

их произрастания в искусственных фитоценозах. Адаптация растений оценивалась по эколого-фитоценотическим критериям, сформулированным Н.В. Трулевич [2], включающим длительность произрастания интродуцентов в коллекции, ритмы фенологического развития и устойчивость к климатическим условиям.

Разработка физиолого-фитоценотических критерий адаптации растений к новым условиям произрастания позволит выявить наиболее пластичные виды, подобрать пути обогащения обедненных естественных и искусственных фитоценозов [1- 3].

Цель исследования состояла в проведении оценки уровня адаптации и пластичности трех видов *Tamarix*.

Задачи включали регистрацию динамики продукционных показателей растений: ростовых процессов;

Физиология и биохимия

накопления пигментов; определение жизнеспособности семенного потомства и оценку достоверности различий между средними значениями исследуемых параметров.

Объекты и методы исследования

Для проведения эксперимента были отобраны три вида: *Tamarix ramosissima* Ledeb, *Tamarix litvinovii* Gorschk, *Tamarix hohenackeri* Bunge., соответствующие эколого – фитоценотические критериям адаптации растений [2]. Членки гребенщиков были получены из Ботанического сада г. Ташкента более 60 лет назад и высажены на экспозицию флоры пустынных сообществ Средней Азии, представителей тугаев. Представленные виды адаптированы к условиям пустынь - полупустынь – свето-, влаго- и теплолюбивы, жароустойчивы и морозостойки [4]. Условия произрастания гребенщиков на территории ГБС РАН (Москва) являются климатически контрастными: короткий вегетационный период, ранние заморозки без снега, низкая освещенность (высокая облачность), т.е. может быть близки к естественному ареалу или быть стрессом для растений.

Наблюдения и измерения исследуемых параметров трех видов гребенщика проводили в течение 4-х лет (2015 – 2018 гг.). Метеорологические условия вегетационного периода 2015 и 2016 гг. были примерно одинаковы: $T = +27.1^{\circ}\text{C}$; $W = 69\%$; осадки – 50.8 мм.

2017 г. был наиболее неблагоприятным для роста и развития растений: низкая освещенность – не более 72 % от нормы, влажность – 185 %, осадки – 120 %, температура на 10 - 12°С ниже климатической нормы.

2018 г. - был близок к естественным условиям произрастания *Tamarix* – солнечных дней – 98 %, влажность – 56 %, средняя температура – 30 – 32° С. Климатические данные вегетационного периода взяты из официальных источников Росгидромета для ВДНХ, Москва и усреднены за сезон [5, 6]. Данные 2018 г. были приняты за контроль.

T. ramosissima – на основании эколого-фитоценотических критериев считается наиболее устойчивым среди исследуемых видов - практически не обмерзает, цветет два раза за сезон и образует семена после первого цветения. Обмерзание верхней части многолетних осей побегов происходит при неблагоприятных погодных условиях осени и зимы.

T. litvinovii – самое крупное растение из трех представленных на экспозиции видов, считается устойчивым, цветет на побегах второго года, очень декоративен, дает семенное потомство.

Оба вышеуказанных гребенщика обмерзают до высоты почвенного покрова только при резком похолодании осенью - заморозках ниже -1.0°C и в суровые зимы – ниже -25°C .

T. hohenackeri - считается не устойчивым среди представленных видов, т.к. ежегодно обмерзает до поверхности почвы, однако полностью восстанавливается за весенне – летне - осенний период. В период вегетации растение два раза цветет и после первого цветения дает семенное потомство.

Биометрические показатели [7] роста и развития растений измеряли традиционным методом в течение всего вегетационного периода, каждые 3-7 дней ($n \geq 25$).

Накопление хлорофилла ($a+b$) измеряли каждые 3-7 дней, на спектрофотометре SPEKOL 11 (Karl Zeiss Jena, GDR); ($n=5$) [8]. Для контроля достоверности полученных данных содержания хлорофилла было проведено сравнение сырой и сухой массы растений. Навеску растительного материала (250мг) каждого образца (вида растения) на 24 часа помещали в сушильный шкаф при $t = 105^{\circ}\text{C}$, после высушивания сухой вес каждого образца составил 142.3 ± 0.4 мг.

Необходимо отметить, что семена *Tamarix* имеют всхожесть не более 2 недель после сбора. В связи с этим, посев проводили на 7-е сутки после сбора семян. Определение жизнеспособности семенного потомства проводили стандартным способом: на фильтровальной бумаге в чашках Петри по 100 семян в 3-х повторностях, при $t = 25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $W = 85\%$. В течение 21 суток вели подсчет проросших семян.

Статистическая обработка результатов 5-10 биологических повторностей каждого опыта была проведена по t -критерию Стьюдента [7]. Расчет показал на 1-% уровне значимости достоверность различий.

Результаты и обсуждение

Для сравнения пластичности и оценки уровня адаптации по физиологическим показателям каждого исследуемого объекта были взяты наиболее контрастные 2017 и 2018 гг.

В первых числах октября 2016 г. температура воздуха на территории произрастания *T. litvinovii*, *T. ramosissima* и *T. hohenackeri*, (ГБС РАН) опустилась ниже критических отметок для этого периода ($-10-12^{\circ}\text{C}$), снежный покров отсутствовал, что привело к полному обмерзанию многолетних осей побега до уровня почвенного покрова у всех исследуемых растений. Весной 2017 г. фиксировали отрастание новых побегов у трех видов гребенщика.

Представленные данные (табл.1) наглядно демонстрируют зависимость роста и развития растений от климатических условий. В благоприятные 2015-16 гг. в среднем за сезон прирост многолетней оси побега *T. litvinovii* и *T. ramosissima* составил 1.4 ± 0.4 см соответственно. *T. hohenackeri*, ежегодно обмерзающий до высоты почвенного покрова, отрастал от 0 до 170 ± 7.9 см. Согласно данным, представленным в таблице 1, у *T. hohenackeri* в 2017 г. средняя длина побега за сезон была ниже обычной на 20 ± 4 см. При этом были зарегистрированы все фенологические фазы, включая два цветения, но семена не были полностью сформированы. У двух других представителей данного рода длина средняя длина побега того же года была выше по сравнению с 2015-16 гг.: *T. litvinovii* – на 23.5 ± 6.1 см. *T. ramosissima* – 26.2 ± 7.5 см. Однако прирост побегов был неравномерным. У них была зафиксирована некоторая задержка в росте и развитии, однако все фазы фенологического развития присутствовали у *T.*

Физиология и биохимия

Таблица 1. Средняя длина многолетней оси побега *Tamalx* к концу вегетационного периода

Дата измерений, год	<i>T. litvinovii</i> (длина побега, см)	<i>T. ramosissima</i> (длина побега, см)	<i>T. hohenackeri*</i> (длина побега, см)
2015	147.6±5.6	159.0±9.3	165.7±4.9
2016	148.8±6.4	163.0±7.5	171.8±7.0
2017**	171.5±7.1	187.2±6.7	145.5±8.3
2018	203.1±10.2	189.5±9.0	161.0±7.5

*ежегодно обмерзает, отрастание от высоты почвенного покрова.

**2017 г – все три вида обмерзли до высоты почвенного покрова, неблагоприятный вегетационный период (освещенность на 28% ниже средней за сезон; влажность составила 198 % за сезон; температура воздуха была ниже климатической нормы на 10-12°C [5]).

ramosissima (семена не были полностью сформированы). Не было отмечено цветения *T. litvinovii*, т.к. он цветет на побегах второго года.

Сравнение данных прироста многолетней оси побега исследуемых растений, оцененное в процентах от контроля (Табл. 2), показало различие в датах максимального прироста с начала вегетации, а так же отличия в динамике прироста и развития каждого из трех видов.

Достоверность различий длины и прироста побега между *T. litvinovii* и *T. ramosissima* составила $t_{\phi}(2.26) > t_{sd}(2.05)$ ($P \leq 0.05$); между - *T. litvinovii* и *T. hohenackeri* $t_{\phi}(7.9) > t_{sd}(3.67)$ ($P \leq 0.001$); между - *T. ramosissima* и *T. hohenackeri* $t_{\phi}(4.57) > t_{sd}(3.67)$ ($P \leq 0.001$).

Результаты мониторинга ростовых процессов были подтверждены динамикой накопления пигментов у исследуемых растений.

Таблица 2. Прирост многолетней оси побега тамарикаса (вегетационный период 2017 г.)

Дата измерения	Прирост, %		
	<i>T. litvinovii</i> (см)	<i>T. ramosissima</i> (см)	<i>T. hohenackeri</i> , (см)
08 мая	0	0	0
13 июня	16.0±0.3	35.6±0.3	9.0±0.2
21 июня	44.4±0.4	16.5±0.2	38.1±0.6
29 июня	46.9±0.4	48.7±0.5	25.5±0.5
06 июля	14.3±0.2	20.1±0.4	22.98±0.5
12 июля	20.5±0.3	18.8±0.4	17.2±0.3
19 июля	23.0±0.3	22.9±0.3	27.8±0.3
27 июля	13.6±0.2	17.2±0.2	15.5±0.2
03 августа	14.8±0.3	17.2±0.3	15.5±0.2
10августа	12.7±0.2	9.98±0.05	15.98±0.2
17августа	14.2±0.3	7.2±0.1	14.2±0.1
23 августа	0.95±0.05	2.4±0.03	4.3±0.1
28 августа	2.9±0.1	6.6±0.1	9.0±0.1

Физиология и биохимия

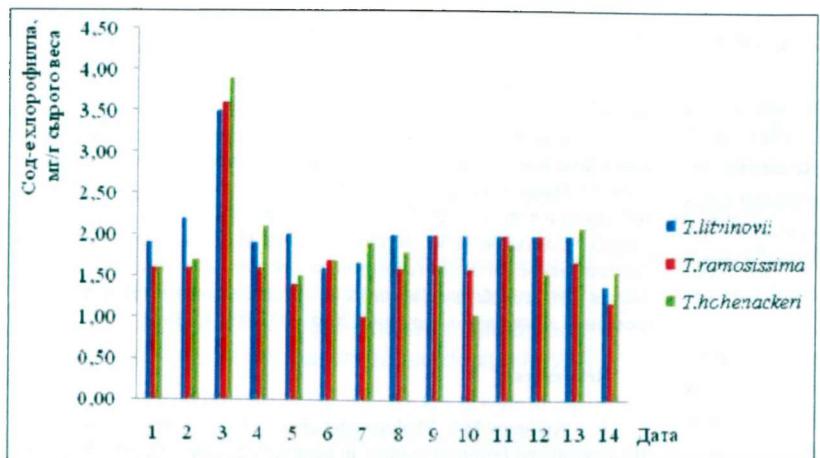


Рис. 1. Динамика накопления суммы хлорофиллов (а+б) *Tamarix litvinovii* Gorschk., *T. ramosissima* Ledeb., *T. hohenackeri* Bunge за вегетационный период 2018 г. (даты - 1- 31.05; 2- 04.06; 3- 06.06; 4- 09.06; 5- 13.06; 6- 19.06; 7- 28.06; 8- 03.07; 9- 11.07; 10- 06.08; 11- 08.08; 12- 21.08; 13- 06.09; 14- 12.09)

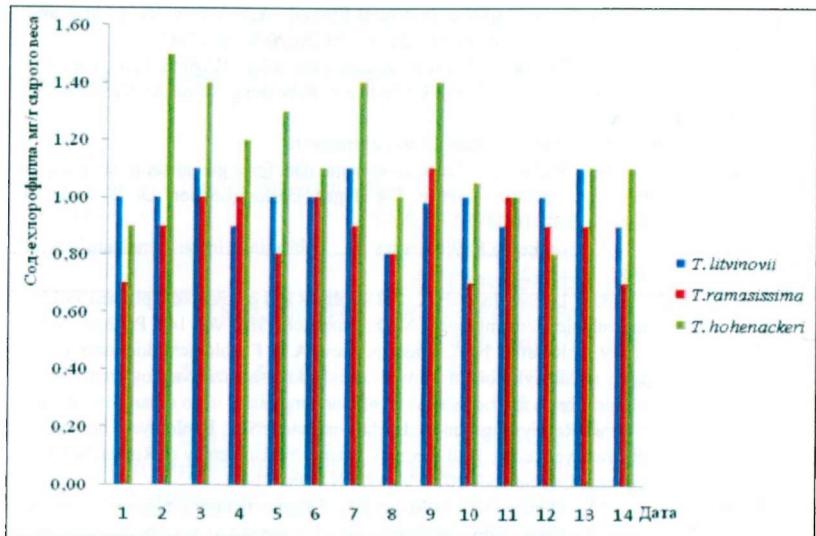


Рис. 2. Динамика накопления суммы хлорофиллов (а+б) *Tamarix litvinovii* Gorschk., *T. ramosissima* Ledeb., *T. hohenackeri* Bunge за вегетационный период 2017 г. (даты - 1-14.06, 2-15.06, 3- 21.06, 4- 29.06, 5- 06.07, 6- 12.07, 7- 19.07, 8- 27.07, 9- 03.08, 10- 10.08, 11- 17.08, 12- 23.08, 13- 28.08)

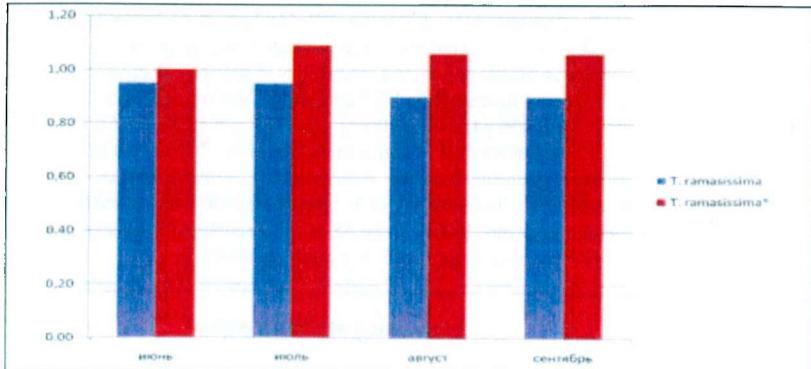


Рис. 3. Содержание фотосинтетических пигментов в листовых кистях *T. ramosissima* Ledeb., произрастающих на территории Ботанического сада РАН и в естественных условиях заповедника «Тигровая балка» [12]

Известно, что содержание пигментов в листьях у разных видов растений генетически обусловлено и зависит от условий произрастания [8,9]. Основной максимум накопления фотосинтетических пигментов приходится на начало вегетации в фазу полного развития листа и зависит от климатических факторов [10]. При благоприятных погодных условиях (ранняя теплая весна, равномерное распределение ночных и дневных температур, жаркое лето, в нашем случае, весна 2018 г) [11, 12] максимум накопления пигментов у всех трех видов *Tamarix* приходился на 6 июня (рис. 1).

В неблагоприятных погодных условиях начала вегетации 2017 г., приводили к сдвигу максимум накопления суммы хлорофиллов у *T. ramosissima* и *T. litvinovii* на 15 дней. И только у *T. hohenackeri* сдвиг максимума составил 6 дней (Рис.1,2). Важно отметить, что содержание суммы хлорофиллов в течение всего вегетационного периода 2017 года у *T. hohenackeri* было выше, чем у *T. litvinovii*, а наименьшее у *T. ramosissima* (Рис. 2).

Представленные данные (Рис.1) наглядно демонстрируют четыре максимума накопления пигментов, которые по датам совпадают с фазами фенологического развития растений. Первый основной максимум 2018 г – 06 июня – появление настоящего листа, далее – 11 июля – перед началом первого цветения, третий – 08 августа – созревания семян и подготовка ко второму цветению, четвертый – 06 сентября – начало отмирания листьев, подготовка к концу вегетации. Те же четыре максимума с некоторым сдвигом на более поздние сроки прослеживаются на Рис. 2. Важно отметить, что начиная с июля даты максимумов у всех трех видов, даже при неблагоприятных погодных условиях, приближаются к контролю (2017 г.).

Достоверные межвидовые различия по содержанию пигментов были получены между *T. ramosissima* и *T. hohenackeri* $t_{\phi}(3,38) > t_{sl}(2,05)$, ($P \leq 0,01$).

Подтверждением высокой степени пластиности биологической системы исследуемых растений и уровня их адаптации является сравнение данных содержания суммы хлорофиллов интродуцированных видов *Tamarix* и природных аналогов, произрастающих в заповеднике «Тигровая балка» (Рис. 3). Незначительные

Физиология и биохимия

различия в содержании исследуемого пигмента дает основание полагать, что растения полностью приспособились к новым условиям произрастания.

Наши предположения о наибольшей устойчивости и пластичности механизмов адаптации *T. hohenackeri* и *T. ramosissima* были подтверждены проверкой всхожести семенного потомства. Семена собраны после первого цветения 2018 г. Из них ерез 7 дней проросло 25%, на 14–21 сутки – всхожесть составила $60 \pm 5\%$. *T. litvinovii*, цветущий на побегах второго года, в 2018 г. Семенного потомства не дал и слабо зацвел только в 2019 г.

Таким образом, представленные данные мониторинга физиологических показателей прижизненного состояния растений с высокой степенью достоверности позволили оценить уровень адаптации и пластичности каждого вида *Tamarix*, произрастающих на экспозиции флоры Средней Азии ГБС РАН. Используя физиолого-фитоценотические критерии, можно сделать вывод, что высоким уровнем адаптации обладает *Tamarix hohenackeri* Bunge. Далее, в порядке убывания, *Tamarix ramosissima* Ledeb. И *Tamarix litvinovii* Gorschk. Все три вида относятся к среднему уровню адаптации – являются устойчивыми, но не инвазионными для средней полосы России.

Автор выражает благодарность куратору экспозиции флоры Средней Азии ГБС РАН, научному сотруднику Ирине Вадимовне Павловой, за предоставленную возможность использования образцов.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ГБС РАН по теме № 118021490111-5.

Список литературы

1. Культинсов М.В. Эколого-исторический метод в интродукции растений // Бюл. Гл. ботан. сада. 1953. Вып. 15. С. 24-39.
2. Трулевич Н.В. Эколого - фитоценотические основы интродукции растений . М.: Наука, 1991. 215с.
3. Воронина О.Е. Показатели качества интродукции трех видов *Tamarix* в средней полосе России // Вестник Самарского гос. ун-та. 2018. Т. 20, № 5. С. 37-42.
4. Русанов Р.Ф. Среднеазиатские тамарицы . Ташкент: Из-во АН УзССР, 1949.
5. Сайт: <https://www.gismeteo.ru>
6. Muller M.J. Selected climatic data for a global set of standard stations for vegetation science. The Hague, Boston, London: Dr. W. Junk Publishers, 1982. 143 p.
7. Ларкин Г.Ф. Биометрия . М. Высшая школа, 1980. с.100-271.
8. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes // Meth. Enzymol. 1987. Vol. 148. Pp. 350–382.
9. Кутафина Н.В., Краснопивцева А.Н. Физиологические основы адаптации растительных организмов в условиях урбанизированной среды // Вестник Российской ун-та дружбы народов. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017. Т. 25, № 1. С. 21—28.
10. Дымова О.В., Головко Т.К. Фотосинтетические пигменты в растениях природной флоры таежной зоны европейского северо-востока России // Физиология растений. 2019. Т.66, № 3. С. 198-206.
11. Вознесенский В.Л. Фотосинтез пустынных растений. Л.: Наука, 1977. 256 с.
12. Аникьева Э.Н., Федоряка Н.И., Аникьев А.А. Динамика фотосинтетической активности и продуктивности земляники различных сортов. М. Из-во Университета им. В.И. Вернадского. Вопросы современной науки и практики. 2007. Т. 2, № 4 (10). С.61-73.
13. Давлатова Д.М., Ниязмухамедова М.Б., Раҳимов М.М. Фотосинтетические пигменты галофитов заповедника «Тигровая балка» // Известия АН Республики Таджикистан. Отд. биологических и медицинских наук. Физиология растений. 2015. №1 (189). С.40-45.

References

1. Kultinasov M.V. Ekologo-istoricheskiy metod v introduktsii rasteniy. [Ecological and historical method in plant introduction]. Byul.Gl.botan.sada [Bul. Main Botani. Garden]. 1953. Is. 15. Pp. 24-39.
2. Trulevich N.V. Ekologo - fitosnetoticheskie osnovy introduktsii rasteniy. [Ecological-phytogenetic basis of plant introduction]. M.: Nauka, [Moscow: Publishing House «Science»], 1991. 216 p.
3. Voronina O.E. Показатели качества интродукции трех видов *Tamarix* в средней полосе России. [Quality indicators for the introduction of three *Tamarix* species in central Russia]. Vestnik Samarskogo gos. un-ta. [Herald Samara University]. 2018. Vol. 20, № 5. Pp. 37-42.
4. Rusanov R.F. Sredneaziatskie tamariksy. [Central Asian tamarixes]. Tashkent: Iz-vo AN UzSSR. [Tashkent: Publishing House AS UzSSR], 1949. Pp. 12-17.
5. Web site: <https://www.gismeteo.ru>
6. Muller M.J. Selected climatic data for a global set of standard stations for vegetation science. The Hague. Boston. London: Dr. W. Junk Publishers. 1982. 143 p.
7. Larkin G.F. Biometrics M.: Publishing House “Graduate School”, 1980. Pp.100-271.
8. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes . Meth. Enzymol. 1987. Vol. 148. Pp. 350–382.
9. Kutafina N.V., Krasnopivtseva A.N. Fiziologicheskie osnovy adaptatsii rastitelnykh organizmov v usloviyah urbanizirovannoy sredy. [Physiological basis for the adaptation of plant organisms in an urban environment]. Vestnik Rossiyskogo un-ta druzhby narodov. Ser. Ekologiya i bezopasnost zhiznedeystvatelnosti. [Bul. Peoples' Friendship University of Russia. Ser: Ecology and Life Safety]. 2017. Vol. 25, N 1. Pp. 21-28.
10. Dimov O.V., Golovko T.K. Fotosinteticheskie pigmenty v rasteniyakh prirodnoy flory taezhnay zony evropeyskogo severo-vostoka Rossii. [Photosynthetic pigments in plants of the natural flora of the taiga zone of the European northeast of Russia]. M. Fiziologiya rasteniy. [Plant Physiology]. 2019. Vol. 66, N 3. Pp. 198-206.
11. Voznesenskyi V.L. Fotosintez pustynnykh rasteniy. [Photosynthesis of Desert Plants]. L.: Nauka. [Publishing House “Science”]. 1976. 256 p.
12. Anikeeva E.N., Fedoriaka Y.B., Anikeev A.A. Dinamika fotosinteticheskoy aktivnosti i produktivnosti zemlyaniki razlichnykh sortov. [Dynamics of photosynthetic activity and productivity of strawberries of various varieties]. M. Iz-vo Universitet im. V.I. Vernadskogo. Voprosy sovremennoy nauki i praktiki. [Vernadsky University Press]. 2007. Vol.2, N 4 (10) Pp. 61-73.
13. Davlatova D.M., Niazmuhamedova M.B., Rahimov M.M. Fotosinteticheskie pigmenty galofitov zapovednika «Tigrovaya balka». Izvestiya AN Respublikii Tadzhikistan. Otd. biologicheskikh i meditsinskikh nauk. Fiziologiya rasteniy. [News of the AS of the Republic of Tajikistan. Department of Plant physiology]. 2015. N 1 (189). Pp.40-45.

Информация об авторе

Воронина Ольга Евгеньевна, канд. с/х наук, н.с.
E-mail: olgvoron@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 author

Voronina Olga Evgenievna, Cand. Sci. Agric., Researcher
E-mail: olgvoron@mail.ru
Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main
Botanical Garden RAS, Moscow
127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

Защита растений

А.Г. Куклина

канд. биол. наук, ст.н.с.

О.А. Каштанова

н.с.

О.Б. Ткаченко

д-р. биол. наук, гл.н.с.

М.А. Келдыш

канд. биол. наук, ст.н.с.

О.Н. Червякова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад

им. Н.В. Цицина Российской академии наук

Фитосанитарный мониторинг инвазионных видов гибридогенного комплекса *Reynoutria* Houtt. (Polygonaceae)

В статье представлены результаты первичного фитосанитарного мониторинга инвазионных видов гибридогенного комплекса *Reynoutria* Houtt. (Polygonaceae). У *R. sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai и *R. × bohemica* Chrtková обнаружены 10 видов фитофагов, не наносящих серьезного ущерба растениям. На плотных листьях *R. japonica* var. *compacta* Hook. представителей вредоносной фауны не обнаружено. В ходе мониторинга выявлено 18 видов фитопатогенов. Высокой степенью селективности выделяются *Puccinia polygoni-weyrichii* Miyabe, *Erysiphe polygoni* DC., *Septoria polygonorum* Desm. и *Rhytisma bistortae* (DC.) Lib., специфичные для растений семейства Polygonaceae. У *R. × bohemica* выявлены опасные вирусы (*Cucumber mosaic Cucumovirus*, *Tobacco mosaic Tobamovirus* и *Tobacco ringspot Nepovirus*).

Ключевые слова: *Reynoutria*, инвазионные виды, фитофаги, фитопатогены.

A.G. Kuklina

Cand. Sc. Biol., Senior Researcher

O.A. Kashtanova

Researcher

O.B. Tkachenko

Dokt. Sc. Biol., Main Researcher

M.A. Keldysh

Cand. Sc. Biol., Senior Researcher

O.N. Chervyakova

Cand. Sc. Biol., Senior Researcher

Federal State Budgetary Institution of Science Main

Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian

Academy of Sciences, Moscow

Phytosanitary monitoring of invasive species of the *Reynoutria* Houtt. (Polygonaceae) hybrid complex

The article presents the results of primary phytosanitary monitoring of invasive species of the *Reynoutria* Houtt. hybridogenic complex (Polygonaceae). In *R. sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai and *R. × bohemica* Chrtková, 10 species of phytophages that do not cause serious damage to plants were found. On dense leaves of *R. japonica* var. *compacta* Hook. no representatives of the harmful fauna were found. During monitoring, 18 species of phytopathogens were identified. *Puccinia polygoni-weyrichii* Miyabe, *Erysiphe polygoni* DC., *Septoria polygonorum* Desm., *Cercospora fagopyri* Abramov, *Ascochyta fagopyri* Thüm. & P.C. Bolle, *Peronospora fagopyri* Elenev & Jacz. & P.A. Jacz. u *Rhytisma bistortae* (DC.) Lib., have a high degree of selectivity, characteristic of plants of the Polygonaceae family. In *R. × bohemica*, dangerous viruses (*Cucumber mosaic Cucumovirus*, *Tobacco mosaic Tobamovirus*, and *Tobacco ringspot Nepovirus*) were detected.

Keywords: *Reynoutria*, invasive species, phytophages, phytopathogens.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1054

Некоторые представители рода *Reynoutria* Houtt. (Polygonaceae), ранее относящиеся к *Polygonum* L. и *Fallopia* Adans., характеризуются высокой степенью инвазивности. В XIX веке из Японии и Китая в Европу и

Америку проникла *R. japonica* Houtt., отнесенная проектом DAISIE [1] к Top-100 наиболее агрессивным видам в Европе. В Северной и Средней Европе спорадически настуриализуется сахалинская гречиха (*R. sachalinensis* (F.

Защита растений

Schmidt) Nakai), завезенная из Японии и с Сахалина в тот же период для использования в качестве декоративной и фуражной культуры [2]. В Европе с конца XIX века известен культурный гибрид *R. × bohemica* Chrték & Chrtková (*R. japonica* × *R. sachalinensis*) [3], часто рассматриваемый в составе гибридогенного комплекса, слабо отличимый от *R. japonica*. Рейнутрия богемская как злостный чужеродный вид занесён в «Черную книгу флоры Средней России» [4], а в настоящее время включена в Топ-100 самых опасных инвазионных видов для России [5].

Опыт европейских стран по биоконтролю видов рода *Reynoutria* показал, что регулярное механическое скашивание мощных высокослых растений не уничтожает, а только приостанавливает их развитие [6]. Неоднократные химические обработки зарослей *R. japonica* гербицидами в США дают лишь временный эффект [7], такие воздействия неприемлемы в прибрежных местообитаниях и вызывают негативные последствия в биоценозах.

Из биологических агентов - фитофагов, способных затормозить развитие *R. japonica* в США рекомендовано использовать жуков - листоедов *Gallerucida nigromaculata* Baly (Chrysomelidae), в Западной Европе - листоблошку *Aphalara itadori* Shinji [8, 9]. У себя на родине, в Японии, этот вид поражают тонкопряд *Endoclita excrescens* Butler (Hepialidae) и азиатский усач *Anoplophora glabripennis* Motschulsky (Cerambycidae). В Европе на *R. japonica* отмечены *Tetranychus urticae* C.L. Koch (Tetranychidae); *Spilosoma lubricipeda* L. и *S. lutea* Hufnagel (Arctiidae), *Apatele megacephala* Denis et Schiffermuller (Caradrinidae); а также *Phlogophora meticulosa* L. (Noctuidae), *Taeniocampa gothica* L., *Orthosia circumscripta* Hufnagel (Orthosiidae), *Phyllobius pyri* L., *Otiorrhynchus sulcatus* Fabricius (Curculionidae) и *Chrysolina fastuosa* Scopoli (Chrysomelidae) [10].

На *R. × bohemica* в Германии обнаружены фитофаги: *Spilarctia lutea* Hufnagel (Arctiidae), *Gasstroidea viridula* De Geer (Chrysomelidae) и *Pegomia nigritarsis* Zetterstedt (Anthomyidae), обычные для щавеля *Rumex obtusifolius* L. На *R. sachalinensis* отмечена только *Spilarctia lutea* [10]. По данным японских ученых [11] растения видов *Reynoutria* обладают свойствами, способными ингибировать развитие вредных организмов, использующих их в качестве субстрата. Вероятно, поэтому видовой состав вредоносной энтомофауны не так велик.

В пределах естественного ареала *R. japonica* используют, как растение-хозяин, следующие фитопатогены: *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & H. Schrenk, *Pezizella effugien* (Roberge ex Desm.) Rehm, *Puccinia phragmitis* (Schumach.) Tul., *P. polygoni-amphibii* Pers., *P. polygoni-weyrichii* Miyabe, *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Helminthosporium* sp. и *Phoma* sp. [10]. В Великобритании у *R. japonica* var. *japonica* выявлены такие возбудители болезней: *Puccinia phragmitis* (Schumach.) Tul. [12], позже переименованный в *Mycosphaerella polygoni-cuspidati* Hara [13], а также *Amphorula sachalinensis* Grove, *Ceriospora polygonacearum* (Petr.) Piroz. &

Morgan-Jones. *Chaetoconis polygonii* (Ellis & Everh.) Clem., *Cytospora polygoni-sieboldii* Henn., *Myxosporium polygoni* Grove, *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., *Phoma anceps* var. *polygoni* Grove и *Ph. polygonorum* Cooke; в Германии – *Endophragmia ceratii* (Mont.) M.B. Ellis, *Alternaria* sp., *Epicoccum* sp., *Fusarium* sp. и *Phoma* sp. [10]; в США – *Puccinia polygoni-weyrichii* Miyabe [14].

На *R. sachalinensis* в Европе отмечены *Ceriospora polygonacearum* (Petr.) Piroz. & Morgan-Jones, *Mixosporium polygoni* Grove, *Phomopsis polygonorum* (Cooke) Grove и *Phoma polygonorum* Cooke. Сведения по фитопатогенам у *R. × bohemica* отсутствуют [10].

В России до недавнего времени практически не проводились исследования вредных организмов в инвазионных популяциях растений рейнутрии, ущемляющих биоразнообразие региональных флор [15, 16]. Установлено, что лишь некоторые фитопатогены используют этот вид в качестве растения-хозяина [17].

Задача данного исследования состояла в анализе результатов первичного фитосанитарного мониторинга видов рода *Reynoutria*, опасных для аборигенной флоры.

Материал и методы

Изучение комплекса вредных организмов проводили в период 2015–2019 гг.: у *R. sachalinensis* и *R. japonica* var. *compacta* Hook. – на территории ГБС РАН (Москва); у *R. × bohemica* – в инвазионных популяциях Москвы (Лосиноостровский р-н, Богородское, Марфино и Новокосино) и Московской области (Химкинский, Мытищинский, Балашихинский, Раменский, Коломенский и Орехово-Зуевский р-ны).

Идентификация грибов и филлофагов выполнена стандартными методами [18, 19] в лаборатории защиты растений ГБС РАН, и приведена в соответствии с Index Fungorum [20]. Видовой состав членистоногих определен по повреждениям, личинкам и имаго [21]. Частота встречаемости вредителей оценена в среднем по 5-балльной шкале: 1 – единичная; 2 – редкая; 3 – средняя; 4 – частая; 5 – очень частая.

Тестирование на зараженность вирусами проводили методом ELISA [22] с использованием Kit Neogen Europe Lid (Scotland, UK) в соответствии с протоколом Adgen Phytodiagnostics. Оптическую плотность продуктов окисления определяли на адсорбциометре «Dynatech» (HR-700) при длине волны 405 нм. Образцы готовили из расчёта 0,1 г листовой ткани на 1 мл буфера. Положительным считали результат, когда показатели абсорбции искомого образца превышали уровень отрицательного контроля не менее, чем в три раза.

Результаты и обсуждение

Результаты мониторинга в Московском регионе за трёхгодами рода *Reynoutria* отражены в табл. 1.

Защита растений

Таблица 1. Состав вредных организмов на видах рода *Reynoutria*

Растение-хозяин	Виды энтомофауны и моллюсков	Представители патогенной микрофлоры и вирусов
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	<i>Autographa gamma</i> , <i>Agrotis exclamationis</i> , <i>Ghaetocnema concinna</i> , <i>Alurochiton complanatus</i> и <i>Helicigona lapicida</i>	<i>Puccinia polygoni-weyrichii</i> , <i>Erysiphe polygoni</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Fusarium culmorum</i> и <i>Ovularia rigidula</i>
<i>Reynoutria japonica</i> var. <i>compacta</i>	Не обнаружены	<i>Puccinia shikotsuensis</i> , <i>Septoria polygonorum</i> , <i>Ascochyta fagopyri</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Fusarium culmorum</i> и <i>Alternaria tenuis</i>
<i>Reynoutria × bohemica</i>	<i>Aphis nasturtii</i> , <i>Aphalara exilis</i> , <i>Ghaetocnema concinna</i> , <i>Gastrophysa polygoni</i> , <i>Mamestra brassicae</i> , <i>Dolycoris baccarum</i> и <i>Helicigona lapicida</i>	<i>Puccinia polygoni-weyrichii</i> , <i>Rhytisma bistortae</i> , <i>Ascochyta fagopyri</i> , <i>Peronospora fagopyri</i> , <i>Cercospora fagopyri</i> , <i>Ramularia curvula</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Fusarium culmorum</i> , <i>Alternaria tenuis</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Cucumber mosaic Cucumovirus</i> , <i>Tobacco mosaic Tobamovirus</i> и <i>Tobacco ringspot Nepovirus</i>

Сахалинская гречиха – *R. sachalinensis*

На культивируемой в ГБС РАН *R. sachalinensis* среди филлофагов, чаще всего, фиксировали гелицигону каменную (улитку-камнетес) *Helicigona lapicida* L. (Gastropoda: Helicidae) длиной 17–20 мм, которая питалась на листьях в загущенных посадках (2 балла). В эксперименте с особыми *H. lapicida*, помещенными на 7 дней в изолированные стеклянные емкости [17], было выявлено, что листья *R. sachalinensis* в большей степени, на 25–30 %, объедены улиткой, по сравнению с *R. × bohemica* (5–10 %).

Листья среднего и нижнего яруса высокорослых растений (высотой до 2 м) повреждают личинки полифагов семейства Noctuidae: совка-гамма *Autographa gamma* L. и совка восклицательная *Agrotis exclamationis* L. (рис. 1). Небольшие округлые отверстия оставляет специализированный вредитель – гречишная блошка – *Ghaetocnema concinna* Marsh., которая выедает эпидермис и паренхиму листа (рис. 2). Ее личинки обитают в почве в корневой системе, там оккукливаются. Также на листьях обнаружены личинки кленовой белокрылки *Alurochiton complanatus* Baer (= *A. aceris* Geoffr.) (Aleyrodidae), в местах их питания образуются желтоватые пятна диаметром ≥1 см (1 балл).

На растениях зафиксировано 5 видов фитопатогенов: *Fusarium culmorum* (Wm. G Sm.) Sacc., *Ovularia rigidula* Delacr. (= *Ramularia rigidula* (Delacr.) Nannf.), *Botrytis cinerea* Pers. (рис. 3а, б), а также характерные для семейства гречишных *Puccinia polygoni-weyrichii* Miyabe и *Erysiphe polygoni* DC.

Рейнутрия японская - *R. japonica* var. *compacta*

В коллекции ГБС РАН представлена компактная форма этого вида (*R. japonica* var. *compacta*), растения высотой до 1 м, с красновато-розовыми цветками. Сердцевидные листья у растения очень плотные, они не были объедены

улитками *H. apicida* в эксперименте; на растениях *ex situ* фитофагов и повреждений также не выявлено.

Единичные фитопатогены, вызывающие пятнистости листьев, относятся к 6 родам: *Puccinia shikotsuensis* S.Ito, *Septoria polygonorum* Desm., *Ascochyta fagopyri* Thüm. & P.C. Bolle., *Alternaria tenuis* Nees, *Botrytis cinerea* Pers. и *Fusarium culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc.

Рейнутрия богемская – *R. × bohemica*

При обследовании групп растений, используемых в городском озеленении Москвы, и обширных инвазионных популяций на пустырях, обнаружено 7 видов фитофагов, среди которых 3 специализированных для семейства Polygonaceae (1 балл).

Личинки гречишной листоблошки – *Aphalara exilis* Weber & Mohr повреждают почки и листья боковых побегов, затормаживают их рост, вызывая побурение и деформацию листовой пластинки. На листьях отмечены гречишная блошка – *Ghaetocnema concinna* и гречишный листоед – *Gastrophysa polygoni* L., распространенный в Европе и Азии, известный на видах родов *Rumex* L., *Polygonum* L. и *Fagopyrum* Mill., который в течение вегетационного периода питается на листьях *R. × bohemica*.

В локальных популяциях *R. × bohemica* *in situ* обнаружены многочисленные повреждения *H. lapicida* (рис. 4, см. обложку).

Среди полифагов обнаружены гусеницы капустной совки – *Mamestra brassicae* L. (= *Barathra brassicae* L.) (рис. 5, см. обложку), которые выгрызают сквозные отверстия на листьях. Иногда на листьях инвазионной рейнутрии богемской отмечали клопов щитника ягодного – *Dolycoris baccarum* L., чаще встречалась улитка *Helicigona lapicida* и не многочисленная крушинная тля *Aphis nasturtii* Kalt. Основным растением – хозяином для нее является *Rhamnus cathartica* L. В начале лета крылатые

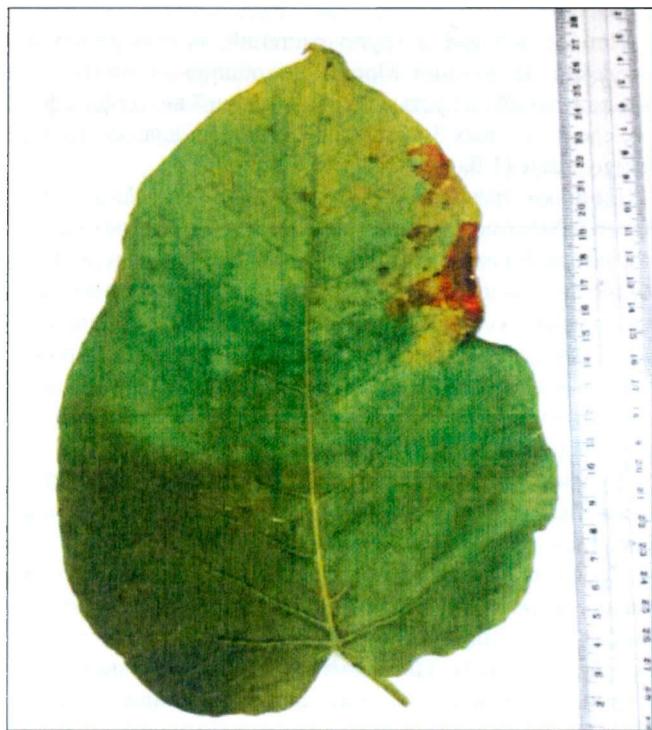
Защита растений



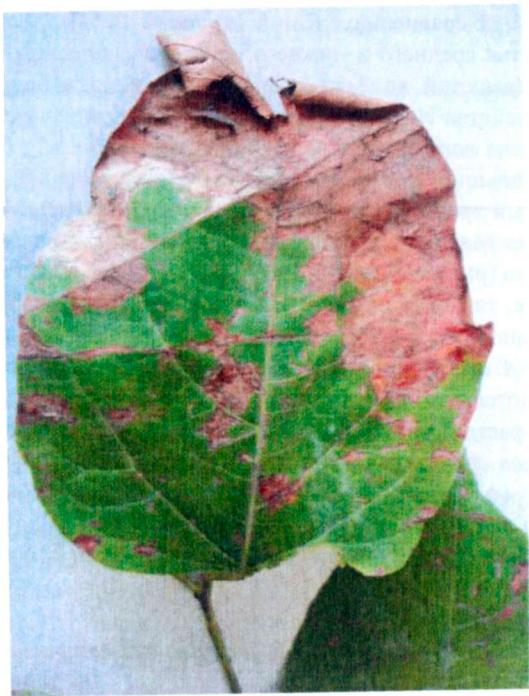
Рис. 1. Дырчатые повреждения совкой-гамма *Aurographa gamma* на *Reynoutria sachalinensis*



Рис. 2. Повреждения листьев *Reynoutria sachalinensis* гре-чишной блошкой *Ghaetocnema concinna*



а



б

Рис. 3. Лист *Reynoutria sachalinensis*, поражённый микопатогенами: а - *Ovularia regidula* и б - *Botrytis cinerea*

Защита растений

особи черного цвета с желтоватым брюшком мигрирует с жостера на травянистые виды, включая растения семейства Polygonaceae.

У *R. × bohemica* выявлено 10 видов микопатогенов: *Ramularia curvula* Fautr., *Botrytis cinerea* Pers., *Fusarium culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc., *Alternaria tenuis* Nees, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, включая 5 специализированных возбудителей болезней: *Puccinia polygoni-weyrichii* Miyabe, *Cercospora fagopyri* Abramov, *Ascochyta fagopyri* Thüm. & P.C. Bolle, *Peronospora fagopyri* Elenev & Jacz. & P.A. Jacz. и *Rhytisma bistortae* (DC.) Lib., чаще всего, проявляющихся в виде ржаво-бурых и желтоватых пятен на листьях.

В популяциях Московского региона у инвазионного вида *R. × bohemica* с фенотипическими проявлениями на молодых листьях жёлтой мозаики и кольцевой пятнистости идентифицированы соответственно вредоносные вирусы табачной мозаики (*Tobacco mosaic Tobamovirus*), огуречной мозаики (*Cucumber mosaic Cucumovirus*) и кольцевой пятнистости табака (*Tobacco ringspot Nepovirus*), имеющие широкий спектр восприимчивых видов растений и отличающиеся высокой степенью контагиозности (рис. 6, 7, 8, см. обложку).

Выводы

- Впервые осуществлен системный мониторинг вредных организмов на инвазионных видах рода *Reynoutria*, в результате которого выявлено 10 видов фитофагов, включая одного представителя моллюсков, и 18 видов фитопатогенов.

- Единичные поражения насекомыми, в том числе специализированными фитофагами: *Aphalara exilis*, *Ghae-gostepeta concinna* и *Gastrophysa polygoni* – адаптировавшимися на инвазионном виде *R. × bohemica*, не наносят серьезного ущерба его высокорослым популяциям.

- В процессе поиска биоагентов, способных ослабить фитоинвазии *R. sachalinensis* и *R. × bohemica* выявлена ржавчина, вызываемая *Puccinia polygoni-weyrichii* Miyabe, ранее известная по литературе в Европе и Америке [10, 14]. Из возбудителей болезней с высокой степенью селективности также отмечены *Erysiphe polygoni* DC., *Septoria polygonorum* Desm., *Cercospora fagopyri* Abramov, *Ascochyta fagopyri* Thüm. & P.C. Bolle, *Peronospora fagopyri* Elenev & Jacz. & P.A. Jacz. и *Rhytisma bistortae* (DC.) Lib., относящиеся к специализированным патогенам для растений семейства Polygonaceae. У *R. × bohemica* впервые обнаружены опасные вирусы (*Tobacco mosaic Tobamovirus*, *Cucumber mosaic Cucumovirus* и *Tobacco ringspot Nepovirus*).

- В качестве перспективных возможно рассмотрение видоспецифичных организмов р. *Puccinia*, *Peronospora*, а также ряда других видов, способных ограничить популяции *Reynoutria*. Учитывая, что в настоящее время активно проходит процесс адаптации вредных организмов к *Reynoutria*, весьма актуальны исследования их биоразнообразия.

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

Список литературы

1. DAISIE: Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. Интернет-ресурс: <http://www.europe-alien.org/>.
2. Виноградова Ю.К., Кукина А.Г. Ресурсный потенциал инвазионных видов растений. Возможности использования чужеродных видов. М.: ГЕОС, 2012. 186 с.
3. Bailey J.P., Conolly A.P. Prize-winners to pariahs – a history of Japanese knotweed s.l. (Polygonaceae) in British Isles // Watsonia. 2001. Vol. 23. Pp. 93-110.
4. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун. Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.
5. Морозова О.В. *Reynoutria × bohemica* – Рейнутрия боhemская // Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. С. 194-200.
6. Barney J. N., Tharayil N., DiTommaso A., Bhowmik P. C. The Biology of Invasive Alien Plants in Canada. 5. *Polygonum cuspidatum* Sieb. & Zucc. [= *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr.] // Can. Journ. Plant Sci. 2006. Vol. 86. Pp. 887–906. <https://doi.org/10.4141/P05-170>
7. Shaw R. H., Seiger L. A. Japanese knotweed // Biological control of Invasive Plants in the Eastern United States. West Virginia. 2002. Pp. 159–166.
8. Laznik Z., Trdan S. Damage potential of Japanese knotweed (*Fallopia japonica* [Houtt.] Ronse Decraene) and its biological control with psyllid *Aphalara itadori* Shinji. // Acta Agriculturae Slovenica. 2012. Vol. 99, № 1. Pp. 93-98.
9. Clewley G.D., Wright D.J. Winter hosts *Aphalara itadori* (Hemiptera: Psylidae), a classical biological control agent of *Fallopia japonica* (Polygonaceae), in the UK. Biocontrol Science & Technology. 2014. Vol. 24, № 10. Pp. 1197-1201. <https://doi.org/10.1080/09583157.2014.923378>
10. Balogh L. Japanse, giant and bohemian knotweed (*Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr., *F. sachalinensis* (Frdr. Schmidt) Ronse Decr. and *F. × bohemica* (Chrtk et Chrtkova) J.P. Bailey) // The most important Invasive plants in Hungary. Vacratot, 2004. Pp. 13-33.
11. Kawano S., Azuma H., Ito M., Suzuki K. Extrafloral nectaries and chemical signals of *Fallopia japonica* and *Fallopia sachalinensis* (Polygonaceae), and their roles as defense systems against insect herbivory // Plant Species Biology. 1999. Vol. 14, № 2. Pp. 167–178. <https://doi.org/10.1046/j.1442-1984.1999.00010.x>
12. Kurose D., Furuya N., Matsumoto M., Djedjour D.H., Evans H.C., Tsuchiya K. Evaluation of a *Puccinia* rust as a potential biological control agent of *Fallopia japonica* // Journal Fac. Agr. Kyushu University. 2009. Vol. 54, № 1. Pp. 59-64.
13. Kurose D., Furuya N., Tsuchiya K., Tsuchima S., Evans H.C., Seier M.K. The potential of the heterothallic leaf-spot *Mycosphaerella polygoni-cuspidati*, for control of Japanese knotweed // Weed Science and Management to Feed the Planet. Proceedings of the 7th International Weed Science Congress. Prague, 2016. Pp. 145.
14. Shaw R. H., Seiger L. A. Japanese knotweed. Biological control of Invasive Plants in the Eastern United States. Morgantown – West Virginia: USDA, 2002. Pp. 159–166.
15. Келдыш М.А., Червякова О.Н. Распространение вредных организмов на инвазионных видах растений // Бюл. Гл. ботан. сада. 2017. Вып. 203, № 2. С. 49-54.
16. Келдыш М.А., Червякова О.Н. К вопросу о трансформации ареалов вредных организмов // Бюл. Гл. ботан. сада. 2017. Вып. 203, № 4. С. 42-47.
17. Кукина А.Г., Каштанова О.А., Трейвас Л.Ю. Поиск биоагентов против инвазионных видов гибридогенного комплекса *Reynoutria* Houtt. // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Йошкар-Ола: Вертикаль, 2019. С. 137-139.
18. Хохряков М.К., Доброзракова Т.Л., Степанова К.М., Летова М.Ф. Определитель болезней растений. Ленинград: Колос, 1966. 592 с.
19. Горленко С.В., Блинцов А.И., Линник Л.И., Ярошевич М.И. болезни и вредители новых видов кормовых культур. Минск: Навука і тэхніка, 1990. 157 с. ISBN: 5-343-00584-5

Защита растений

20. Index Fungorum [Internet-resource]. <http://www.indexfungorum.org>.

21. Белов Д.А. Главнейшие виды листогрызущих насекомых в городских насаждениях Москвы. М.: МГУЛ. 2008. 203 с.

22. Clark M.F., Adams A.N. Characterization of the microplate method of enzyme – linked immuno - sorbent assay for the detection of plant viruses // Journal of General Virology, 1977. Vol. 34. Iss. 3. Pp. 475–485. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-34-3-475>

References

1. DAISIE: Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. Интернет-ресурс: <http://www.europe-aliens.org/>.
2. 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]. Moskva: GEOS [Moscow: Publishing House «GEOS»]. 2012. 186 p.
3. Bailey J.P., Conolly A.P. Prize-winners to pariahs – a history of Japanese knotweed s.l. (Polygonaceae) in British Isles // Watsonia. 2001. Vol. 23. Pp. 93–110.
4. Vinogradova Yu.K., Majorov S.R., Horun L.V. Chernaya kniga flory Sredney Rossii: chuzherodnye vidy rasteniy v ekosistemakh Sredney Rossii [Black Book of Flora of Central Russia: Alien Plant Species in the Ecosystems of Central Russia]. Moskva: GEOS [Moscow: Publishing House «GEOS»]. 2010. 512 p.
5. Morozova O.V. *Reynoutria × bohemica* – Rejnutriya bogemskaya [*Reynoutria × bohemica* - bohemian knotweed] // Samye opasnye invazionnye vidy Rossii (TOP-100) [The most dangerous invasive species of Russia (TOP-100)] / Red. Dgebuazde Yu.Yu., Petrovyan V.G., Hlyap L.A. Moskva: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK [Moscow: Publishing House «KMK»]. 2018. Pp. 194–200.
6. Barney J. N., Tharayil N., DiTommaso A., Bhowmik P. C. The Biology of Invasive Alien Plants in Canada. 5. *Polygonum cuspidatum* Sieb. & Zucc. [= *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr.] // Can. J. Plant Sci. 2006. Vol. 86. Pp. 887–906. <https://doi.org/10.4141/P05-170>
7. Shaw R. H., Seiger L. A. Japanese knotweed // Biological control of Invasive Plants in the Eastern United States. West Virginia, 2002. Pp. 159–166.
8. Laznik Z., Trdan S. Damage potential of Japanese knotweed (*Fallopia japonica* [Houtt.] Ronse Decraene) and its biological control with psyllid *Aphalara itadori* Shinji. // Acta Agriculturae Slovenica. 2012. Vol. 99, № 1. Pp. 93–98.
9. Clewley G.D., Wright D.J. Winter hosts *Aphalara itadori* (Hemiptera: Psylidae), a classical biological control agent of *Fallopia japonica* (Polygonaceae), in the UK. Biocontrol Science & Technology. 2014. Vol. 24, № 10. Pp. 1197–1201. <https://doi.org/10.1080/09553157.2014.923378>
10. Balogh L. Japanse, giant and bohemian knotweed (*Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decr., *F. sachalinensis* (Frdr. Schmidt) Ronse Decr. and *F. × bohemica* (Chrtk et Chrkova) J.P. Bailey) // The most important invasive plants in Hungary. Vacratot, 2004. Pp. 13–33.
11. Kawano S., Azuma H., Ito M., Suzuki K. Extrafloral nectaries and chemical signals of *Fallopia japonica* and *Fallopia sachalinensis* (Polygonaceae), and their roles as defense systems against insect herbivory // Plant Species Biology. 1999. Vol. 14, № 2. Pp. 167–178. <https://doi.org/10.1046/j.1442-1984.1999.00010.x>
12. Kurose D., Furuya N., Matsumoto M., Djedjour D.H., Evans H.C., Tsuchiya K. Evaluation of a Puccinia rust as a potential biological control agent of *Fallopia japonica* // Journal Fac. Agr. Kyushu University. 2009. Vol. 54, № 1. Pp. 59–64.
13. Kurose D., Furuya N., Tsuchiya K., Tsuchima S., Evans H.C., Seier M.K. The potential of the heterothallic leaf-spot *Mycosphaerella polygoni-cuspidati*, for control of Japanese knotweed // Weed Science and Management to Feed the Planet. Proceedings of the 7th International Weed Science Congress. Prague. 2016. Pp. 145.
14. Shaw R. H., Seiger L. A. Japanese knotweed. Biological control of Invasive Plants in the Eastern United States. Morgantown - West Virginia: USDA. 2002. Pp. 159–166.
15. Keldysh M.A., Chervyakova O.N. Rasprostranenie vrednykh organizmov na invazionnykh vidakh rasteniy [The spread of pests on invasive plant species] // Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada [Bulletin of the Main Botanical Garden]. 2017. Vol. 203, № 2. Pp. 49–54.
16. Keldysh M.A., Chervyakova O.N. K voprosu o transformatsii arealov vrednykh organizmov [To the question of the transformation of the habitats of pests] // Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada [Bulletin of the Main Botanical Garden]. 2017. Vol. 203, № 4. Pp. 42–47.
17. Kuklina A.G., Kashtanova O.A., Treivas L.Yu. Poisk bioagentov protiv invazionnykh vidov gibriderogenного комплекса *Reynoutria* Houtt. [Search for bioagents against invasive species of the *Reynoutria* Houtt. hybridogenic complex] // Principy i sposoby sokhraneniya bioraznoobraziya [Principles and methods of biodiversity conservation]. Yoshkar-Ola: Vertical' [Yoshkar-Ola: Publishing House «Vertical»]. 2019. Pp. 137–139.
18. Hohryakov M.K., Dobrozrakova T.L., Stepanova K.M., Letova M.F. Opredelitel' bolezney rasteniy [The identifier of plant diseases]. Leningrad: Kolos [Leningrad. Publishing house «Kolos»]. 1966. 592 p.
19. Gorlenko S.V., Blinov A.I., Linnik L.I., Yaroshevich M.I. Bolezni i vrediteli novykh vidov kormovykh kul'tur [Diseases and pests of new types of feed crops]. Minsk: Navuka i tekhnika [Minsk: Publishing House «Science and Technology»]. 1990. 157 p. ISBN: 5-343-00584-5
20. Index Fungorum [Internet-resource]. <http://www.indexfungorum.org>.
21. Belov D.A. Glavneyshie vidy listogryzuchchikh nasekomykh v gorodskikh nasazhdeniyakh Moskvy [The main types of leaf-eating insects in urban plantations of Moscow]. Moskva [Moscow: Publishing House «MGUL»]. 2008. 203 p
22. Clark M.F., Adams A.N. Characterization of the microplate method of enzyme – linked immuno - sorbent assay for the detection of plant viruses // Journal of General Virology, 1977. Vol. 34. Iss. 3. P. 475–485. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-34-3-475>

Информация об авторах

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

E-mail: alla_gbsad@mail.ru

Каштанова Ольга Александровна, н.с.

E-mail: ol-al-kashtanova@mail.ru

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

E-mail: otkach@postman.ru

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

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

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

E-mail: cherolya@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 authors

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

E-mail: alla_gbsad@mail.ru

Kashtanova Olga Aleksandrovna, Researcher

E-mail: ol-al-kashtanova@mail.ru

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

E-mail: otkach@postman.ru

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

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

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

E-mail: cherolya@mail.ru

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

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

Отдаленная гибридизация

П.О. Лошакова

канд. биол. наук, н.с.

E-mail: pavla.loshakova@mail.ru

Е.Д. Бадаева

д-р биол. наук, вед. н.с.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН. Москва

М.М. Геворкян

канд. биол. наук, н.с.

Л.П. Калмыкова

н. с

А.В. Бабоша

д-р. биол. наук, зав. лабораторией.

В.П. Упельниек

канд. биол. наук, директор, зав. отделом

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

Новые перспективные гибриды для селекции мягкой пшеницы

Изучены биологические и хозяйствственные свойства двух образцов (*f9714* и *f11814*) гибридов *x Trititrigia cziczinii* *x Elymus farctus* F6 и F7 для оценки перспективы их использования в качестве доноров признака хорошего качества зерна в селекции пшеницы на качество. Исследование микроструктуры поверхности листьев гибридов методом сканирующей электронной микроскопии показало их сходство с *E.farctus*. Это позволяет предположить, что изучаемые гибриды представляют собой новую форму *x Trititrigia cziczinii* с интрагрессией части наследственного материала *E.farctus* в геном *x Trititrigia cziczinii*. Цитогенетическое исследование с применением метода дифференциального окрашивания показало, что оба образца являются октоплоидами ($2n=56$), но различаются как по составу хромосом пшеницы (образец *f11814* является нулли-6A-тетра-6D), так и по комбинации хромосом пырея. На данном этапе работы видовая и геномная принадлежность хромосом пырея не установлены. Качество зерна изученных гибридов исследовали с самых младших поколений и наиболее детально - гибриды F6 урожая 2018 г. Наряду с определением качества зерна гибридов оценивалась их смесительная ценность. Установлено, что зерно образцов *f9714* и *f11814* содержит большое количество белка и клейковины. Изученные образцы отвечают требованиям сильной и ценной пшеницы и обладают улучшающими свойствами. Гибриды *f9714* и *f11814* легко скрещиваются с пшенично-пырейными гибридами и различными сортами мягкой пшеницы, давая фертильное потомство и, следовательно, перспективны при селекции пшеницы на качество зерна.

Ключевые слова: *x Trititrigia cziczinii*, *Elymus farctus*, пырей, мягкая пшеница, гибриды пшеницы, кариотип, микроморфология листьев злаков, качество зерна, клейковина, хлеб, смесительная ценность.

P.O. Loshakova

Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: pavla.loshakova@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science

Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

E.D. Badayeva

Dr. Sci. Biol., Leading Researcher

Federal State Budgetary Institution for Science

Vavilov Institute of General Genetics RAS. Moscow

M.M. Gevorkyan

Cand. Sci. Biol., Researcher

L.P. Kalmykova

Researcher

A.A. Baboşa

Dr.Sci.Biol., Head of Laboratory

V.P. Upelniek

Cand. Sci. Biol., Director, Head of Department

Federal State Budgetary Institution for Science

Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

New promising hybrids for breeding soft wheat

Отдаленная гибридизация

The biological and economic properties of two samples (f9714 and f11814) of hybrids \times *Trititrigia cziczinii* \times *Elymus farctus* F6 and F7 have been studied to assess the prospects of their use as donors of good grain quality in wheat breeding for quality. Cytogenetic study using the chromosome differential staining method showed that both samples are octoploids ($2n=56$), but differ both in composition of wheat chromosomes (sample f11814 is nulli-6A-Tetra-6D) and in combination of Wheatgrass chromosomes. At this stage of the work, the species identity of the Wheatgrass chromosomes has not been established. Micromorphological studies of the leaves of hybrids and *E. farctus* have shown that the microstructure of the leaf surface of both hybrids has similarities to *E. farctus*. This allows us to conclude that the hybrids under study represent a new form of \times *Trititrigia cziczinii* with introgression of part of the inherited material of *E. farctus* into the \times *Trititrigia cziczinii* genome. The grain quality of the studied hybrids was studied from the youngest generations and the most detailed - F6 hybrids of the 2018 crop. Along with determining the grain quality of hybrids, their mixing value was evaluated. It was found that the studied hybrids contain a large amount of protein and gluten. The studied samples meet the requirements of strong and valuable wheat and have improving properties. Hybrids f9714 and f11814 are easily crossed with wheat-Wheatgrass hybrids and various varieties of soft wheat, giving fertile offspring and, therefore, are promising in wheat breeding for grain quality.

Keywords: \times *Trititrigia cziczinii*, *Elymus farctus*, Wheatgrass, soft wheat, wheat hybrids, karyotype, micromorphology of cereal leaves, grain quality, gluten, bread, mixing value.

DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2020.1055

Введение

В коллекции отдела отдаленной гибридизации Главного ботанического сада РАН отдельное место занимают гибриды \times *Trititrigia cziczinii* Tzvel. \times *Elymus farctus*. *Elymus farctus* (Viv.) Runemark ex Melderis принадлежит к той категории диких сородичей пшеницы, которые, на основании их геномного состава, в настоящее время относят к так называемому «третичному генофонду пшеницы» [1]. К первичному генофонду относятся виды пшеницы, имеющие общие геномы с мягкой пшеницей. Гибридизация мягкой пшеницы с видами из первичного генофонда осуществляется достаточно легко. За счет конъюгации хромосом мягкой пшеницы с хромосомами родственных ей представителей первичного генофонда и последующей рекомбинации происходит интроверсия генетического материала её сородичей в геном мягкой пшеницы. К вторичному генофонду относятся полиплоидные виды пшеницы и эгилопса, имеющие один общий или родственный геном с мягкой пшеницей, и тритикале. Интроверсия генетического материала представителей вторичного генофонда также происходит в результате конъюгации гомеологичных хромосом пшеницы и её сородичей и последующей рекомбинации генетического материала. В третичный генофонд входят филогенетически удаленные от мягкой пшеницы представители трибы *Triticeae*. Представители третичного генофонда не имеют общих с мягкой пшеницей геномов, поэтому в таких комбинациях возможны только транслокации или замещения гомеологичными хромосомами партнеров. Значение носителей генетического материала, интроверсированного из вторично-го и третичного генофондов, очень существенно и для их сохранения и поддержания предлагаются разработать специальные механизмы [2]. При гибридизации мягкой пшеницы с представителями третичного генофонда включаются механизмы несовместимости, действующие на разных этапах, начиная от процесса прорастания пыльцевых трубок и до гибели зародыша в результате деградации

эндосперма и(или) образования совершенно стерильных гибридов. [3]

Коллекция гибридов \times *Trititrigia cziczinii* \times *Elymus farctus* Главного ботанического сада РАН состоит из растений второго-седьмого поколений (F_2 - F_7). Гибриды второго и последующих поколений получены в результате свободного опыления. Гибриды второго поколения многолетние, представлены растениями промежуточного типа; имеют большое число продуктивных побегов, покрытых восковым налётом, и узкий колос. Эти растения имеют разную степень fertильности и ригидные колосковые и цветковые чешуи, плотно охватывающие зерновки, поэтому механический обмолот к ним не применим. Зерновки мелкие, имеют удлиненную форму и окраску от светло-коричневой до темно-коричневой. В связи с интенсивным формообразовательным процессом и спонтанной гибридизацией, растения последующих поколений заметно различаются по габитусу и длине вегетационного периода. Начиная с F_3 , некоторая часть гибридов приобрела сходство с \times *Trititrigia cziczinii*. При изучении коллекционных образцов типа \times *Trititrigia cziczinii* были выделены два перспективных образца – f9714 и f11814. Первоначально указанные образцы были отобраны в связи с тем, что их созревание происходило одновременно с сортами \times *Trititrigia cziczinii* (в отличие от большинства других гибридов \times *Trititrigia cziczinii* \times *Elymus farctus*, которые созревают позже) и возможностью механического обмолота. Дальнейшие исследования показали, что образцы f9714 и f11814 могут служить источниками ряда хозяйствственно-ценных признаков. По нашим наблюдениям они хорошо отрастают после уборки при наличии достаточного количества влаги в почве, хорошо переносят повышенное содержание NaCl [4] и за время культивирования показали себя не восприимчивыми к полевым инфекциям.

Целью работы является изучение биологических и хозяйственных свойств гибридов \times *Trititrigia cziczinii* \times *Elymus farctus* для оценки перспективы их использования

Отдаленная гибридизация

в качестве доноров признака хорошего качества зерна в селекции пшеницы на качество.

Материалы и методы

Исследования проводили в отделе отдаленной гибридизации Главного ботанического сада РАН в селе Рождествено Истринского района Московской области. Материалом исследования являлись гибриды *x* *Trititrigia czzchinii* *x* *Elymus farctus* f9714 и f11814 в связи с перспективой их использования в качестве доноров хорошего качества зерна при селекции пшеницы. Гибриды выращивали на дерново-подзолистых суглинистых почвах. Посев исследуемых образцов проводили кассетной сейлкой широкорядником по 4 рядка с нормой высева по 50 зерновок на 1 погонный метр и шириной между рядами 48 см. Всходесть у семян у всех образцов близка к 100%.

Цитогенетическое изучение образцов было проведено в Институте общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН с использованием метода С-бэндинга. Семена гибридов F₁ проращивали при 24°C в чашках Петри. Проростки с длинной корешков порядка 1,5-2 см помещали в 0,05% водный раствор колхицина (Fluka, США) на 2 часа при 24°C, после чего корешки отрезали и выдерживали в воде со льдом 30 мин. Фиксацию проводили 45% раствором уксусной кислоты в холодильнике 3,5 часа.

Фиксатор отмывали 6-ю сменами дистиллированной воды, 10 минут в каждой смене, корешки переносили в холодную 0,2N HCl на 15 минут, затем гидролизовали в 0,2N HCl при 60°C 5 минут. Гидролиз останавливали в воде со льдом, корешки трижды промывали дистиллированной водой. Кончики отрезали и помещали в 0,35% водный раствор целлюлизина (Sigma-Aldrich, США) на ночь.

Корешки промывали дистиллированной водой. На предметное стекло помещали по три корешка, заливали 45% уксусной кислотой и оставляли на 1-1,5 мин. Кислоту осторожно удаляли и добавляли небольшую каплю свежего фиксатора. Корешки тщательно иссекали с помощью лезвия бритвы до получения гомогенной суспензии, накрывали покровным стеклом 18 x 18 мм и раздавливали. Препарат замораживали в жидким азоте, покровное стекло снимали с помощью лезвия и хранили в 96% спирте до использования.

Препараты высушивали, обрабатывали насыщенным раствором Ba(OH)₂ 6 минут, сполоскивали в 1N HCl 15 секунд, промывали струей проточной воды, затем дистиллированной водой и помещали в раствор 2x SSC (sodium saline citrate), pH=7,0 при 60°C на полтора часа. Препараты отмывали проточной водой 15 минут и переносили в ~0,125M раствор красителя Гимза (Giemsa-Merck, Германия) на Tris-HCl буфере, pH=6,8. Концентрацию красителя подбирали экспериментально таким образом, чтобы время окрашивания составило 25-35 минут. Время окрашивания контролировали, просматривая препарат под микроскопом. Краску смывали струей проточной воды, препарат сполоскивали и сушили горячим воздухом не менее 15 минут. Высушенные препараты заключали в энтеллан (Merck, Германия).

Препараты анализировали с использованием микроскопа Imager D-1 (Zeiss, Germany) и отобранные метафазные пластинки фотографировали при увеличении 100x на черно-белую цифровую видеокамеру AxioCam HRm с помощью пакета программ AxioVision, выпуск 4.6. Полученные изображения обрабатывали в программе Adobe Photoshop, version 7.0. Хромосомы пшеницы классифицировали в соответствии с генетической номенклатурой [5]. В связи с отсутствием стандартной классификации хромосом пырея их распределяли без учета гомеологии, путем сравнения кариотипов нескольких линий неполных пшенично-пырейных гибридов (НППАД) с разными комбинациями пырейных хромосом.

Для изучения микроморфологии были отобраны листья среднего яруса 3–4 растений каждого образца F₁, в стадии колошения или цветения, собранные в июне-августе 2019 года. Фрагменты листовой пластиинки средней части листа наклеивали на медную пластиинку 2 x 4 см с помощью термопасты (АлСил-3 или КПТ-8) [6]. Изображения поверхности получали на сканирующем электронном микроскопе LEO-1430 VP (Carl Zeiss, Германия) методом криоСЭМ при -25...-30°C без напыления металлами в условиях высокого вакуума с использованием замораживающей приставки «Deben Cool stage» (Великобритания) и детектора обратно рассеянных электронов QBSD. Автофлуоресценцию поперечных срезов, помещенных в 50% глицерин, исследовали с использованием конфокального микроскопа Olympus FV1000D при возбуждении лазером с длиной волны 405 нм (50% мощности) и регистрации сигнала в соответствии со стандартными установками микроскопа в синем (425–460 нм), зеленом (485–530 нм) и красном (560–660 нм) каналах.

Идентификацию микроморфологических структур на абаксиальной и адаксиальной поверхностях листовой пластиинки, а также анатомических структур на срезах проводили в соответствии с общепринятой для злаков методикой [7–9].

Оценку качества зерна изучаемых образцов f9714 и f11814 проводили по полной схеме на материале 2018 г. Физико-химические показатели определяли стандартными методами. Помол зерна проводили на лабораторной четырехвалковой мельнице «Квадрумат-Юниор» с получением муки 70% выхода.

Физические характеристики теста оценивали на фарингографе Брабендера согласно инструкции, прилагаемой к прибору. Показатель седиментации муки определяли макрометром в 2% растворе ледяной уксусной кислоты по модификации метода Зелени, принятой Госкомиссией (ныне ВЦОКС). Пробную лабораторную выпечку проводили без опарного полумакрометром без улучшителей по методике ВЦОКС [10]. Качество хлеба определяли методом глазомерной оценки внешнего вида хлеба (форма, поверхность и цвет корки), состояния мякиша (цвет, пористость, эластичность) и определения объемного выхода хлеба. Оценку основных признаков качества хлеба проводили по шкалевому соотвествию с примененной методикой [10]. В качестве

Отдаленная гибридизация

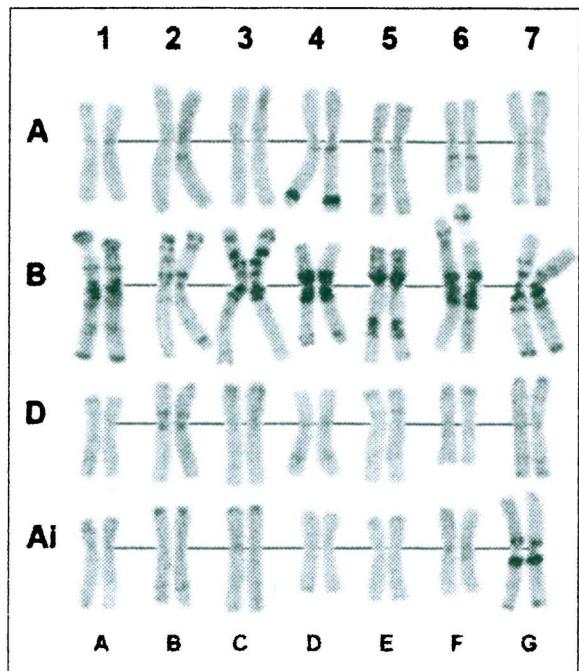


Рис. 1. Кариотип образца f 9714

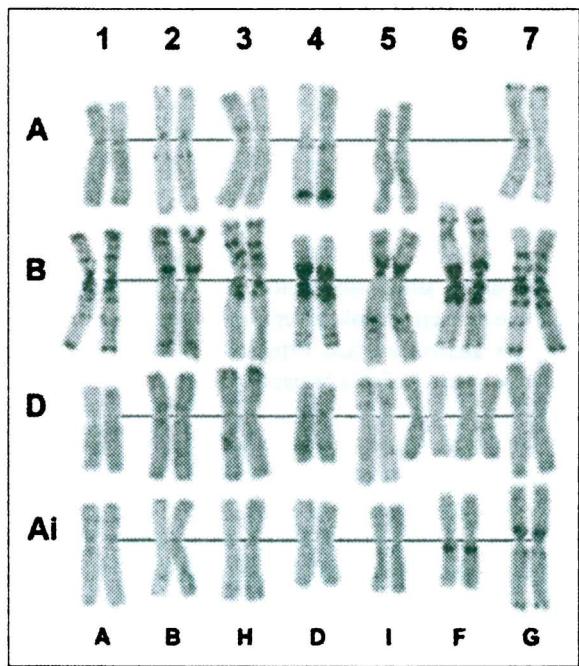


Рис. 2. Кариотип образца f 11814

стандарта был взят сорт мягкой озимой пшеницы Московская 39.

Измеряли длину колоса, массу зерна и число морфологических элементов колоса 8–11 растений каждого варианта. Статистическую обработку длины колоса и массы зерна проводили с использованием 2-факторного дисперсионного анализа, числа морфологических элементов – непараметрического теста Крускала–Уоллеса в программе Past3. Достоверными считали различия при $p < 0.05$.

Размеры элементов микроструктуры измеряли на электронных микрографиях в программе ImageJ. В таблице и в тексте приведены средние значения и ошибки.

Результаты и обсуждение

Образцы f9714 и f11814 являются потомками 63-хромосомного гибрида x *Triticrigia ciccinii* \times *Elymus farctus*. В настоящее время получено седьмое поколение (F_7). Каждый образец культивировался отдельно, начиная со второго поколения. Образец f9714 является двуручкой, но культивируется как озимый. Образец f11814 – озимая форма.

Цитогенетическое изучение с применением метода дифференциального окрашивания показало, что образец f9714 является октопloidом ($2n=56$), в нем представлены все хромосомы пшеницы и 7 пар хромосом, предположительно унаследованных из разных геномов пырея и представляющих все семь генетических групп (рис.1). Образец f11814 также является октопloidом, но отличается от предыдущего образца как по составу хромосом пшеницы (являясь нуллиБ-тетрабД), так по комбинации хромосом пырея. (рис.2). При сравнении кариотипов образцов f11814 и f9714 можно видеть, что лишь четыре из семи пар пырейных хромосом, обозначенных B, D, F и G, сходны между собой по морфологии и распределению С-бэндов. Хромосома F, близка к пырейной хромосоме, идентифицированной ранее в сортах мягкой пшеницы Тулайковская-5 и Тулайковская-10 [11], и, как и в данном случае, возможно, относится к 6-й гомеологической группе, J (E) –генома. Хромосома G по рисунку С-бэндинга сходна с хромосомой, отнесененной в работе Friebel B. с соавторами [12] к 7-й гомеологической группе. По результатам GISH данная хромосома принадлежит J^{st} геному [13]. Хромосома D весьма сходна с хромосомой, отнесененной в работе Е.Гордеевой и др. [14] к J-геному, 4-й гомеологической группе, хотя она и унаследована от другого вида пырея – *Thinopyrum ponticum*. Хромосом, похожих на хромосому B в наших линиях, в литературе не описано, поэтому определить ее геномную принадлежность и гомеологическую группу пока не представлялось возможным.

Следует отметить, что, несмотря на сходную морфологию и расположение С-блоков, хромосомы B, D, F и G в сравниваемых линиях несколько отличаются друг от друга, что может быть обусловлено как тем, что они унаследованы от разных генотипов пырея, так и возможными модификациями хромосом при формировании исходных аллополиплоидов.

Линии f9714 и f11814 значительно отличались по морфологии и рисункам окрашивания других хромосом пырея (рис. 1, 2), что, скорее всего, связано с разной геномной принадлежностью гомеологических хромосом в составе их кариотипов или же возможными интрогressиями от *Elymus farctus*. В кариотипе f11814 имеются перестройки, они небалансированные и встречаются в разных растениях, что делает необходимым в дальнейшем разделение линий на морфотипы и продолжение селекционной работы с каждым морфотипом отдельно. На данном этапе работы

Отдаленная гибридизация

видовая принадлежность хромосом пырея также не установлена. Известно, что при получении материнской формы изучаемых гибридов, *x Trititrigia cscicinii* (многолетней пшеницы), опылителем чаще были *Elytrigia intermedia*, реже – *E. elongata*, а *Elymus farctus* для скрещиваний не использовали [15]. Образцы f9714 и f11814 были получены путём опыления одного из старых сортов *x Trititrigia cscicinii* (геном мягкой пшеницы плюс часть генома пырея) пыльцой *E. farctus* (пырей). Можно предположить, что по геномному составу изучаемые гибриды представляют собой новую форму *x Trititrigia cscicinii* – результат коньюгации части хромосом *Elytrigia* и *Elymus farctus* с последующей интровергессией наследственного материала *E. farctus* в геном *x Trititrigia cscicinii*, либо замещение отдельных хромосом или фрагментов хромосом *x Trititrigia cscicinii* хромосомами *E. farctus*. Для проверки этой версии проведены микроморфологические исследования с целью обнаружить общие признаки у листьев изучаемых гибридов и *E. farctus* и, таким образом, установить степень их родства.

Листья гибрида f11814 и *E. farctus* имели ребристую адаксиальную и практически гладкую абаксиальную поверхность листа. Ширина листа у образца f11814 составляла 0,8–0,9 мм, а у *E. farctus* 0,5–0,6 мм. Антиклинальные стенки длинных клеток в области ребер на обеих сторонах характеризуются U- или Ω-образной формой. Пузьревидные клетки локализуются в межреберном пространстве адаксиальной стороны листа (рис. 3). Укороченные кремневые клетки двух типов: мелкие полукруглые с пробковой парой и более крупные округлые, и колючки в форме

щитка – располагались на обеих сторонах листа и чередовались с длинными клетками (рис. 4, 5).

По составу клеточных элементов адаксиальная сторона на листа гибрида была практически идентична *E. farctus* (рис. 5). Однако строение адаксиальной стороны имело выраженные отличия. Для *E. farctus* характерно наличие большого количества апикально направленных средних ($136,9 \pm 7,6$ мкм) и мелких ($88,7 \pm 8,2$ мкм) колючек на верхушке ребра (рис. 4, Б). У гибрида f11814 такие колючки встречались редко, в отдельных рядах, или они были единичными среди других клеточных элементов ряда. Наоборот, на верхушке ребра гибрида отмечены многочисленные апикально ориентированные макро-волоски (461 ± 33 мкм), а в клеточных рядах между ребрами наблюдали многочисленные разнонаправленные мелкие ($39 \pm 1,7$ мкм) волоски (рис. 4, А), не встречающиеся у *E. farctus*.

Считается, что волоски, колючки и кремневые клетки играют защитную роль при поедании насекомыми, а также увеличивают жесткость, придавая устойчивость к полеганию [9], а пузьревидные клетки регулируют водный обмен листа при недостатке влаги [16, 17, 18].

На поперечном срезе листовой пластинки гибрида и *E. farctus* в бороздах адаксиальной стороны видны пузьревидные клетки, которые могут сопровождаться устьицем (рис. 3). Проводящие пучки коллатеральные закрытого типа. Выделяется центральный пучок и пучки второго, третьего и четвертого порядков. Каждый из них окружен склеренхимой, снаружи от которой располагается паренхима. Форма пучков на поперечном срезе близка к



Рис. 3. Поперечный срез листовой пластинки: А – гибрида f11814, Б – *Elymus farctus*. (конфокальная микроскопия) в области центрального проводящего пучка. п.к. – пузьревидные клетки, у – устьице, с – сосуд ксилемы, ф – флоэм, ск. – склеренхима, I – пучок первого порядка (центральный), II – пучок второго порядка, III – пучок третьего порядка, IV – пучок четвертого порядка. Масштабная линейка – 100 мкм.

Отдаленная гибридизация

Таблица 1. Некоторые элементы структуры урожая перспективных гибридов *x Tritirigia cziczinii x Elymus farctus*.

Образец	год	Длина колоса, см	Число колосков, шт.	Число цветков в колоске, шт.	Число зерновок в колосе, шт.	Масса зерновок в колосе, г	Масса зерновки, мг
f9714	2018	14,6±0,7	21,3±0,5	5,3±0,2	69,4±3,8	2,2±0,2	31,1±1,2
	2019	10,5±0,7	19,8±0,8	4,6±0,2	48,1±3,5	1,4±0,1	28,4±1,6
f11814	2018	16,4±0,4	20,2±0,4	5,0±0,0	44,1±2,0	1,6±0,1	35,5±0,9
	2019	11,8±0,3	17,5±0,2	4,1±0,1	36,9±2,6	1,3±0,1	36,2±0,9

округлой. Хорошо видны сосуды ксилемы и флюэма. Мезофилл радиальный.

Самый крупный центральный проводящий пучок (у гибрида 123–125 мкм, у *E. farctus* 144–145 мкм) располагается напротив киля (рис. 3). Сверху и снизу от него заметны мощные склеренхимные балки, переходящие в эпидерму как с абаксиальной, так и с адаксиальной стороны. Такое расположение связывают с укреплением эпидермы и листовой пластинки в целом, что в свою очередь повышает устойчивость к полеганию [8].

Пучки второго порядка отличаются от центрального проводящего пучка только размерами (у гибрида 65–70 мкм, у *E. farctus* 93–97 мкм). Они также окружены склеренхимными балками с двух сторон, но меньшего размера. В районе пучков третьего порядка (у гибрида 47–57 мкм, у *E. farctus* более мелкие, 23–25 мкм) видны единичные нити склеренхимы, переходящие в большинстве своем в верхнюю и нижнюю эпидерму. Увеличивается в размерах флюэма. В пучках четвертого порядка ксилема практически отсутствует, склеренхимные поддержки единичные, а размеры флюэмы у гибрида (123–125 мкм), заметно больше, чем у *E. farctus* (27–37 мкм).

Таким образом, листья *E. farctus* и гибрида f11814 на поперечных срезах имели сходную морфологическую структуру, отличаясь размерами пучков, количеством паренхимы и склеренхимы.

Микроструктура поверхности листьев гибрида седьмого поколения f9714, также, как и f11814, сохраняет сходство с одной из родительских форм, *Elymus farctus*. Ширина листа гибрида f9714 составляла 1 см, а у *E. farctus* 0,5–0,6 мм. Исследованные образцы гибрида характеризуются ребристой адаксиальной и практически гладкой абаксиальной поверхностью листа. Антиклинальные стенки длинных клеток в области ребер на обеих сторонах характеризуются U- или Ω-образной формой. Пузыревидные клетки локализуются в межреберном пространстве адаксиальной стороны листа. Укороченные кремневые клетки двух типов: мелкие полукруглые с пробковой парой и более крупные округлые, и колючки в форме щитка – располагались на обеих сторонах листа и чередовались с длинными клетками (рис. 4, 5, B).

По составу клеточных элементов адаксиальная сторона листа гибрида была практически идентична *E. farctus* (рис. 5, B). Однако строение адаксиальной стороны имело выраженные отличия. На верхушке ребра гибрида

отмечены многочисленные апикально ориентированные макро-волоски (447±38 мкм), а в клеточных рядах между ребрами наблюдали многочисленные разнонаправленные мелкие (28±1 мкм) волоски с округлым основанием (рис. 4, B), не встречающиеся у *E. farctus*.

Сравнительный анализ показал, что образцы f9714 и f11814 были единообразны по микроморфологическим признакам, различия имелись только в размерах трихом адаксиальной стороны листа (макро-волосков и мелких волосков). Длина макро-волосков образца f11814 составила 461±33 мкм, а у f9714 – 447±38 мкм. Мелкие волоски f11814 имели длину 39±1,7 мкм, а у f9714 – 28±1 мкм.

Некоторые элементы структуры урожая указанных образцов приведены в таблице 1. Образец f9714 имел более мелкое зерно и меньшую длину колоса, однако по результатам 2-х лет испытания достоверно превосходил f11814 по продуктивности. Это происходило за счет существенно большего у f9714 числа колосков в колосе, числа цветков и, в конечном счете, числа зерновок.

При изучении гибридов *x Tritirigia cziczinii x Elymus farctus* уже с самых младших поколений особое внимание уделялось изучению качества их зерна. При оценке качества зерна гибридов F₃ урожая 2013 г. методом седиментации были выделены образцы f11814 и f9714, классифицированные по этому показателю как сильная пшеница. Качество зерна пятого поколения этих гибридов урожая 2016 г было изучено более детально. Оценка проводилась по отдельным показателям, в том числе микрометодами из-за ограниченного количества материала. Однако, результаты проведенных исследований показали, что f- гибриды пятого поколения имеют высокое содержание клейковины в муке (f11814 – 42,2%, f9714 – 40%) первой группы качества, а муку из зерна f- гибридов можно использовать в хлебопечении, получая хлеб хорошего качества (f11814 – ценная пшеница, f9714 – хороший филлер) [19].

Исследования качества зерна f- гибридов шестого поколения урожая 2017 г. подтвердили потенциальные возможности изученных образцов. f11814 сформировал 36,1%, а f9714 – 40% клейковины в муке первой группы качества. Оценка f- гибридов шестого поколения по отдельным показателям определила их как образцы с хорошим качеством зерна [4].

Исходя из перспективности f- гибридов, изучение качества зерна было продолжено на материале урожая 2018 г. (F₆). В таблице 2 приводятся физико-химические

Отдаленная гибридизация

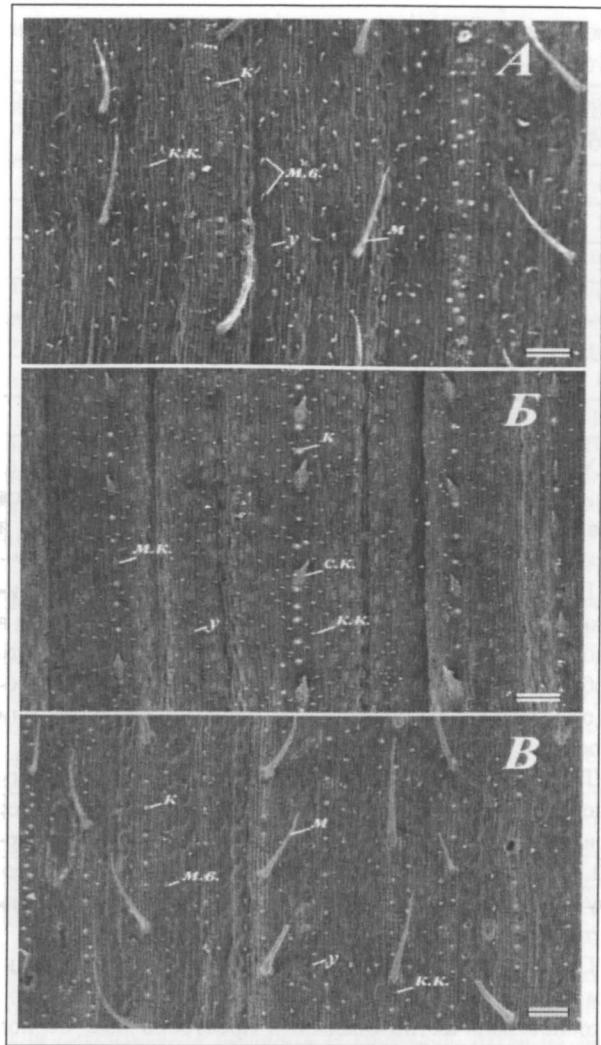


Рис. 4. Адаксиальная сторона листовой пластинки: *A* – гибрида f11814, *B* – *Elymus farctus*, *В* – гибрида f9714. *м* – макро-волосок на ребре, *м.в.* – мелкий волосок в межреберном пространстве, *м.к.* – мелкая колючка, *с.к.* – средняя колючка, *к.* – колючка в виде щитка, *у* – устьице, *к.к.* – кремневая клетка. Масштабная линейка 200 мкм.

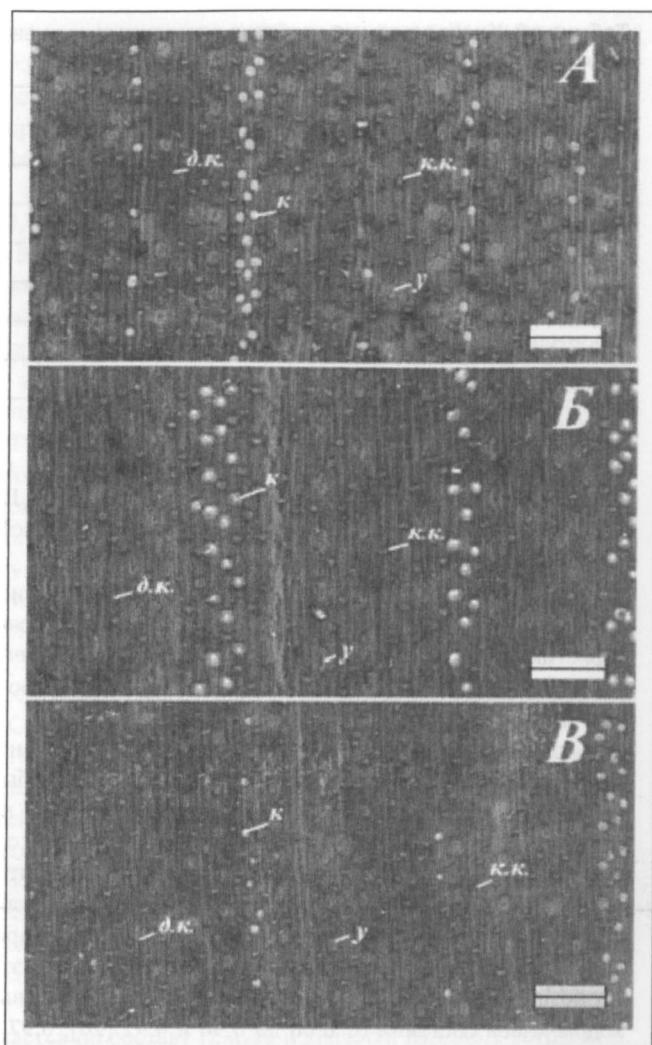


Рис. 5. Абаксиальная сторона листовой пластинки: *A* – гибрида f11814, *B* – *Elymus farctus*, *В* – гибрида f9714. *д.к.* – длинная клетка, *к* – колючка в виде щитка, *у* – устьице, *к.к.* – кремневая клетка. Масштабная линейка – 200 мкм.

Таблица 2. Физико-химические показатели качества зерна и физические свойства теста из муки зерна гибридов *x Tritigrigia cziczinii* x *Elymus farctus* урожая 2018 г.

Образец	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Клейковина		Содержание белка в зерне, %	Показатель седиментации, мл	Число падения, сек.	Водопоглотительная способность муки, %	Степень разжижения теста, е.ф.	Валориметрическая оценка е.в.
			Содержание в муке, %	Качество ИДК, ед.						
Московская 39	41,0	65	41,2	86	16,2	42	175	58,4	60	56
f11814	31,2	8	41,0	74	18,1	54	161	52,2	40	56
f9714	26,6	14	45,0	80	18,3	45	162	56,3	30	60
HCP ₀₅	8,3	77,85	5,6	15,2	2,9	15,5	19,4	7,8	38	5,7

Отдаленная гибридизация

Таблица 3. Хлебопекарные свойства и смесительная ценность муки из зерна гибридов *x Trititrigia cziczinii x Elymus farctus* урожая 2018 г.

Образец	Объёмный выход хлеба		Внешний вид хлеба, балл	Пористость мякиша, балл	Общая хлебопекарная оценка, балл
	см ³	балл			
Московская 39	580	4	4,3	4,0	4,4 (хор.)
f11814	700	5	4,8	4,0	4,6 (отл.)
f9714	660	5	4,2	4,0	4,4 (хор.)
Фортуна	480	2	3,7	4,0	3,5 (вп.удовлет.)
Фортуна+ f11814	580	4	4,7	4,0	4,4 (хор.)
Фортуна + f9714	600	4	4,3	5,0	4,6 (отл.)
HCP ₁₅	79,6	1,15	0,41	0,43	0,43

показатели качества зерна f- гибридов. Зерно красное, по форме удлиненное, некрупное, низкостекловидное. По этим показателям, характеризующим мукомольные свойства, f- гибриды уступают Московской 39.

Хлебопекарные качества зерна f- гибридов оценивались как по косвенным показателям: седиментационной характеристике, содержанию клейковины и её качеству, физическим свойствам теста, – так и по основному показателю – результату пробной лабораторной выпечки (табл. 3).

Седиментационный метод, основанный на способности клейковинных белков набухать в растворах слабых кислот, позволяет характеризовать сорта пшеницы по признаку количества и качества клейковины в муке, отражая при этом «силю» муки. По показателю седиментации можно судить о физических свойствах теста и хлебопекарных достоинствах муки, т.к. коэффициент корреляции между ним и показателями, определяющими эти свойства – валориметрической оценкой и объёмным выходом хлеба составил от 0,66 до 0,96 и 0,92 [20]; 0,97 и 0,96 [21] соответственно. По числу седиментации f11814 - 54 мл, f 9714 – 45 мл изученные гибриды и стандарт определяются как образцы с хорошим качеством клейковины и хорошим значением «силы» муки, а, следовательно, и с хорошими хлебопекарными свойствами. Муку из зерна такой пшеницы используют в хлебопечении в чистом виде.

Одним из определяющих показателей качества зерна пшеницы является содержание клейковинных белков в зерне и муке, полученной после помола зерна, и её качество. От значения этих показателей зависит качество и выход пшеничного хлеба. Гибриды f11814 (41%), f 9714 (45%) урожая 2018 г. сформировали большое количество клейковины в муке. По качеству клейковина f11814 относится к I группе (74 ед. ИДК), f 9714 – ко II группе, но при этом по показателю ИДК – 80 ед. незначительно отстает от верхней границы этой группы, то есть наблюдается тенденция укрепления клейковины. Московская 39 содержит 41,2 % клейковины II группы качества (ИДК – 86 ед.) в муке. Изученные гибриды имеют высокое содержание белка в зерне (f11814 – 18,1%, f9714 – 18,3%), что определяет их питательную ценность. По этому показателю они на 1,9% и 2,1% превышают Московскую 39 (16,2%).

Хлеб по-прежнему остаётся одним из продуктов питания, потребляемых ежедневно. В настоящее время наша страна обеспечена зерном пшеницы, но зерна сильной и ценной по качеству пшеницы производится недостаточно. В связи с этим, для получения стандартного хлеба широко применяются хлебопекарные улучшители, которые в основном являются искусственными веществами. Однако, проблему низкого содержания растительного белка в хлебе, определяющего питательную ценность продукта, они не решают [22].

Тем не менее, генетический потенциал гибридов, полученных методом отдаленной гибридизации, позволяет удовлетворить требования, предъявляемые хлебопекарной отраслью к пшенице по содержанию белка, количеству и качеству клейковины, а также по смесительной ценности муки.

Погодные условия в вегетационный период кардинальным образом влияют на формирование качества зерна. Избыточное количество осадков в предуборочный период приводит к прорастанию зерна на корню. В основном, это скрытое прорастание, обусловленное повышенной активностью амилолитических ферментов. Показатель числа падения определяет степень повреждения зерна при прорастании.

Зерно пшеницы относится к полноценному при ЧП 151–200 с. Активность а-амилазы считается высокой при ЧП менее 150 с. Зерно с таким ЧП не соответствует требованиям, предъявляемым к продовольственному зерну. Число падения зерна f11814 и f9714 урожая 2018 г. было в пределах требуемой нормы: 161 с и 162 с соответственно. Число падения у Московской 39 – 175 с.

Учитывая полноценность зерна гибридов и достаточное количества предоставленного материала, у f- гибридов урожая 2018 года были оценены физические свойства теста на фаринографе Брабендера.

По степени разжижения теста гибриды и стандарт отвечают требованиям сильной пшеницы – f11814 (40 е.ф.) – хороший улучшитель, f9714 (30 е.ф.) – отличный улучшитель, Московская 39 (60 е.ф.) удовлетворительный улучшитель.

Гибриды имеют низкую водопоглотительную способность (ВПС) муки, f11814 – 52, 2%, f9714 – 56,3% при 58,

Отдаленная гибридизация

4 % у Московской 39, что влияет на хлебопекарные свойства, снижая выход хлеба. Такой характерной особенностью обладают сорта многолетней пшеницы, один из которых является материнским родителем f- гибридов. У всех сортов многолетней пшеницы ВПС на 3–8 % меньше, чем у стандартных сортов озимой пшеницы [23, 24].

У Московской 39 урожая 2018 г. ВПС (58,4%) на 6,2% выше, чем у f11814 и на 2,1% выше, чем у f9714.

Обобщающим показателем физических свойств теста служит валориметрическая оценка, характеризующая силу муки. По валориметрической оценке f11814 – 56 е.в., f9714 – 60 е.в., Московская 39 – 56 е.в. отвечают требованиям ценной пшеницы.

Основным методом оценки хлебопекарных достоинств пшеницы является пробная лабораторная выпечка хлеба (табл. 2). По результатам пробной выпечки наибольший объемный выход хлеба у образца f11814 – 700 см³ у f9714 – 660 см³ при 580 см³ у Московской 39.

По внешнему виду хлеб гибридов различался. У f11814 поверхность ровная, светло-коричневая, форма овальная. У f9714 форма полуовальная, поверхность ровная, цвет корки более светлый. По состоянию мякиша различий не отмечено – мякиш хлеба у гибридов эластичный, быстро восстанавливаемый, с ярко выраженным желтоватым оттенком. Пористость тонкостенная, неравномерная. Вкус и аромат хлеба у гибридов соответствует пшеничному хлебу. По общей хлебопекарной оценке f11814 (4,7 балла) отвечает требованиям сильной пшеницы, f9714 (4,4 балла) – ценной. Московская 39 по результатам выпечки – ценная пшеница.

В связи с высоким содержанием клейковины в муке, хорошими и отличными характеристиками физических свойств теста и общей хлебопекарной оценкой – была изучена смесительная ценность f- гибридов. Мука из зерна гибридов f11814 и f9714 была использована в качестве улучшителя при выпечке хлеба из смеси с мукой сорта Фортуна (селекции Ставропольского НИИСХ – филлер).

При добавлении к муке пшеницы Фортуна 50% муки f11814 значительно улучшилось качество хлеба реципиента. Объемный выход увеличился на 100 см³, улучшился внешний вид, общая хлебопекарная оценка выросла на 0,9 балла, что позволило оценить хлеб из смеси как хлеб хорошего качества при вполне удовлетворительной (3,5 балла) оценке при выпечке из муки сорта Фортуна в чистом виде. При добавлении к муке пшеницы Фортуна 50% муки f9714, увеличился объемный выход хлеба на 120 см³, улучшился внешний вид и состояние мякиша. Общая хлебопекарная оценка увеличилась на 1,1 балла. Хлеб из смеси муки сорта Фортуна и f9714 получил отличную общую хлебопекарную оценку 4,6 балла.

По общей хлебопекарной оценке гибриды f11814 (4,6 балла) – сильная пшеница и f9714 (4,4 балла) – ценная пшеница - отличались незначительно – на 0,2 балла, тем не менее, это позволило отнести их к разным категориям качества. Однако, по содержанию клейковины в муке f11814 – 41,0%, f9714 – 45%, влагопоглотительной способности (ВПС) – 52,2% и 56,3%, степени разжижения теста

40 е.ф. и 30 е.ф. (соответственно) – f9714 имел лучшие показатели, что повлияло на его смесительную ценность.

Кроме того, хлеб из смеси муки f11814 и Фортуна ни по одному из показателей хлебопекарной оценки качества не превысил оценок улучшителя – f11814. Хлеб из смеси f9714 и Фортуна по объемному выходу хлеба ниже на 60 см³, а по внешнему виду и пористости хлеба превышает на 0,1 балла и 1 балл (соответственно) оценки улучшителя – f9714. В результате хлеб из смеси имеет отличную (4,6 балла) общую хлебопекарную оценку при хорошей (4,4 балла) у f9714 (улучшитель). Свойством улучшать хлебопекарные качества реципиента, получая при этом хлеб с более высокими хлебопекарными характеристиками, чем у самого улучшителя, обладают сильные пшеницы.

Таким образом, зерно изученных гибридов содержит много белка – f11814 – 18,1 %, f9714 – 18,3 %, что обуславливает их питательную ценность, и клейковины в муке – 41 и 45% соответственно, которая играет определяющую роль в хлебопечении. По физическим свойствам теста и общей хлебопекарной оценке изученные образцы отвечают требованиям сильной и ценной пшеницы и обладают улучшающими свойствами. Гибрид f9714 имеет более эффективную смесительную ценность, чем f11814.

Следовательно, муку изученных гибридов f11814 и f9714 можно использовать в хлебопечении как в чистом виде, так и в смесях в качестве естественных улучшителей, получая при этом хлеб хорошего и отличного качества.

Таким образом, изученные гибриды F₁ x *Trititrigia seczinii* x *Elymus farctus* являются октопloidами с наследственным материалом пшеницы и пырея. У образца f9714 представлены все хромосомы пшеницы и 7 пар хромосом от разных геномов пырея. Образец f11814 сильно отличается по составу генома и является нуллиБА-тетрабД-сомиком. Сходство элементов микроструктуры поверхности листьев позволяет предположить наличие у гибридов части генома *E. farctus*. Основным достоинством образцов f9714 и f11814 является хорошее качество зерна. При этом они соответствуют основным требованиям, которым должны удовлетворять доноры – сравнительно легко передают указанный признак растению-реципиенту без передачи нежелательных признаков. [25]. Некоторые отрицательные черты указанных гибридов (продолжительный – около 165 дней – период вегетации, мелкое зерно и более тугой, чем у мягкой пшеницы, обмолот и неравномерное созревание колосьев) не сцеплены с качеством зерна и не проявляются, либо проявляются слабо у потомства при скрещивании с мягкой пшеницей. Гибриды f9714 и f11814 легко скрещиваются с пшенично-пырейными гибридами и различными сортами мягкой пшеницы, давая фертильное потомство [26] и, следовательно, перспективны при селекции пшеницы на качество зерна.

Выводы

1. Изучение хромосомного набора гибридов f9714 и f11814 показывает, что указанные образцы x *Trititrigia* x

Отдаленная гибридизация

Elymus farctus типа *x* *Trititrigia* являются новой формой *x* *Trititrigia*.

2. Микроморфология листьев гибридов f9714 и f11814 имеет явное сходство с *Elymus farctus*, что свидетельствует о вероятной интрогрессии части генетического материала *E. farctus* в геном *x* *Trititrigia*.

3. Муку образцов f9714 и f11814 можно использовать в хлебопечении как в чистом виде, так и в смесях в качестве естественных улучшителей.

4. Перспективные образцы f9714 и f11814 являются донорами признака хорошего качества зерна и могут быть использованы в селекции пшеницы на качество.

Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№19-119012390082-6).

Список литературы

1. Першина Л.А. Хромосомная инженерия растений – направление биотехнологии // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 1. С. 138–146.
2. Гончаров. Н.П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей. Новосибирск: ГЕО. 2012. 523 с.
3. Банникова В.П. Цитоэмбриология межвидовой несовместимости у растений. Киев: Наукова думка. 1975. 284 с.
4. Лошакова П.О., Фисенко А.В., Калмыкова Л.П., и др. Межродовые гибриды *x* *Trititrigia cziczinii* *x* *Elymus farctus* и перспективы их использования в селекции // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 9. С. 8–31.
5. Gill B.S., Friebe B., Endo T.R. Standard karyotype and nomenclature system for description of chromosome bands and structural aberrations in wheat (*Triticum aestivum*) // Genome. 1991. Vol. 34. Pp. 830–839.
6. Рябченко А.С., Бабуша А.В. Применение термопасты в качестве kleящего и теплопроводящего состава при исследовании биологических образцов на сканирующем электронном микроскопе с использованием замораживающей приставки / Заявка на изобретение № 2010108947/28, 11.03.2010 // Патент RU. № 2445660. 2011. С. 2.
7. Metcalfe C.R. Anatomy of the monocotyledons. 1. Gramineae. Oxford : Clarendon Press, 1960. 731 p.
8. Ellis R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in Poaceae. The leaf blade as viewed in transverse section // Bothalia. 1976. Vol. 12. Pp. 65–109.
9. Ellis R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. II. The epidermis as seen in surface view // Bothalia. 1979. Vol. 12(4). Pp. 641–671.
10. Методические материалы Государственной комиссии по сортопротивлению сельскохозяйственных культур. Вып. 1-2. М.: Колос, 1971. 57 с.
11. Salina E.A., Adonina I.G., Badaeva E.D., et al. A *Thinopyrum intermedium* chromosome in bread wheat cultivars as a source of genes conferring resistance to fungal diseases // Euphytica. 2015. Vol. 204. Pp. 91–101.
12. Friebe B., Zeller F.J., Mukai Y., Forster B.P., Bartos P., McIntosh R.A. Characterization of rust-resistant wheat-*Aegypyron intermedium* derivatives by C-banding, in situ hybridization and isozyme analysis // Theor Appl Genet. 1992. Vol. 83. Pp. 775–782.
13. Cui Y., Zhang Y., Qi J., Wang H., Wang R.R.C., Bao Y., Li X. Identification of chromosomes in *Thinopyrum intermedium* and wheat *Th. intermedium* amphiploids based on multiplex oligonucleotide probes // Genome. 2018. Vol. 61. Pp. 515–521.
14. Gordeeva E., Badaeva E., Yudina R., et al. Marker-assisted development of a blue-grained substitution line carrying the *Thinopyrum ponticum* chromosome 4Th(4D) in the spring bread wheat Saratovskaya 29 background // Agronomy. 2019. Vol. 9. Pp. 723.
15. Цицин Н.В. Многолетняя пшеница. М.: Наука. 1978. 288 с.
16. Grigore M.-N., Toma C., Boșcaiu M. Ecological implications of bulliform cells on halophytes, in salt and water stress natural conditions // Analele științifice ce ale Universității "Al. I. Cuza" la și Tomul LVI. Biologie vegetală. 2010. Vol. 2 (IIa). Pp. 5–15.
17. Al-maskri A., Hameed M., Khan M.M. Morphological characterization and structural features for high drought tolerance in some Omani wheat landraces // International conference on food and agricultural sciences IPCBEE. 2013. Vol. 55. Pp. 23–27.
18. Ahmad F., Hameed M., Ahmad K.S., Ashraf M. Significance of Anatomical Markers in Tribe Paniceae (Poaceae) from the Salt Range, Pakistan // Int. Journ. Agric. Biol. 2015. Vol. 17 (2). Pp. 271–279.
19. Лошакова П.О., Калмыкова Л.П., Упельник В.П. Качество зерна гибридов *F₁*, полученных от скрещивания НППАД с *Elymus farctus* Runemark ex Melderis // Бюл. Гл. ботан. сада. 2016. Вып. 202, № 1. С. 52–56.
20. Беркутова Н.С., Швецова И.А. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов её переработки. М.: Колос, 1984. 223 с.
21. Самсонов М.М., Рыжкова Н.Н. Метод седиментации в применении к оценке качества сортов пшеницы // Вопросы качества зерна и методов его переработки. 1964. С. 55–60.
22. Мелешкина Е.П. О необходимости производства зерна пшеницы – улучшителя // Хлебопродукты. 2018. №12. С.18–20.
23. Долгова С.П., Кузнецова Н.Л., Калмыкова Л.П. Технологические свойства зерна промежуточных пшенично-пырейных гибридов // Отдаленная гибридизация. Результаты исследований. 2001. С. 92–104.
24. Долгова С.П., Кузнецова Н.Л., Калмыкова Л.П. Мукомольно-хлебопекарные свойства промежуточных пшенично-пырейных гибридов // Отдаленная гибридизация. Современное состояние и перспективы развития. 2003. С.83–85.
25. Мережко А.Ф. Проблема доноров в селекции растений. СПб.: ВНИИР, 1994. 128 с.
26. Калмыкова Л.П., Лошакова П.О., Фисенко А.В., и др. Гибриды младших поколений (*x* *Trititrigia* *x* *E.farctus*) *x* *Triticum aestivum* // Бюл. Гл. ботан. сада. 2019. Вып.205, № 4. С. 48–56.

References

1. Pershina L.A. Khromosomnaya inzheneriya rasteniy – napravlenie biotekhnologii [Plant chromosomal engineering-a branch of biotechnology] // Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii [Vavilov journal of genetics and plant breeding]. 2014. Vol. 18(1). Pp. 138–146.
2. Goncharov N.P. Sravnitel'naya genetika pshenits i ikh sorodichey. [Comparative genetics of wheat and their related species]. Novosibirsk: Akademicheskoe izdatelstvo, [Academic Publishing House Geo]. 2012. 523 p.
3. Bannikova V.P. Tsitoembriologiya mezhvidovoy nesovmestimosti u rasteniy. [Cytoembryology of interspecific incompatibility in plants]. Kiev: Naukova dumka. 1975. 284 p.
4. Loshakova P.O., Fisenko A.V., Kalmykova L.P., et al. Mezhrodovye gibridy *x* *Trititrigia cziczinii* *x* *Elymus farctus* i perspektivy ikh ispolzovaniya v selektsii [Intergeneric hybrids *x* *Trititrigia cziczinii* *x* *Elymus farctus* and prospects for their use in breeding] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Advances in science and technology of Agro-Industrial Complex]. 2018. Vol. 32 (9). Pp. 29–31.
5. Gill B.S., Friebe B., Endo T.R. Standard karyotype and nomenclature system for description of chromosome bands and structural aberrations in wheat (*Triticum aestivum*) // Genome. 1991. Vol. 34. Pp. 830–839.
6. Ryabchenko A.S., Babusha A.V. Primenenie termopasty v kachestve klejashchego i teploprovodyashchego sostava pri

Отдаленная гибридизация

issledovanii biologicheskikh obrazcov na skaniruyushchem elektronnom mikroskope s ispol'zovaniem zamorazhivayushchey pristavki. [The use of thermal paste as an adhesive and heat-conducting composition in the study of biological samples on a scanning electron microscope using a freezing attachment] / Zayavka na izobretenie. [Application for the invention] № 2010108947/28, 11.03.2010 // Patent RU. № 2445660. 2011. P.2.

7. Metcalfe C.R. Anatomy of the monocotyledons. I. Gramineae. Oxford : Clarendon Press. 1960. 731 p.

8. Ellis R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in Poaceae. The leaf blade as viewed in transverse section // Bothalia. 1976. Vol. 12. Pp. 65–109.

9. Ellis R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. II. The epidermis as seen in surface view // Bothalia. 1979. Vol. 12(4). Pp. 641–671.

10. Metodicheskie materialy Gosudarstvennoy komissii po sortospytaniyu selskokhozyaystvennykh kultur [Methodological materials of the State Commission for variety testing of agricultural crops]. Vypusk [issue] 1-2. M.: Kolos. 1971. 57 p.

11. Salina E.A., Adonina I.G., Badaeva E.D., et al. *Thinopyrum intermedium* chromosome in bread wheat cultivars as a source of genes conferring resistance to fungal diseases // Euphytica. 2015. Vol. 204. Pp. 91–101.

12. Friebe B., Zeller F.J., Mukai Y., et al. Characterization of rust-resistant wheat-*Agropyron intermedium* derivatives by C-banding, in situ hybridization and isozyme analysis // Theor Appl Genet. 1992. Vol. 83. Pp. 775–782.

13. Cui Y., Zhang Y., Qi J., et al. Identification of chromosomes in *Thinopyrum intermedium* and wheat *Th. intermedium* amphiploids based on multiplex oligonucleotide probes // Genome. 2018. Vol. 61. Pp. 515–521.

14. Gordeeva E., Badaeva E., Yudina R., et al. Marker-assisted development of a blue-grained substitution line carrying the *Thinopyrum ponticum* chromosome 4Th(4D) in the spring bread wheat Saratovskaya 29 background // Agronomy. 2019. Vol. 9. Pp. 723.

15. Tsitsin N.V. Mnogoletnaya pshenitsa [Perennial wheat]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House Science]. 1978. 287 p.

16. Grigore M.-N., Toma C., Boșcaiu M. Ecological implications of bulliform cells on halophytes, in salt and water stress natural conditions // Analele științifice ale Universității "Al. I. Cuza" la și Tomul LVI. Biologie vegetală. 2010. 2(IIa). Pp. 5–15.

17. Al-maskri A., Hameed M., Khan M.M. Morphological characterization and structural features for high drought tolerance in some

Omani wheat landraces // International conference on food and agricultural sciences IPCBEE. 2013. Vol. 55. Pp. 23–27.

18. Ahmad F., Hameed M., Ahmad K.S., Ashraf M. Significance of anatomical markers in tribe Paniceae (Poaceae) from the Salt Range, Pakistan // Int. J. Agric. Biol. 2015. Vol. 17 (2). Pp. 271–279.

19. Loshakova P.O., Kalmykova L.P., Upelniek V.P. Kachestvo zerna gibrividov, poluchennykh ot skreshhivaniya NPPAD s *Elymus farctus* Runemark ex Melderis [Grain quality of hybrids F5 obtained by crossing incomplete Wheat-Wheatgrass Amphidiploids(WWAD) with *Elymus farctus* Runemark ex Melderis] // Byul. Glavnogo botanicheskogo sada. [Bul. Main Botanical Garden]. 2016. Is. 202, N 1. Pp. 52–56.

20. Berkutova N.S., Shvetsova I.A. Tekhnologicheskie svoystva pshenitsy i kachestvo produktov ego pererabotki [Technological properties of wheat and the quality of its processed products]. M.: Kolos. 1984. 223 p.

21. Samsonov M.M., Ryzhkova N.N. Metod sedimentatsii v primenenii k otsenke kachestva sortov pshenitsy [Sedimentation method applied to the assessment of the quality of wheat varieties] // Voprosy kachestva zerna i metodov ego pererabotki. [Issues of grain quality and processing methods]. 1964. Pp. 55–60.

22. Meleshkina E.P. O neobkhodimosti proizvodstva zerna pshenicy – uluchshatelya [On the need to produce wheat grain-improver] // Khleboprodukty. [Bread products]. 2018. Vol. 12. Pp. 18–20.

23. Dolgova S.P., Kuznecova N.L., Kalmykova L.P. Tekhnologicheskie svoystva zerna promezhutochnykh pshenichno-pyrejnyh gibrividov [Technological properties of grain of intermediate wheat-Wheatgrass hybrids] // Otdalennaya gibrividaciya. Rezul'taty issledovanij. [Remote hybridization. Research results]. 2001. Pp. 92–104.

24. Dolgova S.P., Kuznecova N.L., Kalmykova L.P. Mukomol'no-hlebopекарные свойства промежуточных пшенично-пыреиновых гибридов [Flour and baking properties of intermediate wheat-couch grass hybrids] // Otdalennaya gibrividaciya. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya. [Remote hybridization. Current state and prospects of development]. 2003. Pp. 83–85.

25. Merezhko A.F. Problema donorov v selekcii rastenij [The problem of donors in plant breeding]. SPb.: VNIIR, 1994. 128 p.

26. Kalmykova L.P., Loshakova P.O., Fisenko A.V., et al. Gibrividы mладших поколений (*xTrititrigia x E.farctus*) *x Triticum aestivum* [Hybrids of younger generations (*xTrititrigia x E.farctus*) *x Triticum aestivum*] // Byul. Glavnogo botanicheskogo sada. [Bul. Main Botanical Garden]. 2019. Is. 205, N 4. Pp. 48–56.

Информация об авторе

Лошакова Павла Олеговна, канд. биол. наук, н. с.
E-mail: pavla.loshakova@gmail.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва
127276, Российская Федерация, Москва, Ботаническая ул. 4,
Бадаева Екатерина Дмитриевна, д-р биол. наук, вед. н.с.
e-mail: katerinabadaeva@gmail.com
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва
119991, Российская Федерация, Москва, ул. Губкина, д. 3
Геворкян Маргарита Мартиновна, канд. биол. наук, н.с.
E-mail: m_13@list.ru
Калмыкова Любовь Петровна, н.с.
Бабушка Александр Валентинович, д-р. биол. наук, зав. лабораторией
E-mail: phimmunitet@yandex.ru
Упельник Владимир Петрович, канд. биол. наук, директор, зав. отделом

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

Information about the author

Loshakova Pavla Olegovna, Cand. Sci. Biol., Researcher
E-mail: pavla.loshakova@gmail.ru
Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow
27276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya str., 4
Badaeva Ekaterina Dmitrievna, Dr. Sci. Biol., Leading Researcher
E-mail: katerinabadaeva@gmail.com
Federal State Budgetary Institution for Science Vavilov Institute of General Genetics RAS, Moscow
119991, Russian Federation, Moscow, Gubkina str., 3
Gevorkyan Margarita Martinovna, Cand. Sci. Biol., Researcher
E-mail: m_13@list.ru
Kalmykova Lyubov Petrovna, Researcher
Babushka Aleksandr Valentinovich, Dr. Sci. Biol., Head of Laboratory
E-mail: phimmunitet@yandex.ru
Upelniek Vladimir Petrovich, Cand. Sci. Biol., Director, Head of Department
Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow
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 расшифровать, 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 озаглавливается 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, учение 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 публикаций 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.



Рис. 4. Лист *Reynoutria × bohemica*, повреждённый улиткой-каменотёсом *Helicigona lapicida*



Рис. 5. Гусеница капустной совки *Mamestra brassicae* на *Reynoutria × bohemica*



Рис. 6. Проявление Cucumber mosaic Cucumovirus на *Reynoutria × bohemica*



Рис. 7. Симптомы смешанной инфекции Tobacco mosaic Tobamovirus и Cucumber mosaic Cucumovirus на *Reynoutria × bohemica*



Рис. 8. Повреждения *Reynoutria × bohemica* гречишной листоблошкой *Aphaulara exilis* на фоне симптомов Tobacco ringspot Nepovirus

Иллюстративный материал к статье Кулиной А.Г., Каштановой О.А., Ткаченко О.Б., Келдыш М.А., Червяковой О.Н..
«Фитосанитарный мониторинг инвазионных видов гибридогенного комплекса *Reynoutria* Houtt.
(*Polygonaceae*)»