

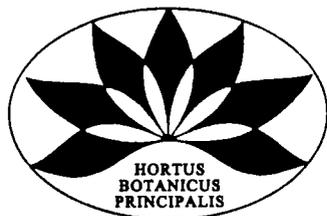


БЮЛЛЕТЕНЬ
ГЛАВНОГО
БОТАНИЧЕСКОГО
САДА

2/2017

(Выпуск 203)





БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

2/2017 (Выпуск 203)

ISSN: 0366-502X

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

- Г.Л. Коломейцева, С.Ю. Золкин, Л.В. Озерова**
Редкие тропические и субтропические растения
в коллекции Фондовой оранжереи ГБС РАН3
- Г.М. Дьякова, А.В. Гусев, Н.А. Мамаева**
Редкие сорта пиона (*Paeonia* L.) в современной коллекции отдела
декоративных растений ГБС РАН18

СЕЛЕКЦИЯ, БИОТЕХНОЛОГИЯ

- В.П. Криворучко, Ю.Н. Горбунов**
Некоторые итоги селекции яблони в ГБС РАН23
- С.М. Градсков**
Спонтанные гибриды представителей гибридных родов
×Triticale Wittmak. и *×Trititrigia* Tzvel28
- П.О. Лошакова, Л.П. Калмыкова, А.В. Фисенко, Н.Л. Кузнецова,
В.П. Упелник**
Новые формы пшенично-пырейных гибридов, полученные в ГБС РАН,
и перспективы их использования в селекции на качество зерна34
- Д.А. Егорова, Ю.Н. Горбунов, О.И. Молканова**
Особенности размножения белоцветковой формы *Chamaenerion
angustifolium* (L.) Scop. в культуре in vitro42

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- М.А. Келдыш, О.Н. Червякова**
Распространение вредных организмов на инвазионных видах растений49
- О.А. Каштанова, Ю.С. Данилова, Л.Ю. Трейвас, О.Б. Ткаченко**
Вредоносность ложной мучнистой росы хмеля и поиск устойчивых
к патогену сортов55
- А.Г. Куклина, О.А. Каштанова, Л.Ю. Трейвас**
Энтомо-фитопатологический мониторинг видов рода
Chaenomeles Lindl. в ГБС РАН61

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

- В.В. Кондратьева, М.В. Семенова, Л.С. Олехнович,
Н.Н. Данилина, Т.В. Воронкова**
Гормональные аспекты устойчивости тюльпанов к грибным болезням
при выращивании растений без ежегодной выкопки70
- Т.А. Курдей, И.Н. Борисова**
Эффективность регуляторов роста при размножении сортов
Thuja occidentalis L.74

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:
Демидов А.С., доктор биологических
наук, профессор, Россия

Редакционная коллегия:
Беляева Ю.Е., канд. биол. наук, Россия
Бондорина И.А., доктор биол. наук, Россия
Виноградова Ю.К., доктор биол. наук
Россия

Горбунов Ю.Н., доктор биол. наук,
(зам. гл. редактора), 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
Червченко Т.М., доктор биол. наук,
проф., Украина
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
Ивашкин Д.Г.

Адрес редакции:
107258, Москва,
Альмов пер., д. 17, корп. 2
«Издательство, редакция журнала
"Бюллетень Главного
ботанического сада"»
Тел.: +7 (499) 168-24-28
+7 (499) 977-91-36
E-mail: bul_mbs@mail.ru
bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Подписано в печать 29.05.2017 г.
Формат 60x88 1/8. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл.-печ. л. 12.4.
Уч.-изд. л. 14.5. Заказ № 873
Тираж 300 экз.

Оригинал-макет и электронная
версия подготовлены
ООО «Научтехлитиздат»
Отпечатано в типографии
ООО «Научтехлитиздат».
107258, Москва, Альмов пер., д. 17, стр. 2
www.tgizd.ru



BULLETIN MAIN BOTANICAL GARDEN

2/2017 (Выпуск 203)

ISSN: 0366-502X

CONTENTS

INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION

- G.L. Kolomeitseva, S.Yu. Zolkin, L.V. Ozerova**
Rare tropical and subtropical plants in collection of the Stock Greenhouse in the Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences.....3
- G.M. Dyakova, A.V. Gusev, N.A. Mamaeva**
The rare varieties of peony (*Paeonia* L.) in collection of the Department of ornamental plants MBG RAS18

SELECTION, BIOTECHNOLOGY

- V.P. Krivoruchko, Yu.N. Gorbunov**
Some results of apple breeding in the MBG RAS23
- S.M. Gradskov**
Spontaneous hybrids in the hybrid genera \times *Triticale* Wittmak. and \times *Trititrigia* Tzvel.28
- P.O. Loshakova, L.P. Kalmykova, A.V. Fisenko, N.L. Kuznetsova, V.P. Upelnik**
New forms of wheat-wheatgrass hybrids, created in the MBG RAS, and the prospects of their use in breeding for grain quality.....34
- D.A. Egorova, Yu.N. Gorbunov, O.I. Molkanova**
Propagation of white flower form of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. under cultivation in vitro42

PLANT PROTECTION

- M.A. Keldysh, O.N. Chervyakova**
Spreading of harmful organisms on invasive plant species49
- O.A. Kashtanova, Yu.S. Danilova, L.Yu. Treivas, O.B. Tkachenko**
The harmful activity of downy mildew of hop and scientific research of varieties resistant to the pathogen55
- A.G. Kuklina, O.A. Kashtanova, L.Yu. Treivas**
Entomological and phytopathological monitoring of *Chaenomeles* Lindl. species in the Main Botanical Garden RAS61

PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

- V.V. Kondrat'eva, M.V. Semenova, L.S. Olecknovich, T.V. Voronkova, N.N. Danilina**
Hormonal aspects of tulip resistance to fungal diseases under long-term cultivation70
- T.A. Kirdey, I.N. Borisova**
The efficiency of growth regulators in propagation of *Thuja occidentalis* L. varieties74

Founders:

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

Publisher:

Ltd. «Nauchtehlitizdat»

The Journal is Registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications Information Technologies and Mass Communications (Roskomnadzor).
Certificate of Print Media Registration № Фс77-46435

Subscription Numbers:

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

Editor-in-Chief

Demidov A.S., Dr. Sci. Biol., Prof.

Editorial Board:

Belyaeva Yu.E., Cand. Sci. Biol.
Bondorina I.A., Dr. Sci. Biol.
Vinogradova Yu.K., Dr. Sci. Biol.
Gorbunov Yu.N., Dr. Sci. Biol., (Deputy Editor-in-Chief)
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.
Cherevchenko T.M., Dr. Sci. Biol., Prof.
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

Ivashkin D.G.

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 29.05.2017

Format: 60×88 1/8

Text Magazine Paper. Offset Printing
12,4 Conventional Printer's Sheets
14,5 Conventional Publisher's Signatures
The Order № 873
Circulation: 300 Copies

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

Г.Л. Коломейцева

д-р биол. наук, вед.н.с.

E-mail: kmimail@mail.ru

С.Ю. Золкин

канд. биол. наук, ст.н.с.

E-mail: szolkin@mail.ru

Л.В. Озерова

канд. биол. наук, ст.н.с.

E-mail: lyozerova@yandex.ru

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

Редкие тропические и субтропические растения в коллекции Фондовой оранжереи ГБС РАН

В статье приведены данные о редких растениях из ряда коллекций отдела тропических и субтропических растений ГБС РАН, занесенных в списки IUSN и CITES. Обсужден статус редких видов из семейств Orchidaceae, порядка Cycadales и целой группы редких видов южноафриканской и намибийской флоры. Разработаны списки видов из коллекции Фондовой оранжереи ГБС РАН, находящихся на грани полного вымирания (*Critically Endangered*), активно вымирающих (*Endangered*) и уязвимых (*Vulnerable*) согласно спискам IUSN Red List и CITES. Приведены данные об их ареалах и экологии, приблизительном числе популяций и экземпляров, изложены вероятные причины сокращения численности в природе и возможности охраны в заповедниках и национальных парках.

Ключевые слова: редкие виды растений, ареал, популяция, сохранение биоразнообразия *ex-situ*, коллекция оранжерейных растений.

G.L. Kolomeitseva

D-r.Sci.Biol. Leader Researcher

E-mail: kmimail@mail.ru

S.Yu. Zolkin

Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

E-mail: szolkin@mail.ru

L.V. Ozerova

Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

E-mail: lyozerova@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution for Science

Main Botanical Garden named after N.V.Tsitsin

RAS, Moscow

Rare tropical and subtropical plants in collection of the Stock Greenhouse in the Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences

The article presents data on number rare plants in the Department of tropical and subtropical plants MBG RAS, registered in IUSN and CITES. The status of rare species in the family of Orchidaceae, in the order of Cycadales and in the group of rare species of South African and Namibian flora has been discussed. The lists of critically endangered species, endangered and vulnerable ones have been prepared according to the IUSN Red List and CITES. The data on natural ranges, ecology, natural populations, probable causes of mortality in nature, and the possibilities of plant protection in reserves and national parks are given.

Keywords: rare plant species, habitat, population, biodiversity conservation *ex situ*, the collection of greenhouse plants

Введение

Крупные оранжереи ботанических садов, наряду с научными исследованиями и популяризацией знаний о растениях тропиков и субтропиков, призваны участвовать в мероприятиях по защите, размножению и реинтродукции редких и быстро исчезающих из природных популяций видов. Сегодня наиболее уязвимые виды растений включены в Красную Книгу МСОП (*IUCN Red List of Threatened Plants*), выпуск которой в 1964 г. начала Комиссия по выживанию видов (*Species Survival Commission* или *SSC*) из Международного Союза Охраны Природы или МСОП (*International Union for the Conservation of Nature* или *IUCN*). Кроме того, для защиты природных популяций животных и растений в 1973 г. была принята Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой уничтожения (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* или *CITES*).

Комиссией *IUCN* была разработана классификация редкости для видов животных и растений из катастрофически быстро вымирающих аборигенных флор. Принятая система категорий, терминология и толкование основных понятий регулярно публикуются в ряде постоянно изменяемых и дополняемых версий *IUCN SSC* [1]. Последняя версия (version 8.1) была опубликована в августе 2010 г. Согласно *IUCN Red List* в понятие Threatened (угрожающий) входят 3 категории – Critically Endangered (CR) – находящиеся на грани полного вымирания в природе, Endangered (EN) – активно вымирающие, Vulnerable (VU) – уязвимые виды. Кроме того, выделены также виды, активно сокращающие свою численность – Near Threatened (NT) и виды, не проявляющие тенденции к вымиранию – Least Concern (LC).

Первые растения, сегодня имеющие разные статусы редкости, были получены в 1946-1954 гг. из коллекций других ботанических садов мира еще в самом начале формирования коллекционного фонда отдела тропических и субтропических растений ГБС. В дальнейшем большую роль в пополнении редкими растениями сыграл ряд научных

экспедиций – в Индию (1961 г.), по странам Индийского и Тихого океанов на научно-исследовательском судне «Академик Вернадский» (1981 и 1986 гг.), на Кубу (1983, 1986 гг.) и другие [2]. Одна из наиболее древних представительниц голосеменных растений Австралии воллемия блистательная (*Wollemia nobilis* W.G.Jones, K.D.Hill & J.M.Allen) из семейства Агацариaceae в 2007 г. была подарена Главному ботаническому саду РАН словацкой фирмой. Отдельные экземпляры редких растений попали в коллекцию Фондовой оранжереи в результате обмена между ботаническими садами Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Сочи, Новосибирска и др. Достаточно много семян и черенков редких растений было приобретено у фирм, специализирующихся непосредственно на культивировании редких растений. Например, по каталогу Koehres в 2010 г. были закуплены семена редких представителей семейства Сactaceae. В 2014 г. у эквадорской фирмы «Ecuagenera» были закуплены редкие южноамериканские виды семейства Orchidaceae. В 2015-2016 гг. у фирмы “Родман-парк” были приобретены несколько десятков видов редких тропических и субтропических растений с разных континентов.

Редкие представители семейства орхидных (Orchidaceae Juss.)

Семейство орхидных – одно из наиболее многочисленных среди цветковых растений, по разным оценкам включает от 19 500 до 30 000 видов и около 800 родов. Из-за сложных биотических связей в растительных сообществах (микотрофии, эпифитизма, энтомофилии) орхидеи оказались очень уязвимы в условиях глобального антропогенного прессинга. Наряду с другими редкими цветковыми растениями, наиболее уязвимые виды орхидей включены в Красную Книгу МСОП (*IUCN Red List of Threatened Plants*). Кроме того, семейство орхидных сегодня целиком входит во II Приложение *CITES*, а роды *Paphiopedilum* и *Phragmipedium* полностью включены в I Приложение *CITES*.

Помимо последней версии *IUCN SSC* (version 8.1) для большинства исчезающих видов из семейства Orchidaceae

Таблица 1. Орхидеи коллекции Фондовой оранжереи ГБС с максимальным риском исчезновения из природных местообитаний

Категория <i>IUCN</i>	Статус <i>CITES</i>	Вид
Critically Endangered	Приложение I	<i>Paphiopedilum delenatii</i> Guill.
		<i>Paphiopedilum exul</i> (Ridley) Rolfe
		<i>Paphiopedilum fowliei</i> Birk
		<i>Paphiopedilum gratixianum</i> (Masters) Guill.
		<i>Paphiopedilum helenae</i> Aver.
		<i>Paphiopedilum primulinum</i> M. Wood et P. Taylor
		<i>Paphiopedilum sukhakulii</i> Schoser et Senghas
		<i>Paphiopedilum tranlienianum</i> O. Gruss & H. Permer
		<i>Paphiopedilum urbanianum</i> Fowlie
		<i>Phragmipedium richteri</i> J. Roeth & O. Gruss

Интродукция и акклиматизация

Endangered	Приложение II	<i>Panisea yunnanensis</i> S.C.Chen & Z.H.Tsi
	Приложение I	<i>Paphiopedilum appletonianum</i> (Gower) Rolfe
		<i>Paphiopedilum callosum</i> (Rchb.f.) Stein.
		<i>Paphiopedilum concolor</i> (Par.& Batem.) Pfitz.
		<i>Paphiopedilum glaucophyllum</i> J.J.Smith
		<i>Paphiopedilum haynaldianum</i> (Rchb.f.) Stein
		<i>Paphiopedilum insigne</i> (Wall. ex Lindl.) Pfitz.
		<i>Paphiopedilum malipoense</i> Chen et Tsi
		<i>Paphiopedilum spicerianum</i> Rchb.f.
		<i>Paphiopedilum venustum</i> (Wall.) Pfitz.
		<i>Phragmipedium besseae</i> Dodson & J. Kuhn
<i>Phragmipedium schlimii</i> (Linden ex Rchb.f.) Rolfe		
Vulnerable	Приложение II	<i>Ansellia africana</i> Lindl.
	Приложение II	<i>Bulbophyllum atosanguineum</i> Aver.
	Приложение I	<i>Paphiopedilum hirsutissimum</i> (Hook.) Lindl.
	Приложение I	<i>Paphiopedilum villosum</i> (Lindl.) Stein
	Приложение II	<i>Pleione formosana</i> Hay.
Least Concern	Приложение II	<i>Angraecum distichum</i> Lindl.
		<i>Brassia verrucosa</i> Bateman ex Lindl.
		<i>Bulbophyllum delitescens</i> Hance
		<i>Bulbophyllum macranthum</i> Lindl.
		<i>Catasetum barbatum</i> (Lindl.) Lindl.
		<i>Conchidium pusillum</i> Griff.
		<i>Cymbidium tracyanum</i> L.Castle
		<i>Dendrobium aloifolium</i> (Dl.) Rchb.f.
		<i>Dendrobium bensoniae</i> Rchb.f.
	Приложение I	<i>Phragmipedium longifolium</i> (Warsc. & Rchb.f.) Rolfe
		<i>Phragmipedium pearcei</i> (Rchb.f.) Sengh.et Rauh
	Приложение II	<i>Podochilus khasianus</i> Hook.f.
		<i>Pteroceras simandianum</i> (Gagnep.) Aver.
		<i>Tainia hongkongensis</i> Rolfe
		<i>Tolumnia variegata</i> (Sw.) Braem
		<i>Trichopilia turialbae</i> Rchb.f.
		<i>Vanda tessellata</i> Hook.

сегодня применяется более ранняя версия 3.1 от 2000 г. [3]. Для выявления категорий редкости видов орхидей, представленных в коллекции Фондовой оранжереи ГБС РАН, мы использовали самый последний список от 2016 г. [4], который, тем не менее, отсылает большинство видов орхидных к версии 3.1.

В настоящее время в коллекции Фондовой оранжереи насчитывается 1163 вида и подвида орхидей, из них 67 видов имеют различные категории *IUCN*, причем регулярно цветут только 44 вида (табл. 1). Все цветущие растения, включенные в *IUCN Red List* при искусственном опылении способны образовывать семена, пригодные для эмбриологических исследований, экспериментов по семен-

ному размножению *in vitro* и длительному хранению при пониженных температурах [5-7].

В коллекции Фондовой оранжереи статусы Critically Endangered (CR), Endangered (EN), Vulnerable (VU) имеют 27 видов. Еще 17 видов составляют категорию Least Concern (LC) с низким риском исчезновения, эти виды пока вызывают наименьшее беспокойство *IUCN*, но входят в региональные Красные книги со статусом Threatened.

В категорию критической угрозы полного вымирания в дикой природе (Critically Endangered или CR) входят 9 видов из рода *Paphiopedilum* (*P. delenatii* Guill., *P. exul* (Ridley) Rolfe, *P. fowliei* Birk, *P. gratrixianum* (Masters) Guill., *P. helenae* Aver., *P. primulinum* M.Wood et

P.Taylor, *P. sukhakulii* Schoser et Senghas, *P. tranlienianum* O.Gruss & H.Perner, *P. urbanianum* Fowlie) и 1 вид из рода *Phragmipedium* (*P. richteri* J.Roeth & O.Gruss.). Полный цикл онтогенеза представителей родов *Paphiopedilum* и *Phragmipedium* довольно продолжителен для травянистых растений и составляет 6–12 лет, естественное семенное возобновление сильно ограничено, а популяции постоянно истощаются из-за неумеренных коммерческих сборов и хозяйственной деятельности человека.

Paphiopedilum delenatii (CR) – очень редкий башмачок с маленьким ареалом, включающим несколько фрагментированных субпопуляций на территории Вьетнама и Китая. Предпочитает влажные, хорошо дренированные почвы, иногда растет на крутых каменистых склонах и скалах с выходом известняков. Встречается чаще в полутени, но иногда и на открытом солнце. Локусы обычно состоят из одиночных растений или маленьких групп. Всего насчитывается 4 сравнительно крупных популяции с общим числом особей 200–250 шт., и еще несколько маленьких локусов с общим числом взрослых растений 50 шт. В 1998 г. вид имел статус Extinct/Endangered (Ex/E), быстрая деградация популяций за последние годы произошла из-за неумеренных коммерческих сборов.

Paphiopedilum exul (CR) еще более редок, этот башмачок встречается в единственном местообитании площадью 4 км² в Таиланде. Растет как литофит или наземное растение на северо-восточном и восточном склонах, часто на открытом солнце, на высоте до 50 м над уровнем моря. Число взрослых растений в локусе быстро уменьшается из-за нелегального сбора, разрушения местообитания и уничтожения леса. В 1998 г. вид имел статус Endangered, в 2003 г. – был переведен в категорию Critically Endangered. Для его сохранения среди регулярных мероприятий по мониторингу популяций рекомендуется искусственное семенное размножение, реинтродукция и сохранение семян.

Paphiopedilum fowliei (CR) – эндемик о-ва. Палаван (Филиппины), описан в 1981 г. [8]. Сегодня встречается только в одном местообитании на площади менее 10 км² (<http://www.iucnredlist.org>). Растет как литофит или эпифит на покрытых гумусом и листовым опадом камнях во влажном лесу на высоте до 700 м над ур. моря.

Paphiopedilum gratixianum (CR) – исчезающий вид, приуроченный к первичным широколиственным тропическим лесам Индокитая. Основная популяция расположена на границе Лаоса и Вьетнама (включает около 100 взрослых особей на площади 1 км²). Еще несколько маленьких субпопуляций сохранилось на границе Лаоса и Таиланда, а также в Южном Китае. Есть сообщения, что за последние 10 лет число растений сократилось на 90%. Общее число взрослых растений, известных в природе, не превышает 250 шт.

Paphiopedilum helenae (CR) – локальный эндемик Северного Вьетнама. Растет в первичных вечнозеленых широколиственных лесах на влажных хорошо дренированных кристаллических известняках. Известна всего 1 фрагментированная популяция, включающая 7 локусов (6

локусов во Вьетнаме и 1 локус в Китае), распространенных на площади не более 8 км².

Paphiopedilum primulinum (CR) – очень редкий узкий эндемик севера Суматры. Литофит, сохранился в первичных тропических лесах на высоте 500–1000 м над ур. моря. Известна 1 быстро уменьшающаяся популяция на площади в 8 км² с общим числом взрослых особей менее 50 шт.

Paphiopedilum sukhakulii (CR) – эндемик Таиланда. Растет на высоте 1000 м над ур. моря на глинистых почвах, встречается вдоль речных берегов в условиях умеренной освещенности. Известна только 1 популяция на площади в 8 км² на северо-востоке страны. За последние 25 лет популяция истощилась на 95 % и сегодня насчитывает не более 50 взрослых особей.

Paphiopedilum tranlienianum (CR) – очень редкий башмачок из первичных широколиственных и смешанных лесов Северного Вьетнама и Южного Китая. Растет на известняковых утесах, в узких расщелинах ледникового происхождения на высоте не более 750 м над ур. моря. На территории Вьетнама известны 2 субпопуляции, на территории Китая – 1 субпопуляция. Вместе все 3 субпопуляции занимают площадь 12 км². Общее число взрослых особей в локусах небольшое – от 1 до 50 шт.

Paphiopedilum urbanianum (CR) – эндемик о-ва. Миндоро (Филиппины), растет во влажном горном лесу в толстом слое гумуса и листового опада на высоте 450–750 м над ур. моря. В естественной среде обитания сохранился в единственной субпопуляции в количестве не более 50 шт.

Phragmipedium richteri (CR) – эндемик Перу, растет на камнях вдоль берегов рек, во время подъема уровня воды способен переживать короткие периоды затопления. Открыт в 1994 г. [9], причем вначале считался естественным гибридом между *P. pearcei* и *P. boisserianum*, однако опыты с еямоопылением показывают, что это не так. Сохранилась только 1 субпопуляция на площади около 8 км² с небольшим числом особей в каждом локусе.

Вторую категорию с высоким риском вымирания в дикой природе или Endangered (EN) в коллекциях Фондовой оранжереи ГБС РАН составляют 12 видов орхидных – *Panisea yunnanensis* S.C.Chen & Z.H.Tsi, 9 видов из рода *Paphiopedilum* (*P. appletonianum* (Gower) Rolfe, *P. callosum* (Rchb.f.) Stein, *P. concolor* (Par. & Batem.) Pfitz., *P. glaucophyllum* J.J.Smith, *P. haynaldianum* (Rchb.f.) Stein, *P. insigne* (Wall. ex Lindl.) Pfitz., *P. malipoense* Chen et Tsi, *P. spicerianum* Rchb.f., *P. venustum* (Wall.) Pfitz.) и 2 вида из рода *Phragmipedium* (*P. besseae* Dodson & J. Kuhn и *P. schlimii* (Linden ex Rchb.f.) Rolfe).

Panisea yunnanensis (EN) – миниатюрный эпифит или литофит с маленькими овально-продолговатыми двулистными псевдобульбами и боковыми 1-, редко 2-цветковыми соцветиями. Цветки ароматные, диаметром 2 см, белые, полураскрытые, полупрозрачные. Растет во влажных горных лесах Сев. Вьетнама и Южн. Китая (1200–1800 м над ур. моря). В целях сохранения существующих популяций рекомендуется проводить регулярный мониторинг зафиксированных местообитаний [10].

P. appletonianum (EN) встречается на северо-востоке Индии, в Лаосе, Таиланде, Вьетнаме и Китае. Всего известно около 5 популяций с постоянной тенденцией к сокращению численности. Литофит или наземное растение, встречается в трещинах вертикальных скал, под пологом влажных лесов на моховых подушках и на песчаных горных склонах на высотах 300–2000 м над ур. моря. Среди основных мероприятий по сохранению местообитаний рекомендовано проводить мониторинг состояния и контроль за состоянием популяций, обеспечивать защиту местообитаний от вытаптывания и лесозаготовок. Для минимизирования ущерба от сбора растений в природе рекомендовано разрабатывать методы искусственного размножения, реинтродукции и длительного хранения семян.

P. callosum (EN) в недавнем прошлом широко распространенный вид из Вьетнама, Таиланда, Лаоса, Камбоджи и Малайзии. Растет в тени на крутых каменистых известняковых склонах в наполненных гумусом трещинах, а также на хорошо дремированных почвах в широколиственных лесах на высоте 300–1300 м над ур. моря. Популяции малочисленные, их размеры и число постоянно сокращаются из-за вырубki лесов, развития инфраструктуры, туризма и коллекционирования. За последние десятилетия было уничтожено около 80% популяций этого вида. На территории Вьетнама утрачены даже популяции, из которых были изъяты типичные образцы для первых описаний. Сегодня известно всего 5 субпопуляций, в которых число взрослых особей составляет 2000–2500 шт и еще несколько небольших субпопуляций с общим числом особей не более 250 шт. Наибольший вред наносит безжалостный сбор взрослых растений для региональной и международной торговли. Кроме непосредственного уничтожения растений и изменения среды обитания, немаловажными угрожающими факторами являются дизъюнкция ареала и низкое число взрослых особей в субпопуляциях.

P. concolor (рис. 1, см. обложку) (EN) широко распространен в Китае, Таиланде, Камбодже, Лаосе, Мьянме и Вьетнаме. Встречается в первичных и вторичных вечнозеленых широколиственных лесах и кустарниковых зарослях, на крутых известняковых склонах, поднимается на высоту 300–1400 м над ур. моря. Число взрослых особей в популяциях за последние 30 лет сократилось на 50% из-за коммерческих сборов, пожаров и разрушения среды обитания человеком.

P. glaucophyllum (EN) – эндемик о-ва Ява с дизъюнктивным ареалом площадью около 100 км². Растет на известняковых полуразрушенных скалах, погружая корни в щели, наполненные влажным и мягким листовым перегноем. Сегодня известно всего 5 популяций в восточной части острова, которые постоянно сокращаются из-за умеренных коммерческих сборов, вырубki лесов, рекреации и связанных с этим экологических нарушений.

P. haynaldianum (EN) – эндемик о-вов Негрос и Лусон (Филиппины). Растет во влажных горных лесах на высоте 1500 м над ур. моря как эпифит или литофит на скалах среди перепревших листьев. Предпочитает умеренное затенение. В настоящее время ареал вида сильно сократился

и составляет 200 км². Известно всего 3 субпопуляции, число взрослых особей в которых быстро сокращается из-за деградации среды обитания, подсечно-огневого земледелия и безжалостных коммерческих сборов, немаловажную роль играют также изменение климата и особенности биологии вида, связанные с медленным нарастанием побегов.

P. insigne (EN) встречается на северо-востоке Индии и в Китае. В Индии растет в легкой тени на доломитовых известняках вблизи водопадов, в Китае растет в вечнозеленых широколиственных лесах на травянистых каменистых склонах. Сегодня достоверно известно о 2 популяциях, занимающих площадь 628 км² и 8 км² соответственно. Имеются сведения, что открытые ранее популяции в Бангладеш и Таиланде уже погибли. Наличие популяций, издавна известных на территории Мьянмы, также не подтверждено. Сокращение числа популяций и их размеров происходит в результате неумеренного сбора взрослых растений для целей региональной и международной торговли и деградации среды обитания из-за хозяйственной деятельности человека.

P. malipoense (EN) – узкий эндемик с весьма ограниченным распространением в Китае и Вьетнаме. Один из наиболее уязвимых видов, очень быстро вымирающий из-за продвижения человека на места его произрастания. В недавнем прошлом были найдены крупные популяции, которые, занимая площадь всего 3 км², включали многие тысячи взрослых особей. Впоследствии большинство крупных популяций вымерло, их число сократилось на 80%. Поскольку растения растут на недоступных вертикальных скалах, число сохранившихся взрослых особей трудно оценить. Но предполагается, что сейчас их осталось всего 250 шт., и они обитают в 4 субпопуляциях с общей площадью 60 км². Быстрое сокращение численности происходит из-за уничтожения местообитаний (добыча полезных ископаемых, вырубki лесов, развития инфраструктуры, туризма) и безжалостных коммерческих сборов.

P. spicerianum (EN) распространен в Индии, Бангладеш, Мьянме и Южном Китае. Растет во влажных затененных местах на камнях или скалах на высоте 300–1400 м над ур. моря. Растет как комлевой эпифит в гумусе среди мхов у основания стволов деревьев или как литофит прямо на вертикальных стенках ущелий. Субпопуляции вида вымирают очень быстро, особенно на севере Бангладеш. Сегодня встречается всего в 3 местообитаниях, занимающих общую площадь 12 км².

P. venustum (EN) встречается в Непале, Индии (Ассам, Мегалаи, Сикким), Бангладеш (Силхет) и Китае (Тибет) на высоте 300–1600 м над ур. моря. Популяции вида вымирают очень быстро. Сегодня известно всего 4 субпопуляции на ограниченной площади в 16 км².

Phragmipedium besseae (EN) – один из очень привлекательных видов рода с ярко-красными цветками. Обнаружен в 80-х гг. прошлого века на юге Эквадора и севере Перу, где растет во влажных горных лесах на скальных поверхностях вулканических камней на высоте 800–1500 м над ур. моря. Хотя некоторые субпопуляции в Эквадоре еще довольно обширны, все они склонны к быстрому

сокращению числа взрослых особей. Всего насчитывается 4 локуса с общим числом особей менее 1000 шт., которые занимают площадь 52 км². Сокращение численности популяций во многом связано с факторами антропогенной деградации, хотя нельзя исключать и воздействие природных катастроф (наводнений, сильных ветров), связанных с изменением климатических условий.

P. schlimii (рис. 2, см. обложку) (EN) – маленький, но очень привлекательный фрагмипедиум с нежно-розовыми цветками из Колумбии. Растет на поверхности влажных скал, по обочинам дорог и на каменистых осыпях, а также в травянистом покрове под деревьями, иногда в очень влажных местообитаниях среди мхов. Найдено 4 субпопуляции, занимающих площадь 52 км² с общим числом взрослых растений менее 1000 шт. Все субпопуляции быстро сокращаются. Например, большая субпопуляция *P. schlimii* на берегах реки Рио Алгондал за последние 30 лет сократилась на 60 %, предполагается, что за последующие 25–30 лет она сократится еще на 50 %.

Категорию видов с сильно истощенными природными популяциями Vulnerable (VU) представляют 5 коллекционных видов – *Ansellia africana* Lindl., *Bulbophyllum atosanguineum* Aver., *Paphiopedilum hirsutissimum* (Hook.) Lindl., *P. villosum* (Lindl.) Stein и *Pleione formosana* Hay.

Ansellia africana (VU) – крупная эпифитная или наземная орхидея с жесткими веретеновидно-утолщенными многоклеточными псевдобульбами и верхушечными соцветиями. Листья многочисленные, во время периода покоя их листовые пластинки опадают, а высохшие влагалищные части остаются и покрывают всю псевдобульбу целиком, предохраняя ее от избыточной солнечной радиации. Цветки диаметром 4 см, желтые с пурпурно-коричневыми пятнами, отчего в народе эту орхидею называют «леопардовой». Вид довольно широко распространен в тропической Африке и на Мадагаскаре, однако за последние 30 лет его ареал сильно сократился. Большой вред популяциям наносит сбор для целей народного целительства: части растений используют в качестве афродизиаков, а также для ведических практик. Кроме того, *A. africana* привлекательна для коллекционеров орхидей и ее вывозят из Африки как легальнр, так и нелегально. Наибольшему риску подвергаются старые крупные растения, возраст которых достигает 10 лет и более, в особенности произрастающих за пределами национальных парков. Для облегчения сбора *A. africana* в Кении, например, вырубались целые деревья–хозяева, орхидеи собирают с их стволов и в контейнерах перевозят к месту продажи. Другими причинами сокращения числа популяций *A. africana* являются расчистка территорий для увеличения сельскохозяйственных угодий и часто связанная с этим эрозия почвы. Согласно региональным Красным книгам, вид имеет статус VU в Намибии и NT в Южной Африке.

Bulbophyllum atosanguineum (VU) – очень маленькая орхидея с утолщенными однолистными псевдобульбами и малоцветковыми боковыми соцветиями. Соцветие – кисть, цветки мелкие, диаметром около 1 см, пурпурно-малиновые. *B. atosanguineum* является примером

недавнего открытия и быстрого уничтожения уникальных местообитаний редких орхидных в трудно доступных территориях азиатских стран. Этот вид известен в литературе только по описанию типового образца на территории Вьетнама [11]. Так же как и у других узких эндемиков, ареал его распространения ограничен небольшой площадью в горах Хоанг Лянь (Hoang Lien). Основной угрозой для биоразнообразия здесь является выборочная рубка основной лесообразующей породы – *Fokienia hodginsii*. Разрешение на добычу более 20 000 м² этой древесины создало серьезную потенциальную угрозу для местообитания множества редких растений, в том числе и орхидей. Среди дополнительных угроз популяции *Bulbophyllum atosanguineum* – расчистка леса для сельскохозяйственного использования, а также лесные пожары. Положительным моментом для сохранения этого вида орхидеи является создание в 2007 г. природного заповедника для сохранения популяции Западного черного хохлатого гиббона (статус редкости CR). Поскольку территория этого заповедника граничит с местообитанием *B. atosanguineum*, это мера может косвенно повлиять на сохранение его природных популяций. В соответствии с IUNC SSC (1994) виду присвоен статус LC. В 2013 г. IUCN Red List присвоил виду статус VU.

Paphiopedilum hirsutissimum (VU) встречается на северо-востоке Индии, в Мьянме, Китае, Лаосе, Таиланде и Вьетнаме. Всего известно 10 местообитаний, занимающих площадь 80 км². Растет на высоте 200–1800 м над ур. моря. В некоторых местообитаниях, например, в провинции Гуанси (Китай), растения хорошо размножаются с помощью семян.

P. villosum (VU) – родом из Индии, Китая и Индокитая (Камбоджа, Лаос, Мьянма, Таиланд, Вьетнам). Известно 4 разновидности, из которых в нашей коллекции содержится одна – *P. villosum* var. *annamense*. В отличие от большинства других пафиопедилумов, ведет не наземный, а эпифитный образ жизни. Встречается на стволах деревьев в горных облачных лесах Вьетнама на высоте 1300–2200 м над ур. моря. Этот башмачок отмечен также растущим на силикатных камнях под пологом влажного широколиственного леса. В природе находится под постоянной угрозой безжалостных сборов для региональной и международной торговли, страдает от деградации среды обитания из-за вмешательства человека, вытаптывания, вырубки леса и добычи полезных ископаемых.

Pleione formosana (VU) – маленькая эпифитная или литофитная листопадная орхидея с округлыми однолистными псевдобульбами и 1–2-цветковыми короткими соцветиями. Цветки диаметром 6–10 см, розовые, ароматные, губа белая или розоватая с желтыми пятнами и светло-коричневым крапом, бахромчатая по краю, с 5 низкими волнистыми продольными каллусами. Встречается в Китае и на Тайване. Растет на замшелых камнях или поваленных стволах во влажных туманных лесах на высоте до 2500 м над ур. моря. Во время сухого холодного сезона в этих местообитаниях наблюдается существенное понижение температуры и влажности. Иногда температура

опускается ниже 0° С. Цветение наблюдается после периода покоя (IV–VII), развитие соцветий опережает процесс побегообразования (протерантный тип развития соцветий). Природные популяции сильно страдают от неумеренного сбора растений в коммерческих целях. Поэтому одним из методов сохранения вида является использование для торговли только культивируемых образцов, искусственное размножение *ex situ*, рекультивирование и создание коллекций семян. Кроме того, рекомендуется охрана среды обитания от вытаптывания и лесозаготовок. В 2004 г. IUCN Red List присвоил виду статус VU.

В категорию видов, входящих в списки IUCN, но пока не вызывающих бееповойства по поводу быстрого сокращения ареалов (статус LC), входят еще 17 видов орхидей из коллекции Фондовой оранжереи (табл. 1).

Одной из мер по сохранению редких орхидей, представленных в списках IUCN и CITES, является их размножение *in vitro* и длительное хранение семян в криобанках. В криобанке семян и протокормов, создаваемом на базе отдела тропических и субтропических растений ГБС РАН и ИФР РАН в настоящее время содержатся семена 21 вида и разновидности орхидей из коллекции Фондовой оранжереи со статусом экстремально высокого риска вымирания в дикой природе (CR): *Paphiopedilum appletonianum*, *P. argus*, *P. barbatum*, *P. delenatii*, *P. glaucophyllum*, *P. haynaldianum*, *P. hennisianum*, *P. hirsutissimum*, *P. hirsutissimum* var. *esquarolei*, *P. insigne*, *P. insigne* var. *sanderiae*, *P. lawrenceanum*, *P. malipoense*, *P. primulinum*, *P. purpuratum*, *P. spicerianum*, *P. sukhakulii*, *P. superbiens*, *P. urbanianum*, *P. villosum* var. *annamense*, *Phragmipedium pearcei*.

Редкие представители порядка саговниковые (Cycadales Pers.)

Саговниковые – архаичная группа голосеменных растений, сохранившая многие примитивные признаки в строении вегетативной и репродуктивной сферы. Недавние биохимические исследования показали особую древность рода *Cycas* по сравнению с другими родами и правомочность выделения его в отдельное семейство [12, 13]. Относительно других родов в порядке Cycadales также не все однозначно. Большинство исследователей выделяют семейство Stangeriaceae с одним монотипным родом *Stangeria* [14] или с двумя родами, включая в его состав два вида *Bowenia*, а остальные роды относят к семейству Zamiaceae [15]. Однако, согласно последним данным таксономического сайта The Plant List [16], представители семейства Stangeriaceae включены в состав семейства Zamiaceae, при этом сохраняется обособленность семейства Cycadaceae с одним видом *Cycas*.

Древность саговниковых подтверждают обособленные, небольшие, и часто дизъюнктивные ареалы представителей этого порядка. Кроме рода *Cycas*, который распространен по всем континентам Старого Света, остальные 9 родов саговниковых приурочены к соответствующим материкам. Так, виды *Dioon*, *Zamia*, *Ceratozamia* и

Microcycas произрастают в тропиках Америке (преимущественно в Центральной Америке и Вест-Индии), виды *Encephalartos* и *Stangeria* – в Африке (чаще в Южной Африке), виды *Macrozamia*, *Lepidozamia* и *Bowenia* – эндемики Австралии. Виды саговниковых имеют очень узкие ареалы, иногда дизъюнктивные. За последние 30 лет численность большинства видов саговниковых резко снизилась, и прежде всего из-за вырубki лесов и хозяйственной деятельности человека. Кроме того, поскольку саговниковые имеют большое значение в мире как декоративные растения, а также активно используются местным населением в качестве источника пищи и в целях медицины, увеличивись случаи перенесения целых растений из природных популяций в частные сады, садоводческие центры, а частей растений – на рынки продуктов и народной медицины. В связи с этим было принято решение занести всех немногочисленных представителей порядка Cycadales под охрану, присвоив разные категории IUSN, в зависимости от размера и скорости сокращения природных популяций. Также всем представителям порядка был присвоен определенный статус CITES, чтобы ограничить (Приложение II) или полностью запретить, кроме исключительных случаев торговлю этими видами (Приложение I).

В таблице 2 приведен перечень всех культивируемых в оранжерее ГБС РАН саговниковых (9 родов и 39 видов) на 1 февраля 2017 г. с указанием категории IUSN и статуса CITES. Виды в таблице размещены по порядку уменьшения угрозы исчезновения (от категории почти полного уничтожения популяций данного вида (Critically Endangered) до категории наименьшего опасения сокращения ареалов вида (Least Concern)).

Как видно из таблицы, более 50% культивируемых в Фондовой оранжерее ГБС РАН видам саговниковых (20 видов) угрожает серьезная опасность уничтожения природных популяций. Один вид – *Cycas debaoensis* Y.C. Zhong et C.J. Chen имеет наивысшую угрозу уничтожения (Critically Endangered). К следующей категории находящихся под угрозой уничтожения (Endangered) отнесено 7 видов, относящихся к родам *Macrozamia* (2 вида), *Zamia* (2 вида), *Cycas* (1 вид), *Dioon* (1 вид) и *Encephalartos* (1 вид). В категорию уязвимых видов (Vulnerable) входит наибольшее число культивируемых в Фондовой оранжерее ГБС саговниковых – 12 видов, относящихся к родам *Cycas* (7 видов), *Encephalartos* (3 вида), *Ceratozamia* (1 вид) и *Stangeria* (1 вид). Ниже приведено более подробное описание видов, относящихся к трем выше приведенным категориям IUSN, с указанием их ареала, количества экземпляров в природе (если известно), экологии произрастания, причин исчезновения и возможности охраны сохранившихся популяций.

Cycas debaoensis Y.C. Zhong et C.J. Chen (CR) – самый редко встречающийся в природе вид рода. На 2005 г в природе насчитывалось всего 1125 экземпляров. Известно, что более 1200 экземпляров (>50%) исчезли из мест естественного произрастания за 15 лет – в период с 1990 по 2005 гг. Причиной тому послужил сбор растений в природе, разрушение среды обитания и негативное влияние

Интродукция и акклиматизация

Таблица 2. Саговниковые с максимальным риском исчезновения из природных местообитаний в коллекции Фондовой оранжереи ГБС

Вид	Категория IUSN	Статус CITES
<i>Cycas debaoensis</i>	Critically Endangered	Приложение II
<i>Cycas circinalis</i>	Endangered	Приложение II
<i>Dioon spinulosum</i>	Endangered	Приложение II
<i>Encephalartos horridus</i>	Endangered	Приложение I
<i>Macrozamia pauli-guilielmi</i>	Endangered	Приложение II
<i>Macrozamia spiralis</i>	Endangered	Приложение II
<i>Zamia furfuracea</i>	Endangered	Приложение II
<i>Zamia portoricensis</i>	Endangered	Приложение II
<i>Ceratozamia mexicana</i>	Vulnerable	Приложение I
<i>Cycas armstrongii</i>	Vulnerable	Приложение II
<i>Cycas bifida</i>	Vulnerable	Приложение II
<i>Cycas inermis</i>	Vulnerable	Приложение II
<i>Cycas micholitzii</i>	Vulnerable	Приложение II
<i>Cycas panzihuaensis</i>	Vulnerable	Приложение II
<i>Cycas pectinata</i>	Vulnerable	Приложение II
<i>Cycas siamensis</i>	Vulnerable	Приложение II
<i>Encephalartos altensteinii</i>	Vulnerable	Приложение I
<i>Encephalartos barterii</i>	Vulnerable	Приложение I
<i>Encephalartos senticosus</i>	Vulnerable	Приложение I
<i>Stangeria eriopus</i>	Vulnerable	Приложение I
<i>Cycas rumphii</i>	Near Threatened	Приложение II
<i>Dioon edule</i>	Near Threatened	Приложение II
<i>Encephalartos ferox</i>	Near Threatened	Приложение I
<i>Encephalartos hildebrandtii</i>	Near Threatened	Приложение I
<i>Encephalartos laurentianus</i>	Near Threatened	Приложение I
<i>Encephalartos lehmannii</i>	Near Threatened	Приложение I
<i>Zamia integrifolia</i>	Near Threatened	Приложение II
<i>Zamia loddigesii</i>	Near Threatened	Приложение II
<i>Zamia pumila</i>	Near Threatened	Приложение II
<i>Bowenia serrulata</i>	Least Concern	Приложение II
<i>Bowenia spectabilis</i>	Least Concern	Приложение II
<i>Cycas clivicola</i>	Least Concern	Приложение II
<i>Cycas revoluta</i>	Least Concern	Приложение II
<i>Dioon mejiae</i>	Least Concern	Приложение II
<i>Encephalartos villosus</i>	Least Concern	Приложение I
<i>Lepidozamia peroffskyana</i>	Least Concern	Приложение II
<i>Macrozamia communis</i>	Least Concern	Приложение II
<i>Macrozamia macdonellii</i>	Least Concern	Приложение II
<i>Macrozamia miquellii</i>	Least Concern	Приложение II

возделывания кукурузы в местах его произрастания. На настоящий момент известны всего две изолированные друг от друга маленькие популяции - в Гуанси-Чжианском автономном районе (90% растений) и провинции Юньнань (10 % растений) Китая. Общая площадь, занимаемая этим видом саговника, не превышает 10 км². Растение произрастает во вторичных субтропических вечнозеленых широколиственных лесах, на склонах известняковых холмов, покрытых кустарниками и небольшими деревьями, на высоте от 300 до 1300 м над ур. моря. Растения в популяции растут изолированно друг от друга, в трещинах или на тонком слое почвы с pH 5,0-6,5.

Cycas circinalis L. (EN) – несмотря на широкое распространение этого вида в коллекциях ботанических садов, в природе известно всего 12 местообитаний. Ареал вида ограничен Западными Гатами в Индии, встречаясь в штатах Керала, Карнатака и Тамилнад. Всего осталось 6000-7000 растений. За последние 50 лет вследствие удаления взрослых экземпляров ради использования сердцевины ствола растения, расчистки мест обитания для строительства жилья и использования в сельскохозяйственных целях общая площадь всех популяций резко сократилась, возможно исчезли все популяции этого растения на юге штата Махараштра. Растения в природе растут в горных районах, могут встречаться на берегу моря и подниматься до 1000 м над ур. моря, на каменистых участках в невысоких кустарниковых зарослях сезонных или саванновых тропических лесов. Вид охраняется в ряде заповедников и национальных парков.

Dioon spinulosum Dyer (EN) — известно только три местообитания этого вида в мексиканских штатах Веракрус и Оахака. Растение встречается в равнинных вечнозеленых тропических лесах и на небольших, покрытых растительностью холмах до 300 м над уровнем моря на известняковых почвах. Стремительное сокращение численности вида происходит вследствие использования территории в сельскохозяйственных целях, вырубки лесов, неконтролируемого сбора растений. В настоящий момент известно не более 5000 экземпляров в природных популяциях.

Encephalartos horridus Lehm. (рис. 3, см. обложку) (EN) — произрастает только в Восточно-Капской провинции ЮАР. Точное число экземпляров неизвестно, по разным оценкам в природе осталось от 3000 до 7000 экземпляров. Растения можно обнаружить в труднопроходимых сообществах жестких колючих низких кустарников, иногда на скальных обнажениях кварцитов. Встречается на равнинах и холмах от 100 до 400 м над ур. моря. Вид сокращается из-за сбора коллекционерами, увеличения урбанизации. За последние годы полностью исчезло ряд популяций.

Encephalartos lebomboensis I. Verd. (EN) – можно встретить в провинциях Квазулу-Наталь, Мпумаланга (бывш. Восточный Трансвааль) ЮАР, соседних районах Мозамбика и Свазиленда. Всего в природе насчитывается 5000 экз., произрастающих в саваннах в зарослях кустарников или на скалах в каменистых ущельях на высоте от 500 до 1000 м. над ур. моря. Популяции вида уменьшаются в

результате хозяйственной деятельности человека, браконьерства и использования растения в традиционной медицине.

Macrozamia pauli-guilielmi W.Hill et F. Muell. (EN) - ареал вида ограничен прибрежной частью южного Квинсленда в районе залива «Wide Bay» и островом Фрейзер. Всего насчитывается 2500 экз., произрастающих на песчаных дюнах пляжей, кремнистых песчаных отложениях на опушках низинных тропических лесов, на высоте от 5 до 25 м над ур. моря. Основной угрозой является браконьерство, выпас скота и расширение плантаций ананаса. Растение охраняется в «Great Sandy National Park».

Macrozamia spiralis Miq. (EN) - известно несколько местообитаний этого растения в штате Новый Южный Уэльс в Австралии, но ни в одном из них растение не представлено в значительном количестве. По оценочным прогнозам всего в природе насчитывается от 1000 до 2500 экз. Популяции разрозненно встречаются в жестколистных светлых лесах на песчаных или щебнистых почвах. Растение охраняется в заказниках и национальном парке «Werakata».

Zamia furfuracea L.f. (EN) - резкое снижение численности этого вида произошло немногим более двадцати лет назад. Растение стало пользоваться повышенным спросом как декоративное, и следствием этого начался активный сбор в природе. Является эндемиком юго-восточной части мексиканского штата Веракрус. В настоящее время в природе насчитывается около 10000 экз., произрастающих в прибрежно-морских районах на высоте до 25 м над уровнем моря в зарослях колючих кустарников, на песчаных почвах или известняковых утесах. Растение включено в Приложение II CITES, в природе не охраняется, но в значительном количестве разводится во всем мире в питомниках декоративных растений.

Zamia portoricensis Urb. (EN) – всего насчитывается 400-500 экз., которые являются эндемиками юго-западной части о. Пуэрто-Рико, и найдены только в заповеднике «Susua State Forest». Растения растут на известняковых почвах во влажном субтропическом лесу. Причинами сокращения численности являются малое количество растений, образующих семена, и, несмотря на охранный статус, выкапывание растений браконьерами в целях продажи под легальными названиями *Z. pumila* L. and *Z. floridana* A.DC.

Ceratozamia mexicana Brongn. (VU) - ареал вида охватывает пять штатов в центральной и восточной части Мексики. Экология произрастания весьма широка – от дождевых вечнозеленых лесов в основании горных систем на высоте от 800 м до туманных и смешанных листопадных лесов на высоте 1850 м над ур. моря. Растения часто встречаются на каменистых участках, иногда на скалах. В последнее время популяции вида сокращаются в связи с возросшей хозяйственной деятельностью человека. Растение охраняется в штате Керетаро в биосферном заповеднике «Sierra Gorda».

Cycas armstrongii Miq. (VU) – эндемик Северной территории в составе Австралии. Первоначально

рассматривался как вид, вызывающий наименьшие опасения в сокращении численности (Least Concern), однако, переведен в категорию видов с сильно истощенными природными популяциями (Vulnerable) из-за увеличивающейся урбанизации и слабой конкуренции с инвазивными травянистыми растениями. Растение имеет одно местообитание, обильно представлено на песчаных почвах в равнинных светлых эвкалиптовых листопадных лесах вокруг столицы штата – города Дарвина, изредка встречается на каменистых участках. Охраняется в местных национальных парках, заказниках и заповедниках.

Cycas bifida (Dyer) K.D.Hill. (VU) – впервые описано в 1902 г. как разновидность *C. rumphii* Miq var. *bifida* Dyer. Ровно через сто лет, в 2002 г. K.D.Hill выделил его в отдельный вид. Растение встречается в южном Китае (юго-восток провинции Юньнань, юг Гуанси-Чжианского автономного района) и в провинциях северного Вьетнама в вечнозеленых и листопадных лесах, бамбуковых зарослях, в плотном кустарнике на высотах от 100 до 300 м над ур. моря. Ареал вида единый, местами встречается обильно, но множество популяций уменьшилось по занимаемой площади из-за расчистки земель для сельскохозяйственного использования и из-за сбора растений.

Cycas inermis Lour. (VU) – в настоящее время известно всего 2 изолированных друг от друга местообитания этого растения в центральном и южном Вьетнаме. Одно из них охраняется – это национальный парк Nam Cat Tien. В пределах выявленных областей обитания вид достаточно широко распространен. Предпочитает расти в вечнозеленых или полулистопадных тропических лесах, на выровненных местах, с хорошо дренированной почвой, или наоборот, на небольших склонах, иногда рядом с морским побережьем, на граните и базальтовых вулканических породах. Достаточно крупный саговник, в природе достигающий высоты 4 м, образующий большую крону из многочисленных длинных листьев длиной до 3 м с черешком длиной до 80 см. Под кроной на стволе заметны четко выраженные более светлые кольца роста.

Cycas micholitzii Dyer (VU) – произрастает в горах Аннама, восточного Лаоса и центрального Вьетнама. Встречается в тропических широколиственных муссонных лесах, в зарослях невысоких деревьев и кустарников на высоте 130–600 м над ур. моря. Популяции вида сильно уменьшились во Вьетнаме после значительного сведения лесов. В настоящее время насчитывается около 10000 взрослых растений в природе.

Cycas panzhihuaensis L.Zhou & S.Y.Yang (VU) – встречается только в Китае, на севере провинции Юньнань и юге провинции Сычуань. Произрастает в невысоких лесах или в зарослях кустарников на склонах гор на высоте от 1100 м. до 2000 м. над ур. моря, обычно на известняковых, изредка на песчаных почвах. В пределах небольшого ареала местами встречается обильно, но ряд популяций сокращается вследствие вырубки лесов и добычи полезных ископаемых. Растение охраняется в двух заказниках, в том числе и в специально созданном заказнике “Panzhihua Cycad Nature Reserve”.

Cycas pectinata Buch.-Ham. (VU) – имеет широкий ареал, встречается в горных лесах Непала, Бутана, Северо-Восточной Индии, Бангладеш, Китая (провинция Юньнань), Лаоса, Мьянмы, Камбоджи, Вьетнама и северного Таиланда на высоте от 600 до 1300 м над ур. моря. Предпочитает глинистые почвы подлеска влажных лесов, но может расти и на известняковых породах. Растение не находится под угрозой уничтожения, но стремительно исчезает вследствие сведения лесов и другой хозяйственной деятельности человека. Растение охраняется в заповедниках и национальных парках.

Cycas siamensis Miq. (VU) – распространен в центральной части Таиланда и в отдельных местообитаниях во Вьетнаме, Камбодже, Мьянме, возможно, в Лаосе. Этот равнинный вид саговника произрастает в муссонных светлых лесах, с чередующимися теплым влажным и жарким засушливым сезонами, встречается до 300 м над ур. моря. Наиболее часто растет в лесах с доминированием *Dipterocarpus tuberculatus*, часто подвергающихся пожарам. В Таиланде предпочитает известняковые почвы, во Вьетнаме чаще встречается на бедных песчаных каменистых почвах. Несмотря на весьма большой ареал, в природе осталось не более 12000 экз. этих растений. Основная причина сокращения популяций – вырубка лесов и использование земель под сельскохозяйственные цели. Вид сохраняется в национальном парке «Jok Don» во Вьетнаме.

Encephalartos altensteinii Lehm. (рис. 4, см. обложку) (VU) – встречается только в прибрежно-морских районах Восточно-Капской провинции ЮАР, на высоте до 600 м над ур. моря. В настоящее время насчитывается от 4000 до 10000 экз. взрослых растений в природе. Чаще растут в долинах, по берегам рек, на побережье океана, на открытых местах, среди травяного покрова в саваннах, реже – на небольших участках в нижней части горного хребта Аматола. Серьезной проблемой сохранения этого вида является строительство и расширение курортно-морских поселков, выкапывание целых растений для лекарственных (широко используется в местной традиционной медицине) и декоративных целей. Включен в Приложение I CITES, охраняется в 4 местных небольших заповедниках.

Encephalartos barteri Carruth. ex Miq. (VU) – включает два подвида, которые имеют разный охранный статус. В коллекции ГБС имеется только один подвид - *E. barteri* ssp. *barteri*, который встречается на песчанниках в тропических лесах или на гранитных обнажениях нижней части гор и холмов до 400 м над ур. моря. Достоверно известны местонахождения подвида в трех странах Западной Африки – Нигерии, Гане и Бенине. Возможно встречается также в Того. Всего насчитывается от 10000 до 15000 взрослых растений в природе. Основной угрозой уменьшения численности являются нарушения среды обитания из-за расширения площадей возделывания сельскохозяйственных культур, увеличения выпаса скота и последствий строительства плотины Вольта в Гане. В районах произрастания этого вида не созданы заповедники. Растение включено в Приложение I CITES.

Encephalartos senticosus Vorster (VU) – встречается в провинции Квазулу-Наталь в ЮАР, Свазиленде и приграничных районах Мозамбика. В природных популяциях насчитывается от 5000 до 10000 экз. Растения можно обнаружить в кустарниковых зарослях в саванне, на каменистых склонах лесных оврагов на высоте от 300 до 800 м над ур. моря. Вид сокращается в природе из-за браконьерства. Растение включено в Приложение I *CITES* и охраняется в двух заповедниках.

Stangeria eriopus (Kunze) Baill. (VU) – ареал вида охватывает прибрежно-морские районы ЮАР (Восточно-Капская провинция, Квазулу-Наталь) и Мозамбика. Еще совсем недавно в пределах своего ареала растение было весьма обычным. Однако в связи с бурным развитием прибрежных курортных поселков, строительством дорог, сбором растения для декоративных и лекарственных целей, и, особенно, созданием многочисленных плантаций для возделывания ананаса и сахарного тростника, многие популяции этого вида исчезли. Сохранились только несколько местообитаний на открытых участках травянистых сообществ, иногда в легкой тени прибрежно-морских деревьев. Растения этого вида встречаются также в глубокой тени, в балках, под пологом влажного субтропического леса на высоте от 10 до 750 м над ур. моря. Стангерия может произрастать на песчаных почвах, с высоким содержанием гранита, или на тяжелых черных, слегка кислых глинистых почвах. Вид включен в Приложение I *CITES* и охраняется в 5 заповедниках.

В категорию Near Threatened *JUSN* включены саговниковые, которые в будущем могут стать уязвимыми вплоть до угрозы полного уничтожения в природе. В коллекции Фондовой оранжереи ГБС РАН в эту категорию попадают 9 видов саговниковых, относящиеся к родам *Encephalartos* (4 вида), *Zamia* (3 вида), *Cycas* (1 вид) и *Dioon* (1 вид).

В категорию Least Concern *JUSN* включены виды, сокращение ареалов которых вызывает наименьшее опасение. Из саговниковых, культивируемых в Фондовой оранжерее ГБС РАН, к этой категории относятся 8 видов из родов *Macrozamia* (2 вида), *Bowenia* (2 вида), *Encephalartos* (1 вид), *Lepidozamia* (1 вид), *Dioon* (1 вид) и *Cycas* (2 вида).

Редкие представители южноафриканской и намибийской флоры

Основой коллекции редких субтропических растений стала группа видов, привезенных из природы. Благодаря участию в международных экспедициях (2008-2016 гг.) по Южной Африке и Намибии нам удалось сформировать коллекцию редких представителей этих флор: 322 вида живых растений [17, 18].

Статус редкости видов определяли по базе данных The Red List of South African Plants. SANBI [19, 20]. Была выделена группа наиболее редких коллекционных растений, которые относятся к трем категориям – CR, EN, VU (табл. 3). Мы не рассматривали виды из групп Critically Rare и Rare, хотя такие растения также присутствуют в коллекции.

Наиболее интересны для исследований виды, которые находятся под угрозой исчезновения (CR, EN), таких в коллекции 12 видов [21...23].

Conophytum friedrichiae Schwantes. Листья диаметром 2-3 см, красновато-коричневые, фиолетовый или зеленые, блестящие, прозрачные сверху. Цветки розоватые, красновато-лиловые или белые, диаметром до 3 см. ЮАР, Южная Намибия, по обеим сторонам реки Оранжевая. Культивируется в прохладной оранжерее. Размножается семенами, делением куртины. 1 образец (ЮАР, nat., 2008).

Corpuscularia lehmannii (Eckl. & Zeyh.) Schwantes (синоним: *Delosperma lehmannii* (Eckl. & Zeyh.) Schwantes). Стебли лежащие, разветвленные, длиной до 40 см. Листья голые, серо-зеленые, полусферические, длиной 2-3 см, треугольные в сечении. Цветки бело-желтые, диаметром до 5 см. Эндемик Южной Африки: около Порты Элизабет: кварцевые обнажения. Культивируется в прохладной оранжерее. 1 образец (ЮАР, nat., 2008).

Faucaria tigrina (Haw.) Schwant. Листья зеленые или розовато-красные. Цветки крупные, желтые. Южная Африка: Восточный Кейп: Albany Thicket Biom. Культивируется в прохладной оранжерее. Цв. IX. 1 образец (Кирстенбош, hort., 2008).

Fenestraria rhopalophylla subsp. *aurantiaca* (N.E.Br.) N.E.K.Hartmann (рис. 5, см. обложку). Листовые розеточные суккуленты. Листья многочисленные, цилиндрические, узкие в нижней части. На плоских концах листьев бесхлорофильные клетки образуют полупрозрачные «окна». Цветки желтые, диаметром до 7 см. Южная Африка: Северный Кейп, Намибия: около Людериц: побережье. Культивируется в прохладной оранжерее. 1 образец (Намибия, nat., 2009).

Glottiphyllum cruciatum (Haw.) N.E.Br. До 15 см высотой. Листья треугольные в поперечном сечении, блестящие, голые, ярко-зеленые. Южная Африка: Малое Кару: шибнистые почвы. Культивируется в прохладной оранжерее. 1 образец (ЮАР, nat., 2014).

Glottiphyllum regium N.E.Br. (рис. 6, см. обложку). Высотой до 13 см. Листья продолговатые, языковидные. Цветки диаметром до 35 см. Образует куртины. Южная Африка: Западный Кейп: Малое Кару. Культивируется в прохладной оранжерее. Цв. IX-X. 1 образец (ЮАР, nat., 2009).

Lampranthus explanatus (L.Bolus) N.E.Br. Стелющийся кустарничек. Цветки желтые. Южная Африка: Западный Кейп. Культивируется в прохладной оранжерее. 1 образец (ЮАР, nat., 2014).

Lithops optica N.E.Br. Листья, продолговатые обратноконические почти булавовидные до 20 мм длиной. Вершины с гладкой текстурой, беловато серые или серо-зеленые. Цветки белые, диаметром 12-20 мм. Эндемик южной части пустыни Намиб. Культивируется в прохладной оранжерее. 1 образец. (Намибия, nat., 2009).

Adromischus mammillaris (L.f.) Lem. Стебли ползучие или восходящие. Листья веретеновидные голубовато-зеленые с тонким восковым налетом, длиной до 8 см. Цветки красно-коричневые. Южная Африка: Западный

Таблица 3. Виды южноафриканской и намибийской флоры с максимальным риском исчезновения из природных местообитаний в коллекции Фондовой оранжереи ГБС

Семейство	Вид	Статус	Страна
Aizoaceae	<i>Conophytum friedrichiae</i>	Endangered (EN)	Namibia
	<i>Corpuscularia lehmannii</i>	Critically Endangered (CR)	South Africa
	<i>Faucaria tigrina</i>	Endangered (EN)	South Africa
	<i>Fenestraria rhopalophylla</i> subsp. <i>aurantiaca</i>	Endangered (EN)	Namibia
	<i>Gibbaeum velutinum</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>Glottiphyllum cruciatum</i>	Endangered (EN)	South Africa
	<i>G. linguiforme</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>G. regium</i> N.E.Br.	Endangered (EN)	South Africa
	<i>Juttadinteria suavissima</i>	Vulnerable (VU)	Namibia
	<i>Lampranthus explanatus</i>	Endangered (EN)	South Africa
	<i>Lithops optica</i>	Endangered (EN)	Namibia
	<i>Phyllobolus tenuiflorus</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
Amaryllidaceae	<i>Brunsvigia josephinae</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>Clivia nobilis</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>C. robusta</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
Asteraceae	<i>Othonna armiana</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>O. cacalioides</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>O. herrei</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>O. lepidocaulis</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
Crassulaceae	<i>Adromischus mammillaris</i>	Endangered (EN)	South Africa
	<i>A. montium-linghardtii</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>Cotyledon tomentosa</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>C. schaeferianus</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
Ericaceae	<i>Erica brachialis</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia kaokoensis</i>	Vulnerable (VU)	Namibia
Iridaceae	<i>Aristea platycaulis</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>Moraea tulbaghensis</i>	Endangered (EN)	South Africa
Strelitziaceae	<i>Strelitzia juncea</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe brevifolia</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>A. longistyla</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>A. microstigma</i>	Vulnerable (VU)	Namibia
	<i>A. striata</i>	Vulnerable (VU)	South Africa
	<i>Bulbine natalensis</i>	Vulnerable (VU)	Namibia
	<i>Haworthia bayeri</i>	Endangered (EN)	South Africa
	<i>Gasteria armstrongii</i>	Critically Endangered (CR)	South Africa
	<i>G. croucheri</i>	Vulnerable (VU)	South Africa

Кейп. Культивируется в холодной оранжерее. Цв. IX-X. 1 образец. (ЮАР, hort., 2013).

Moraea tulbaghensis L.Bolus. Высотой до 40 см. Цветки темно-оранжевые или красно-коричневые с изумрудно-зеленым или синим центром. Южная Африка – финбос:

каменистые глинистые почвы. Культивируется в прохладной оранжерее. 1 образец (ЮАР, hort., 2013).

Haworthia bayeri J.D.Venter & S.A.Hammer (рис. 7, см. обложку). Розетка диаметром 8–10 см. Листья широкие треугольные, прозрачные, оливково-зеленые, или красные

с мелкими белыми полосами. Южная Африка: Малое Кару, на холмах. 1 образец (ЮАР, nat., 2012).

Gasteria armstrongii Schonl. Розетка диаметром 7–10 см. Листья темно-зеленые, языковидные, морщинистые. Цветки длиной до 2 см, лососевые. Южная Африка: финбос. Культивируются в прохладной оранжерее. Цв. VI–VIII. 1 образец (ЮАР, nat., 2012).

Большинство наших коллекционных растений принадлежит к группе редких видов и уязвимых (VU) в природе, как и *Othonna armiana* Van Jaarsv., *O. cacalioides* L.f., *O. herrei* Pillans, *O. lepidocaulis* Schltr. Суккулентные *Othonna* являются важными элементами полупустынной растительности Succulent Karoo. Уникальное биоразнообразие биома Succulent Karoo объясняется сложным сочетанием разных типов местообитаний, полученных от топографических и климатических различий в регионе скалистых гор и прибрежных дюн [24]. В культуре от них выращивать очень сложно, так как большинство из них являются локальными эндемиками с узкими адаптациями к субстратам и климату, они отличаются сезонностью роста, как в природе, так и в коллекциях. В отличие от многих других суккулентов, они не имеют периода зимнего покоя и требуют зимой особого режима полива. Кроме того они более теплолюбивы по сравнению с другими суккулентами.

Особый интерес представляет группа видов растений, редких в культуре. К ним относятся виды из семейства Restionaceae. Рестиниевые имеют в экспозициях лишь немногие ботанические сады в мире: Eden Project, Cornwall, UK; Hortus Botanicus, Amsterdam; Botanischer Garten, Dusseldorf. Это семейство, объединяет растения похожие на злаки, осоки или камыши. Cape reeds (капский камыш) – более привычное название этих растений для жителей Южной Африки. Листья у рестиниевых редуцированы до влагалищ или чешуек, а функцию фотосинтеза выполняют жесткие стебли. Особенно необычны в своем облике некоторые представители рода элегия (*Elegia*), напоминающие огромные хвощи высотой до 2,5 м (рис. 8, см. обложку). В коллекции ГБС представлены *Cannomois virgata* Hochst., *Chondropetalum tectorum* (L.f.) Raf., *Elegia capensis* (Burm.f.) Schelpe, *Rhodocoma capensis* Steud., *Rhodocoma gigantea* (Kunth) H.P.Linder. Все они выращены из семян, привезенных в 2008 из ЮАР. Restionaceae являются одной из основных структурных групп растений финбоса, наряду с Proteaceae, Ericaceae [17]. Очень интересно наблюдать развитие растений от семени до взрослого состояния. Также мы проращивали редкое голосеменное растение *Welwitschia mirabilis* Hook.f., семена которого были собраны в естественной среде его обитания - прибрежной пустыне Намиб в августе 2009 года (рис. 9, см. обложку). Семена *Welwitschia mirabilis* достаточно долго сохраняют всхожесть, поэтому мы смогли поделить привезенными семенами с другими ботаническими садами (МГУ, Новосибирск). Процент всхожести зависит от качества семян, у нас проросло лишь 2 семени из 20. Поэтому мы повторили попытку и взяли семена в августе

2014 из *Kirstenbosch National Botanical Garden* (SA), где уже много лет успешно существует искусственная популяция вельвичии. Но проросло лишь одно семя. Семена высеваю в чистый кварцевый песок мелких фракций так, чтобы они были слегка присыпаны сверху. При температуре около 30°С и достаточном обеспечении влагой семена прорастают на 8–10 день. Сначала на поверхности показываются красноватые семядольные листья, через 2 месяца они зеленеют. Вельвичия – чрезвычайно медленно растущее растение, только через 8,5 месяцев возникает вторая пара листьев, которые уже живут всю жизнь и растут очень медленно всего 100...200 мм в год. Молодые растения хорошо развиваются при регулярном поливе. Для пересадки молодых сеянцев мы использовали оранжевый песок пустыни Намиб с добавлением кварцевого песка. Сегодня в коллекции Фондовой оранжереи ГБС РАН содержатся 3 разновозрастных растения вельвичии. Шишки появляются лишь через 5–7 лет после посева [25].

Работа выполнена по программе фундаментальных научных исследований Государственных Академий наук на 2013 - 2020 гг по теме (проекту) № 0111-2014-0014 «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» на базе УНУ «Фондовая оранжерея».

Список литературы

1. Аверьянов Л.В. Оценка угрозы вымирания видов растений в терминах Международного Союза Охраны Природы (IUCN SSC Categories and Criteria). Теория и практика // Матер. IX Межд. науч.-практ. конф. «Охрана и культивирование орхидей». М.: Товарищество научных изданий КМК. 2011. С. 5–9.
2. Кузьмин З.Е., Головкин Б.Н., Демидов А.С., Золкин С.Ю. Фондовая оранжерея Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (история, коллекции, исследования). Москва. 2009. 194 с.
3. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. (www.iucnredlist.org).
4. WCSP. 2016. World Checklist of Selected Plant Families. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. (<http://apps.kew.org/wcsp/>).
5. Коломейцева Г.Л., Антипина В.А., Широков А.И. др. Семена орхидей: развитие, структура, прорастание. М.: ГЕОС, 2012. 352 с.
6. Т.В.Никишина Т.В., Коломейцева Г.Л., Антипина В.А., Бубнова Д.С., Высоцкая О.Н. Коллекции семян орхидей и способы их хранения // Матер. X Межд. науч.-практ. конф. «Охрана и культивирование орхидей». Минск: А.Н. Варакин, 2015. С. 177–181.
7. Рябченко А.С., Бабоша А.В., Коломейцева Г.Л. Исследование эмбриогенеза орхидных с помощью

методов конфокальной лазерной микроскопии // Матер. XXVI Российской конференции по электронной микроскопии и 4-я Школы молодых ученых «Современные методы электронной и зондовой микроскопии в исследованиях наноструктур и наноматериалов». Москва, Зеленоград, 2016. С. 734–735.

8. Birk L.A. *Paphiopedilum fowliei* Birk sp.nov. // *Orchid Digest*, 1981. Vol. 45, Pp.63–65.

9. Roeth J., Gruss O. *Phragmipedium richteri* // *Die Orchidee*, 1994. Vol. 45 (3): back cover, f.

10. WCSP, 2016: <http://apps.kew.org/wcsp/>.

11. Averyanov, L.V., Averyanova A.L. Updated Checklist of the orchids of Vietnam. Hanoi:Vietnam National University Publishing House, 2003. 102 p.

12. Золкин С.Ю., Семихов В.Ф., Арефьева Л.П., Новожилова О.А. Серологический подход к систематике порядка Суссалады и его положения в системе голосеменных // *Бюл. Гл.ботан.сада*. 2001. Вып. 182, С. 130–135.

13. Semikhov V.F., Aref'eva L.P., Zolkin S.Yu., Novozhilova O.A., Timoshchenko A.S., Kostrikin D.S. Relationships of the gymnosperms and angiosperms estimated on the basis of data obtained by biochemical methods // *Biology Bul.* 2004. Vol.31, №1. Pp. 21-35.

14. Johnson L. The families of cycads and the Zamiaceae of Australia // *Pros. Linn. Soc. N.S.W.* 1959. Vol. 84. Pp. 64–117.

15. Stevenson, D.W. A formal classification of the extant cycads // *Brittonia*. 1992. Vol. 44, №2. Pp.220-223.

16. <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/G/Zamiaceae/>

17. Ozerova L. V. Plants to the South African and Namibian flora in natural and artificial biomes // *Materials of international scientific conference «Conservation of biodiversity tropical and subtropical plants»* (Kharkov, Ukraine, 7-10 October 2013). Kharkiv: FLP, 2013. Pp. 26-31.

18. Ozerova L.V. Expedition to the Eastern Cape Province, South Africa in October 2013//Conference abstracts. Third Conference in Memory of Prof. Alexey Skvortsov Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences, Moscow.11 March 2014. *Skvortsovia*, Vol. 1 (4) – 31 December 2014. Pp. 270–271.

19. Red List of South African Plants version, 2015. Accessed on 2017/01/11 redlist.sanbi.org.

20. Southern African Plant Red Data List. Southern African Botanical Diversity Network Report, 2002. N.14. 238 p.

21. Smith G., Chesselet P., Jaarsveld E. van & al. *Mesembs of the World*. Pretoria (RSA): Briza Publications, 1998. 405 p.

22. Bayer B. *Haworthia Update - Essays on Haworthia*, 2012. Vol. 7, Part 1. 63 p.

23. Van Jaarsveld E.J. The genus *Gasteria*, a synoptic review. *Aloe*. 2007. Vol.44, N 4, Pp.83-97.

24. Timonin A. C., Ozerova L.V., Schazer I.A. Evolution of the Succulent Organization of the Southern African Senecioneae (Asteraceae) // *Biol. Bul. Reviews*, 2015, Vol. 5, N. 1, Pp. 17–27.

25. Van Jaarsveld E.J., Pond U. *Uncrowned Monarch of the Namib. Welwitschia mirabilis*. Penrock Publications, Cape Town, 2013. 284 p.

References

1. Averyanov L.V. Otzenka ugrozi vimirania vidov rastenii v terminah Mejdunarodnogo Sousa Ohrani Prirodi (MSOP). Teoria i praktika [Assessment of plant species extinction risks in terms of the International Union for Conservation of Nature (IUCN SSC categories and criteria). Theory and Practice]. M.: Tovarischestvo nauchnich isdanii KMK [Moscow, KMK Scientific Press Ltd.].2011. С. 5–9.

2. Kuzmin Z.E., Golovkin B.N., Demidov A.S., Zolkin S.Yu. Fondovaya oranzhereya Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN (istoriya, kolleksii, issledovaniya) [Stock greenhouse Main Botanical Gardens by N.V. Tsitsin RAS (history, collections, research)]. Moscow. 2009. 194 p.

3. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. (www.iucnredlist.org).

4. WCSP. 2016. World Checklist of Selected Plant Families. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. (<http://apps.kew.org/wcsp/>).

5. Kolomeitseva G.L., Antipina V.A., Shirokov A.I., Khomutovskij M.I. et all. Semena orkhidej: razvitie, struktura, prorastanie [Orchid seeds: development, structure, germination]. M.: Geos [Moscow: Publishing House «Geos»]. 2012. 352 p.

6. Nikishina T.V., Kolomeitseva G.L., Antipina V.A., Bubnova D.S., Visotskaya O.N. Kollektzii semyan orkhidei i sposobi ikh khraneniya [Collection of orchid seed and their methods of storage]. Materialy X mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Okhrana i kultivirovanie orkhidej» [Proceedings of the X international scientific-practical conference «Protection and cultivation of orchids»]. Minsk, Belarus. 2015. Pp. 177–181.

7. Ryabchenko A.S., Babosha A.V., Kolomeitseva G.L. Issledovaniye embryogeneza orkhidnykh s pomoshch'yu metodov konfokal'noy lazernoy mikroskopii [Study embryogenesis of orchids using confocal laser microscopy techniques]. Materialy XXVI Rossiyskoy konferentsii po elektronnoy mikroskopii i 4-ya Shkoly molodykh uchenykh «Sovremennyye metody elektronnoy i zondovoy mikroskopii v issledovaniyakh nanostruktur i nanomaterialov» [Modern methods of electron and scanning probe microscopy

in studies of nanostructures and nanomaterials]. Moscow, Zelenograd. 2016. Pp. 734–735.

8. Birk L.A. *Paphiopedilum fowliei* Birk sp.nov. // *Orchid Digest*, 1981. Vol.45. Pp. 63–65.

9. Roeth J., Gruss O. *Phragmipedium richteri* // *Die Orchidee*, 1994. Vol.45 (3): back cover, f.

10. WCSP, 2016: <http://apps.kew.org/wcsp/>.

11. Averyanov, L.V., Averyanova A.L. Updated Checklist of the orchids of Vietnam. Vietnam National University Publishing House, Hanoi. 2003. 102 p.

12. Zolkin S.Yu., Semikhov V.F., Aref'eva L.P., Novozhilova O.A. Serologicheskij podkhod k sistematike poryadka Cycadales i ego polozheniya v sisteme golosemennykh [Serological approach to the taxonomy of the order Cycadales and its position in the system of gymnosperms]. *Byulleten' GBS [Bul. Main Botan. Garden]*. 2001. Is. 182, N, Pp. 130–135.

13. Semikhov V.F., Aref'eva L.P., Zolkin S.Yu., Novozhilova O.A., Timoshchenko A.S., Kostrikin D.S. Relationships of the gymnosperms and angiosperms estimated on the basis of data obtained by biochemical methods // *Biol. Bul.* 2004. Vol. 31, №1. Pp. 21–35.

14. Johnson L. The families of cycads and the Zamia-ceae of Australia // *Pros. Linn. Soc. N.S.W.* 1959. Vol. 84. Pp. 64–117.

15. Stevenson, D.W. A formal classification of the extant cycads // *Brittonia*. 1992. Vol. 44, № 2. Pp. 220–223.

16. <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/G/Zamiaceae/>

17. Ozerova L. V. Plants to the South African and Namibian flora in natural and artificial biomes // *Materials*

of international scientific conference «Conservation of biodiversity tropical and subtropical plants» (Kharkov, Ukraine, 7–10 October 2013). Kharkiv: FLP, 2013. Pp. 26–31.

18. Ozerova L.V. Expedition to the Eastern Cape Province, South Africa in October 2013//Conference abstracts. Third Conference in Memory of Prof. Alexey Skvortsov Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences, Moscow. 11 March 2014. *Skvortsovia*, Vol. 1 (4) – 31 December 2014. Pp. 270–271.

19. Red List of South African Plants version, 2015. Accessed on 2017/01/11 redlist.sanbi.org.

20. Southern African Plant Red Data List. Southern African Botanical Diversity Network Report, 2002. N. 14. 238 p.

21. Smith G., Chesselet P., Jaarsveld E. van & al. *Mesembs of the World*. Pretoria (RSA): Briza Publications, 1998. 405 p.

22. Bayer B. *Haworthia Update - Essays on Haworthia*, 2012. Vol. 7, Part I. 63 p.

23. Van Jaarsveld E.J. The genus *Gasteria*, a synoptic review. *Aloe*. 2007. Vol.44, N 4, Pp.83–97.

24. Timonin A. C., Ozerova L.V., Schazer I.A. Evolution of the Succulent Organization of the Southern African Senecioneae (Asteraceae) // *Biology Bulletin Reviews*, 2015, Vol. 5, N. 1, Pp. 17–27.

25. Van Jaarsveld E.J., Pond U. *Uncrowned Monarch of the Namib. Welwitschia mirabilis*. Penrock Publications, Cape Town, 2013. 284 p.

Информация об авторах

Коломейцева Галина Леонидовна, д-р биол. наук, вед.н.с.

E-mail: kmimail@mail.ru

Золкин Сергей Юрьевич, канд. биол. наук, ст.н.с.

E-mail: szolkin@mail.ru

Озерова Людмила Викторовна, канд. биол. наук, ст.н.с.

E-mail: lyozerova@yandex.ru

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

Information about the authors

Kolomeitseva Galina Leonidovna, Dr.Sci. Biol., Leader Researcher

E-mail: kmimail@mail.ru

Zolkin Sergey Yurievich, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: szolkin@mail.ru

Ozerova Ludmila Viktorovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: lyozerova@yandex.ru

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

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

Г.М. Дьякова
агроном

А.В. Гусев
агроном

E-mail: gusev.gbsran@mail.ru

Н.А. Мамаева

канд. биол. наук, ст.н.с.

E-mail: mamaeva_n@list.ru

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

Редкие сорта пиона (*Paeonia* L.) в современной коллекции отдела декоративных растений ГБС РАН

Коллекционный фонд пионов в отделе декоративных растений ГБС РАН существует с 1947 года. Современная коллекция *Paeonia* включает около 500 сортов отечественной и зарубежной селекции. Ее большую часть составляют сорта *Paeonia lactiflora* Pall. (335 наименований); 20 сортов относится к *P. officinalis* L.; к сложным межвидовым гибридам принадлежит 133 сорта. При этом в рамках коллекции сформирована выборка редких и ценных сортов. Это такие культивары, как *Duchesse de Nemours*, *Green Lotus*, *Circus Circus*, *Neon*, *John van Leeuwen*, *Gold Standart*, *Walter Mains*, *Festiva Maxima*, *Coral Charm*, *Coral Sunset*, *Philomele*, *Prairie Moon*, *Claire De Lune*, *Sable*, *Illini Warrior*, *Carol*, *Diana Parks*, *Mons Jules Elie*, *Red Grase*, *Henry Bockstose*, *Flamingo*, *Liebchen*, *Comelia Shaylor*, *Sarah Bernhardt*, *Herald*, Орленок, *Auguste Dessert*, *Flamingo*, *Новость Алтая*, *Fairy Princess*, *Marie Lemoine* и др.

Ключевые слова: коллекционные фонды, представители рода *Paeonia*, современная коллекция *Paeonia* отдела декоративных растений ГБС РАН, редкие и ценные сорта пиона.

G.M. Dyakova
agronomist

A.V. Gusev
agronomist

E-mail: gusev.gbsran@mail.ru

N.A. Mamaeva

cand. sci. boil., senior researcher

E-mail: mamaeva_n@list.ru

Federal State Budgetary Institution for Science
Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS,
Moscow

The rare varieties of peony (*Paeonia* L.) in collection of the Department of ornamental plants MBG RAS

The peony collection in the Department of ornamental plants MBG RAS has existed since 1947. Nowadays the collection includes almost 500 varieties of domestic and foreign selection. Most varieties belong to the species of *Paeonia lactiflora* Pall. (335 varieties); 20 varieties – to *P. officinalis* L., one hundred-thirty-three varieties are complex interspecific hybrids. The collection includes a set of rare and valuable varieties, such as *Duchesse de Nemours*, *Green Lotus*, *Circus Circus*, *Neon*, *John van Leeuwen*, *Gold Standart*, *Walter Mains*, *Festiva Maxima*, *Coral Charm*, *Coral Sunset*, *Philomele*, *Prairie Moon*, *Claire De Lune*, *Sable*, *Illini Warrior*, *Carol*, *Diana Parks*, *Mons Jules Elie*, *Red Grase*, *Henry Bockstose*, *Flamingo*, *Liebchen*, *Comelia Shaylor*, *Sarah Bernhardt*, *Herald*, Орлёнок, *Auguste Dessert*, *Flamingo*, *Новость Алтая*, *Fairy Princess*, *Marie Lemoine* and etc.

Keywords: plant collection, the genus of *Paeonia*, peony varieties

Paeonia L. – представитель монородового семейства *Paeoniaceae* F. Rudolphii. В состав рода входят 47 видов и разновидностей, в том числе 16 видов, произрастающих на территории бывшего СССР [1]. В основном – это травянистые растения, но существуют и кустарниковые формы, которые принято называть древовидными пионами.

Ареал природных видов *Paeonia* включает территорию Крыма, Кавказа, Сибири и Дальнего Востока.

Однако в результате климатических изменений, резкого увеличения антропогенной нагрузки, массового сбора генеративных побегов на срезку и других негативных факторов произошло сокращение числа природных популяций и их объемов. Поэтому часть видов *Paeonia* в настоящее время отнесена к редким и исчезающим растениям [2].

Некоторые дикорастущие виды интродуцированы давно и используются как лекарственные и/или

декоративные растения. Так, широко распространены в культуре такие виды как *Paeonia anomala* L., *P. mlokosewitschii* Lomakin, *P. tenuifolia* L. и полукустарниковый *P. delavayi* Franch.. Они очень устойчивы в культуре (нормально развиваются при недостатке освещения, морозостойкие, нетребовательны к основным характеристикам почвы) и отличаются несложной агротехникой [3].

В России пионы были введены в культуру в XVIII столетии и исходно относились к малораспространенным цветочно-декоративным многолетникам. В настоящее время они являются одной из наиболее известных и широко востребованных в цветоводстве и озеленении культур. По данным различных источников [4, 5] современный мировой сортимент *Paeonia* насчитывает около 6500 сортов.

В РФ существуют три наиболее крупные коллекции травянистых представителей рода *Paeonia*: в ботаническом саду биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова [6], в Главном ботаническом саду имени Н.В. Цицина Российской академии наук [7] и Всероссийском научно-технологическом институте садоводства и питомниководства» [8].

Коллекция пионов в отделе декоративных растений (ОДР) ГБС РАН существует с 1947 г. При этом на начальном этапе формирования она насчитывала около 50 сортов, в основном французской селекции [9]. Созданные 100–150 и более лет назад, но отличающиеся высоко декоративной формой цветка и великолепным ароматом, они до сих пор широко востребованы в мировом цветоводстве.

Современная коллекция *Paeonia* ОДР включает около 500 сортов отечественной и зарубежной селекции (табл. 1). В ее составе сохранены многие исторические сорта, такие как созданные во Франции *Festiva Maxima* (Miellez, 1851), *Duchesse de Nemours* (Calot, 1856), *Philomele* (Calot, 1861), *Marie Lemoine* (Calot, 1869), *Mons Jules Elie* (Crousse, 1888), *Sarah Bernhardt* (Lemoine, 1906).

Большую часть коллекционного фонда составляют сорта *Paeonia lactiflora* Pall. (335 наименований), 20 сортов относится к *P. officinalis* L., к сложным межвидовым гибридам принадлежит 133 сорта. При этом ассортимент сформирован так, что в коллекцию традиционно входят все садовые группы пионов, отличающиеся по форме цветка, его окраске, срокам цветения и другим характеристикам [10, 11].

Общеизвестно, что основная часть декоративных признаков сортов пиона относится к генеративной сфере и, в первую очередь, к характеристикам цветка.

Одна из базовых классификаций сортов *Paeonia* основана на вариабельности культуры по форме цветка [12]. Наиболее распространенной как в мировом ассортименте, так и в составе коллекции ОДР ГБС РАН, является группа махровых и анемоподобных пионов (рис. 1.).

Среди большого разнообразия пионов в коллекции ОДР ГБС РАН выделим наиболее малораспространенные, редкие и ценные сорта.

От большинства пионов по фенотипическим признакам/свойствам цветка значительно отличаются новые сорта, сравнительно недавно введенные в состав коллекции: *Green Lotus* (Klehm, 1995) и *Circus Circus* (Klehm, 1995). Для них характерны кактусовидная форма цветка (относительно малораспространенная подгруппа в группе махровых пионов), наличие приятного легкого аромата, ранний срок цветения.

К малораспространенным правомерно отнести садовую группу пионов с японской формой цветка – переходную между полумахровыми к махровыми, – первые представители которой были выведены в Японии (что и определило ее название). В начале XX в. культивары с японской формой цветка были интродуцированы в Европу и Америку.

Видом-родоначальником этой садовой группы является *Paeonia lactiflora*. Однако по характеристикам цветка сорта сильно отличаются исходного природного вида [13]. Крупные наружные лепестки образуют от одного до трех рядов; в центре цветка расположены, фенотипически очень вариабельные стаминодии. Кроме высоко декоративных цветков представители этой садовой группы отличаются комплексом хозяйственно-ценных признаков. Культивары в основном

Таблица 1. Соотношение сортов *Paeonia* селекции различных стран в составе коллекции ОДР ГБС РАН (по итогам осенней инвентаризации 2016 г.)

Страна происхождения сорта	Кол-во сортов, % (от общего числа сортов в коллекции)
США	62,8
Германия	16,3
СССР	11,7
Франция	7,3
Англия	1,7
Бельгия	0,2



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

характеризуются компактной формой куста, быстрыми темпами его разрастания, отсутствием полегания генеративных побегов, обильным цветением.

В современной коллекции ОДР ГБС РАН наиболее ценными представителями группы пионов с японской формой цветка являются 'Neon' (Nicholls, 1941), 'John van Leeuwen' (Van Leeuwen, 1928), 'Gold Standart' (Rosenfield, 1934), 'Walter Mains' (Mains, 1957).

Цветки пионов отличаются широкой колористической гаммой. К наиболее распространенным типам окраски относятся белая, розовая и красная. Но существуют сорта с желтыми, коралловыми, сиреневыми и почти черными оттенками. Иногда в одном цветке сочетаются несколько тонов ('Gladis Hodson' (Krekler, 1961), 'Cora Stubbs' (Krekler, 1975), 'White Cap' (Winchell, 1956) и др.).

В составе современной коллекции сортов *Paeonia* ОДР ГБС РАН представлены все существующие типы основной окраски цветка (рис. 2).

Однако часть сортов коллекции значительно отличается по колористическим характеристикам цветка. Так, очень оригинальной является группа «коралловых» пионов. Цветки представителей этой колористической группы очень необычного, малораспространенного у пионов цвета: при роспуске ярко-коралловые, в полном роспуске светло-коралловые.

Первые сорта с этой окраской цветка 'Coralie' (1940) и 'Cytherea' (1950), созданные американским селекционером Arthur Saunders, были включены в коллекцию примерно в 60-х гг. XX века. Однако наиболее успешным в реализации этого направления селекционной работы следует считать Samuel Wissing. Первый и наиболее известный его сорт Coral Charm – создан в 1964 г. Позднее были зарегистрированы и другие культивары: Coral Sunset, Coral Supreme, Pink



Рис. 2. Распределение сортов *Paeonia* коллекции ОДР ГБС РАН по окраске цветка (в процентах от общего объема коллекции)

Howain Coral и Etched Salmon. Отметим, что указанные сорта успешно интродуцированы в условия Средней полосы России и очень перспективны для использования в фитодизайне.

Безусловно, интересны сорта с редкой для травянистых пионов – желтой окраской цветка: Prairie Moon (Fay, 1960), Claire De Lune (White-Wild, 1954). Эти желто-кремовые пионы отличаются высокой декоративностью и очень ранним цветением (3-я декада мая).

Особыми декоративными характеристиками отличаются густомахровые сорта с насыщенной красной окраской цветка из группы американских гибридов: Carol (Bockstoce, 1955), Diana Parks (Bockstoce, 1942), Red Grase (Glasscock, 1980), Henry Bockstose (Bockstoce, 1955), Old Faithful (Glasscock-Falk, 1964).

Также нельзя не отметить сорта *Paeonia* с темно-красной (почти черной) окраской цветка: Sable (Glasscock, 1949) и Illini Warrior (Glasscock, 1941).

Ряд сортов коллекции также отличаются хозяйственно-ценными признаками, связанными с вегетативной сферой. Они представляют значительный интерес для продления периода декоративности пионов, т.к. длительность фазы цветения у большинства сортов не превышает недели.

Так, во время цветения у многих сортов *Paeonia* (особенно густомахровых), из-за недостаточной прочности механических тканей стеблей, наблюдается склонность к полеганию генеративных побегов и нарушению формы куста, что значительно снижает общую декоративность посадок. Однако можно выделить генотипы, которые по этому признаку качественно отличаются от большинства культиваров.

В составе коллекции ОДР ГБС РАН, это 'Flamingo' (Andrews, 1925), побеги у которого расположены строго в вертикальной плоскости и образуют очень

плотный куст. 'Liebchen' (Murawska, 1959), характеризующийся более естественным (но тоже вертикальным) пространственным расположением. А также 'Cornelia Shaylor' (Shaylor, 1917), у которого прочные побеги с крупными темно-зелеными листьями после обрезки цветоносов образуют куст в форме полукруга. Этот сорт может быть рекомендован для солитерных посадок.

Ряд культиваров отличается высокой декоративностью листьев. При этом декоративность растений может определяться формой и фактурой листовых пластинок, а также вариативностью их пигментации.

По декоративным характеристикам листовых пластин можно отметить сорта гибридов *Paeonia lactiflora* и *P. tenuifolia*. Они отличаются мелкими, сильно рассеченными насыщенно-зелеными листьями. В коллекции ОДР ГБС РАН одним из наиболее декоративных представителей этой группы является сорт Herald (Sanders, 1950). А с учетом хозяйственно-ценных признаков наиболее перспективен 'Орленок' (Фомичева, 1963), характеризующийся прочными цветоносами и высокой плотностью куста.

Пигментация листьев *Paeonia* в летний период колеблется от зелено-желтоватых, зеленых различных тонов до сизоватых (последний вариант наименее распространенный). Оригинальностью окраски листьев в период активной вегетации отличается сорт Rose Noble (Sanders, 1950), листья которого постепенно приобретают коричневатый оттенок. В результате зеленая пигментация у основания листовой пластинки в ее апикальной части переходит в светло-коричневый.

Осенью листья многих сортов *Paeonia* окрашиваются в яркие желтые, красно-коричневые и бронзовые тона. По пигментации листовых пластин в коллекции ОДР ГБС РАН качественно отличается 'Auguste Dessert' (Dessert, 1920). Его листья приобретают в начале осени очень необычную красно-коричневую окраску с эффектом бархатистости.

В составе современной коллекции представителей рода *Paeonia* ОДР ГБС РАН сформирована выборка редких сортов, отличающихся по комплексу декоративных и хозяйственно-ценных признаков. Отметим некоторые из них.

Малораспространенный сорт Flamingo (Andrews, 1925): цветки от полумахровых до махровых, ярко-розовые, диаметром около 15 см, с легким приятным ароматом. Куст компактный, высотой 40...45 см; стебли прямые с декоративными светло-зелеными листьями. Цветение обильное и продолжительное. Сорт наиболее перспективен для использования на альпийских горках.

'Новость Алтая' (Лучник, 1963): цветки немахровые, сиренево-розовые, диаметром около 13 см, душистый. Куст компактный, высотой до 130 см; стебли прямые, листья зеленые с удлинёнными долями. Самый высокорослый культивар в коллекции ОДР ГБС РАН.

Сорт Fairy Princess (Glasscock-Falk, 1945): цветки немахровые, ярко-красные с малиновым оттенком, диаметром до 12 см, ароматный. Цветение обильное. Куст компактный, высотой около 55 см; один из наиболее низкорослых сортов коллекции.

В настоящее время на этапе интродукционного изучения в ОДР ГБС РАН находятся так называемые пионы XXI в. – Ито-гибриды, впервые полученные японским селекционером Toichi Itoh от скрещиваний травянистых и кустарниковых форм. Соответственно в фенотипе этих сортов, объединены признаки как древовидных (морфологические особенности строения цветка, габитус растений, линейные размеры листовых пластин) и травянистых (ежегодно практически полностью отмирающая надземная часть растений, относительно быстрое размножение делением корневища, цветение на однолетних побегах) пионов. По предварительным данным наиболее перспективными являются 3 сорта.

'Yellow Grown' (Itoh, 1974, Япония). Цветок полумахровый, желтый с красными пятнами у основания лепестков. Высота куста около 75 см.

'Yellow Heaven' (Itoh, 1974, Япония). Цветок махровый, желтый, со слабым ароматом. Высота куста 55...60 см.

'Bartzella' (Anderson, 1986, США). Цветок махровый, ярко-желтый с красными мазками у основания лепестков в центре, ароматный. Диаметр цветка в среднем 24 см. Высота куста около 90 см.

Таким образом, правомерно отметить, что в составе современной коллекции представителей *Paeonia* ОДР ГБС РАН представлено репрезентативное собрание малораспространенных сортов, а также культиваров-носителей редких и ценных признаков и свойств.

Список литературы

1. Флора СССР. М.-Л.: Наука, 1937. Т. 7.
2. <http://biodat.ru/db/rbp/index.htm>.
3. Ипполитова Н.Я. Пионы. М.: Кладезь-Букс, 2004. 96 с.
4. <http://www.americanpeonysociety.org>.
5. Дубров В. М. Пионы. М.: Изд-во Фитон XXI, 2016. 208 с.
6. Дворцова В. В., Ефимов С. В., Дацюк Е. И. и др. Каталог декоративных растений ботанического сада

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

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

8. <http://vstisp.org/vstisp/index.php/2013-07-24-06-45-20/struktura>.

9. Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН (история, становление и достижения). К 60-летию основания. М., 2005. 112 с.

10. Карпизонова Р. А., Демидов А. С. Принципы создания и изучения коллекций декоративных растений ГБС РАН // Информ. Бюл. Совета ботан. садов России. 1997. Вып. 7. С. 25-31.

11. Травянистые декоративные многолетники Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции. М.: Наука, 2009. С. 260-288.

12. <http://peonyparadise.com/typesofpeonies.aspx>.

13. Ипполитова Н.Я. Пионы. Альбом-справочник. М.: Россельхозиздат, 1985. 222 с.

References

1. Flora SSSR. [Flora of the USSR] М.-Л.: Nauka, [M.-L.: Publishing House «Science»] 1937. Vol. 7.

2. <http://biodat.ru/db/rbp/index.htm>.

3. Ippolitova N.Ja. Piony. [Peonies]. М.: Kladez'-Buks, [M.: Publishing House «Kladez'-Buks»], 2004. 96 p.

4. <http://www.americanpeonysociety.org>.

5. Dubrov V. M. Piony. [Peonies]. Izd-vo Fiton XXI, [Publishing House «Fiton XXI»], 2016. 208 p.

6. Dvorcova V. V., Efimov S. V., Dacjuk E. I. et al. Katalog 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]. М: Т-во научн. изданий КМК, [M.: KMK Scientific Press LTD], 2010. 358 p.

7. Kul'turnaja flora travjanistyh dekorativnyh mnogoletnikov Srednej polosy Rossii. [Cultural flora of herbaceous ornamental perennials of the Middle Russia]. М.: Фитон, [M.: Publishing House «Fiton»], 2011. 432 p.

8. <http://vstisp.org/vstisp/index.php/2013-07-24-06-45-20/struktura>.

9. Glavnyj botanicheskij sad im. N. V. Cicina RAN (istorija, stanovlenie i dostizhenija). K 60-letiju osnovanija. [Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS (history, formation and achievements). To the 60th anniversary of the foundation]. М.: 2005. 112 p.

10. Karpisonova R. A., Demidov A. S. Principy sozdanija i izuchenija kollekcij dekorativnyh rastenij GBS RAN, [Principles of creation and study of collections of ornamental plants of the MBG of RAS] // Informacionnyj bjulleten' Soveta botanicheskikh sadov Rossii, [Information Bul. Council of Botanic Gardens of Russia]. 1997. Vol. 7. Pp. 25-31.

11. Travjanistye 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]. М.: Nauka, [M.: Publishing House «Science»], 2009. Pp. 260-288.

12. <http://peonyparadise.com/typesofpeonies.aspx>.

13. Ippolitova N.Ja. Piony. [Peonies]. A'l'bom-spravochnik. [Album-directory]. М.: Rossel'hozizdat, [M.: Publishing House «Rosselkhozizdat»], 1985. 222 p.

Информация об авторах

Дьякова Галина Михайловна, агроном

Гусев Андрей Викторович, агроном

E-mail: gusev.gbsran@mail.ru

Мамаева Наталья Анатольевна, канд. биол. наук, ст.н.с.

E-mail: mamaeva_n@list.ru

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

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

Information about the authors

Dyakova Galina Mihajlovna, Agronomist

Gusev Andrej Viktorovich, Agronomist

E-mail: gusev.gbsran@mail.ru

Mamaeva Natal'ja Anatol'evna, Cand. Sci. Boil., Senior Researcher

E-mail: mamaeva_n@list.ru

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

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

В.П. Криворучко

д-р биол. наук, вед. н. с.

Ю.Н. Горбунов

д-р биол. наук, зам. директора

E-mail: gbsran@mail.ru

Федеральное Государственное бюджетное
учреждение науки Главный ботанический сад
им. Н.В.Цицицина РАН, Москва

Некоторые итоги селекции яблони в ГБС РАН

Представлены итоги многолетнего сравнительного изучения в опыте интродукции более ста элитных гибридных форм яблони, полученных из Ботанического сада им. Э.З. Гареева НАН Кыргызской Республики. В результате проведенного отбора выделено 10 наиболее перспективных для выращивания в средней полосе России форм. Эти формы являются хорошими кандидатами для оформления новых сортов яблони. Приводятся подробные описания выделенных форм. Все они характеризуются поздним плодоношением, высокой урожайностью, зимостойкостью и устойчивостью к поражению паршой. Большинство форм обладают крупными, длительно хранящимися плодами, характеризующимися гармоничным вкусом и ароматом.

Ключевые слова: яблоня, селекция, интродукция, новые сорта.

V.P. Krivoruchko

Dr. Sci. Biol., Leader Researcher

Yu.N. Gorbunov

Dr. Sci. Biol., Vice Director

E-mail: gbsran@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science
Main Botanical Gardens named after N.V. Tsitsin
RAS, Moscow

Some results of apple breeding in the MBG RAS

The results of long-term comparative study on more than one hundred elite hybrid forms of apple trees, bred in the Botanical Garden named after E.Z. Gareev of the National Academy of Sciences of Kyrgyz Republic and introduced into the MBG RAS, are presented. Ten hybrid forms, proved to be the most promising ones for cultivation in Central Russia, were selected. These forms are suitable for further selection of new varieties of apple. The detailed descriptions of these forms are given. All of the forms are characterized by later-fruiting, high yield, winter hardiness and resistance to scab lesion. Most forms have large, long-stored fruits, characterized by harmonious taste and aroma.

Keywords: apple tree, selection, introduction new sorts.

Яблоня является ведущей плодовой культурой в России. Требования к плодовой продукции, особенно к яблокам постоянно растут. При изменении погодноклиматических условий особенно высокие требования предъявляются к адаптивности сортов. Возрастают требования и к качеству плодов (массе, привлекательности внешнего вида, вкусу) [1].

Одним из важнейших путей пополнения относительно бедного сортимента яблони в средней зоне садоводства является интродукция сортов и перспективных форм из других зон и зарубежных стран. Хорошими примерами этого направления работы являются сорта Мелба, Спартан, Лобо и ряд других [2–5]. По сути,

сравнительное изучение инорайонных сортов и форм в опыте интродукции является продолжением селекционного процесса [1].

Основой для настоящей работы послужила многолетняя селекция яблони, проведенная под руководством В.П. Криворучко на базе Ботанического сада им. Э.З. Гареева Национальной Академии Наук Кыргызской Республики. Создание новых высокоурожайных скороплодных сортов с широкой амплитудой адаптации к различным условиям возможно лишь при правильном подборе родительских пар для гибридизации. В связи с этим первый этап селекционной работы был посвящен выявлению исходных сортов – доноров определенных

признаков, обеспечивающих их доминирование в потомстве [6]. Так, в качестве исходных родительских сортов для доминирования признака скороплодности были выделены сорта: Пальмира, Айчурек, Пепин Шафранный; высокой урожайности – Пальмира, Ренет Ландсбергский, Айчурек, Голден Делишес; высокой товарности – Апорт, Киргизское Зимнее, Аламединское, Чолконбай. В качестве источников повышенного содержания сахаров в ягодах выделены сорта Старкримсон, Апорт, Рашида и Киргизское Зимнее; высокого содержания органических кислот – Аламединское и Апорт; высокого содержания витамина С – Ренет Ландсбергский, Ренет Курский Золотой и Аламединское; продолжительной лежкости плодов – Ренет Курский Золотой, Пальмира, Голден Делишес и Чолпонбай.

На следующем этапе, в результате направленной гибридизации, был получен большой гибридный фонд яблони, из которого затем было выделено 20 сортов, отвечающих современным требованиям и перспективных для выращивания в Кыргызстане, а также большое количество элитных гибридных форм [7, 8].

В связи с переходом В.П. Криворучко на работу в ГБС РАН, в 2001–2003 гг. в Сад были привезены и высажены для интродукционной и селекционной работы сорта яблони Киргизское Зимнее, Рашида, Чолпонбай, Осеннее Гареева и более 100 элитных форм яблони селекции БС НАН Кыргызстана. Продолжительное сравнительное изучение роста, развития и плодоношения новых интродуцированных форм, позволило выделить из них 10 наиболее перспективных для выращивания в средней полосе России форм. Эти формы являются хорошими кандидатами для оформления новых сортов яблони. Ниже приводятся описания элитных гибридных форм, рекомендуемых для оформления в качестве новых сортов.

К 1 ('Юбилейное Криворучко') Апорт x Голден Делишес

Форма позднеосенняя, урожайная, зимостойкая, устойчивая к парше.

Дерево средней величины, крона округлая, редкая. Кора на штамбе гладкая, серая. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому, ветви прямые, расположены редко. Побеги средние, дугобразные, округлые, коричневые. Листья крупные, продолговатые, светло-зеленые, листовая пластинка гладкая, край листа мелкопильчатый, черешок длинный, голый. Цветки крупные, розовые. Плоды крупные, округло-конические, плодоножка средняя, прямая, воронка средняя, оржавленность слабая, чашечка открытая, блюдце среднее, бороздчатое. Средняя масса 180 г, максимальная – 280 г. Основная окраска плода светло-желтая, покровная – на большей части плода буровато-красная, подкожные точки серые, мелкие, слабозаметные. Сердечко небольшое, округлое, камеры открытые. Семена средние, коричневые. Мякоть белая, мелкозернистая, сочная, кисло-сладкая. Срок потребления плодов: ноябрь-март.

Гибридная форма Л 2. ('Тамара') Апорт x Кинг Девид

Форма зимняя, урожайная, зимостойкая, устойчивая к парше.

Дерево средней величины, крона округлая, редкая. Кора на штамбе гладкая, серая. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому, ветви прямые, расположены редко. Побеги средние, прямые, округлые, коричневато-бурые. Листья средние, яйцевидные, коротко заостренные, темно-зеленые, матовые, листовая пластинка плоская, изогнутая вниз, опушенность с нижней стороны слабая, край листа крупно-городчатый, черешок длинный, средний, голый. Цветки крупные, розовые. Плоды крупные, округло-конические, плодоножка средняя, прямая, воронка средняя, тупоконическая, оржавленность средняя, чашечка непадающая, закрытая, блюдце среднее, широкое, бороздчатое. Средняя масса 160 г, максимальная – 220 г. Основная окраска плода зеленовато-желтая, покровная – на большей части плода буровато-красная, подкожные точки средние, серые, хорошо заметные. Сердечко крупное, луковичное, камеры открытые. Семена средние, конические, коричневые. Мякоть белая, плотная, мелкозернистая, сочная, кисло-сладкая. Срок потребления плодов – ноябрь-март.

Гибридная форма 7-3-9 ('Ботаническая') (Бель Зимняя x Ренет Кассельский) x Апорт

Форма раннезимняя, урожайная, зимостойкая, устойчивая к парше.

Дерево средней величины, крона узкопирамидальная, средней густоты. Кора на штамбе гладкая, серая. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому, ветви прямые, расположены компактно. Побеги средние, прямые, бурые. Листья крупные, широкие, удлиненные, коротко заостренные, темно-зеленые, матовые, листовая пластинка изогнута вниз, опушенность слабая, край листа пильчато-городчатый, черешок длинный, средний, голый. Цветки средние, розовые. Плоды крупные, округло-конические, плодоножка средняя, изогнутая, воронка мелкая, широкая, оржавленность слабая, чашечка непадающая, открытая, блюдце среднее, широкое, бороздчатое. Средняя масса 220 г, максимальная – 300 г. Основная окраска плода зеленовато-желтая, покровная – отсутствует, подкожные точки средние, серые, хорошо заметные. Сердечко крупное, луковичное, камеры полуоткрытые. Семена средние, конические, светло-коричневые. Мякоть зеленоватая, мелкозернистая, сочная, сладкая, ароматная. Срок потребления плодов: ноябрь-март.

Гибридная форма 7-3-53 Апорт x Голден Делишес

Форма раннезимняя, урожайная, зимостойкая, устойчивая к парше.

Дерево средней величины, крона округлая, редкая. Кора на штамбе гладкая, серая. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому, ветви прямые, расположены редко. Побеги прямые, средние, бурые. Листья средние, удлиненные, коротко заостренные, темно-зеленые, матовые, листовая пластинка вогнутая, опушенность

слабая, край листа пильчато-городчатый, черешок средних, голый. Цветки средние, розовые. Плоды средней величины, округло-конусовидные, плодоножка средняя, прямо-косо-поставленная, воронка средняя, тупоконическая, оржавленность слабая, чашечка непадающая, открытая, блюдце среднее, узкое, бороздчатое. Средняя масса 160 г, максимальная – 200 г. Основная окраска зеленоватая, покровная – на большей части плода размытые буровато-красные полосы, подкожные точки средние, серые, заметные. Сердечко среднее, луковичное, камеры открытые, среднего размера. Семена средние, конические, коричневые. Мякоть зеленоватая, мелкозернистая, сочная, сладковатая, ароматная. Срок потребления плодов: ноябрь-январь.

Гибридная форма 7-3-51 *Апорт* x *Голден Делишес*

Форма раннезимняя, урожайная, зимостойкая, устойчивая к парше.

Дерево средней величины, крона округлая, редкая. Кора на штамбе гладкая, серая. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому, ветви прямые, расположены редко. Побеги прямые, средние, бурые, голые. Листья средние, удлиненные, яйцевидные, темно-зеленые, матовые, листовая пластинка вогнутая, опушенность слабая, край листа пильчато-городчатый, черешок длинный, средний, голый. Цветки крупные, розовые. Плоды средней величины, округло-конические, плодоножка средняя, тонкая, прямая, воронка глубокая, широкая, оржавленность слабая, чашечка непадающая, полуоткрытая, блюдце среднее, широкое, бороздчатое. Средняя масса 130 г, максимальная – 190 г. Основная окраска светло-желтая, покровная – по всему плоду размытая малиновая, подкожные точки средние, серые, хорошо заметные. Сердечко среднее, круглое, камеры открытые, среднего размера. Семена средние, конические, темно-коричневые. Мякоть кремовая, мелкозернистая, сочная, кисло-сладкая, ароматная. Срок потребления плодов: октябрь-январь.

Гибридная форма 7-5-35 (*Бель Зимняя* x *Ренет Касельский*) x *Превосходное*

Форма зимняя, урожайная, зимостойкая, устойчивая к парше.

Дерево средней величины, крона узкопирамидальная, редкая. Кора на штамбе гладкая, серая. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому, ветви прямые, расположены редко. Побеги прямые, средние, бурые. Листья крупные, удлиненно-яйцевидные, коротко заостренные, темно-зеленые, матовые, листовая пластинка изогнута, опушенность слабая, край листа пильчато-городчатый, черешок длинный, средний, голый. Цветки средние, розовые. Плоды крупные, плоскоовально-округлые, плодоножка средняя, прямая, воронка глубокая, широкая, оржавленность слабая, чашечка непадающая, полуоткрытая, блюдце среднее, бороздчатое. Средняя масса 180 г, максимальная – 200 г. Основная окраска зеленоватая, покровная – на большей части плода буровато-красная, подкожные точки средние, зеленые, заметные. Сердечко крупное, луковичное, камеры открытые, среднего размера. Семена средние, конические, темно-коричневые. Мякоть зеленоватая, мелкозернистая, сочная, сладковатая, ароматная. Срок потребления плодов: ноябрь-январь.

крупное, круглое, камеры открытые, средние. Семена крупные, конические, светло-коричневые. Мякоть зеленая, мелкозернистая, сочная, кисло-сладкая, ароматная. Срок потребления плодов: ноябрь-февраль.

Гибридная форма 7-6-3 *Сеянец сорта Кыргызское Зимнее*

Форма раннезимняя, урожайная, зимостойкая, устойчивая к парше.

Дерево средней величины, крона пирамидальная, редкая. Кора на штамбе гладкая, серая. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому, ветви прямые, расположены компактно. Побеги прямые, средние, бурые. Листья крупные, продолговато-яйцевидные, зеленые, матовые, листовая пластинка изогнута вниз, опушенность слабая, край листа пильчато-городчатый, черешок длинный, средний, голый. Цветки средние, розовые. Плоды крупные, плоско-округлые, плодоножка средняя, изогнутая, воронка глубокая, широкая, чашечка непадающая, полуоткрытая, блюдце мелкое, широкое, бороздчатое. Средняя масса 190 г, максимальная – 210 г. Основная окраска зеленовато-желтая, покровная – на большей части плода размытая малиновая, подкожные точки средние, серые, хорошо заметные. Сердечко крупное, репчатое, камеры открытые, среднего размера. Семена крупные, узкие, конические, коричневые. Мякоть зеленоватая, мелкозернистая, сочная, кисло-сладкая, ароматная. Срок потребления плодов: ноябрь-январь.

Гибридная форма 7-2-20 *Грушовка Верненская* x *Токтогул*

Форма позднелетняя, урожайная, зимостойкая, устойчивая к парше.

Дерево средней величины, крона узкопирамидальная, редкая. Кора на штамбе гладкая, серая. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому, ветви прямые, расположены редко. Побеги прямые, средние, серые. Листья средние, яйцевидные, коротко заостренные, темно-зеленые, матовые, листовая пластинка плоская, изогнутая вниз, опушенность слабая, край листа мелкопильчатый, черешок длинный, тонкий, голый. Цветки средние, розовые. Плоды средней величины, плоскоокруглые, плодоножка длинная, тонкая, прямо-поставленная, коронка мелкая, широкая, оржавленность слабая, чашечка непадающая, полуоткрытая, блюдце мелкое, бороздчатое. Средняя масса 150 г, максимальная – 200 г. Основная окраска зеленовато-желтая, покровная – на большей части плода буровато-красная, подкожные точки средние, зеленые, заметные. Сердечко крупное, луковичное, камеры открытые, среднего размера. Семена средние, конические, темно-коричневые. Мякоть зеленоватая, мелкозернистая, сочная, сладковатая, ароматная. Срок потребления плодов: ноябрь-январь.

Гибридная форма 7-8-53 (*Бель Зимняя* x *Ренет Касельский*) x *Кыргызское Зимнее*

Форма раннезимняя, урожайная, зимостойкая, устойчивая к парше.

Дерево средней величины, крона пирамидальная, густая. Кора на штамбе шелушащаяся, серая. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому, ветви прямые, расположены компактно, направлены вверх. Побеги прямые, средние, бурые. Листья средние, удлиненные, коротко заостренные, темно-зеленые, матовые, листовая пластинка вогнутая, опушенность слабая, край листа пильчато-городчатый, черешок длинный, тонкий, голый. Цветки средние, розовые, лепестки овальные. Плоды крупные, плоскоовальные, плодоножка короткая, средняя, прямо-поставленная, воронка глубокая, остро-коническая, средняя, оржавленность слабая, чашечка неопавшая, открытая, блюдце мелкое, широкое, бороздчатое. Средняя масса 180 г, максимальная – 220 г. Основная окраска зеленовато-желтая, покровная – на большей части плода буровато-красная, подкожные точки медкие, серые, заметные. Сердечко среднее, луковичное, камеры средние, полуоткрытые. Семена средние, конические, коричневые. Мякоть зеленоватая, нежная, мелкозернистая, сочная, кисло-сладкая, ароматная. Срок потребления плодов: ноябрь-январь.

Гибридная форма 7-5-36 (*Бель зимняя* x *Ренет Кассельский*) x *Превосходное*

Форма раннелистная, урожайная, зимостойкая, устойчивая к парше.

Дерево средней величины, крона округлая, редкая. Кора на штамбе гладкая, серая. Ветви отходят от ствола под углом близким к прямому, ветви прямые, расположены

редко. Побеги прямые, средние, бурые. Листья крупные, удлиненно-яйцевидные, темно-зеленые, матовые, листовая пластинка плоская, опушенность слабая, край листа мелко-городчатый, черешок длинный, тонкий, голый. Цветки средние, розовые, лепестки овальные. Плоды крупные, плоскоовальные, плодоножка короткая, толстая, воронка средняя, оржавленность слабая, чашечка неопавшая, закрытая, блюдце мелкое, бороздчатое. Средняя масса 190 г, максимальная – 240 г. Основная окраска зеленовато-желтая, покровная – на меньшей части плода малиновая, подкожные точки мяккие, зеленые, заметные. Сердечко среднее, репчатое, камеры открытые, средней величины. Семена крупные, конические, темно-коричневые. Мякоть зеленоватая, средней плотности, мелкозернистая, сочная, кисло-сладкая, ароматная. Срок потребления плодов: ноябрь-январь.

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика выделенных перспективных гибридных форм яблони.

Как видно из таблицы, подавляющее большинство форм по срокам созревания плодов являются зимними, лишь форма 7-2-20 характеризуется как позднеосенняя. Большинство форм обладает крупными, длительно хранящимися плодами, характеризующимися гармоничным вкусом и ароматом. Все выделенные формы отличаются высокой зимостойкостью и устойчивостью к поражению паршой. Следует подчеркнуть, что в сортименте яблони оредней полосы России ощущается острый недостаток именно зимних сортов, характеризующихся высокими потребительскими качествами плодов.

Таблица 1. Элитные формы яблони селекции Главного ботанического сада им. Н.В.Цицина РАН

Гибридная форма	Происхождение гибридной формы	Средняя масса плода, г	Характеристика формы по сроку созревания плодов	Вкус плодов	Срок потребления плодов
К 1	Апорт x Голден Делишес	180	позднеосенняя	кисло-сладкий	ноябрь-март
Л 2	Апорт x Кинг Девид	160	зимняя	кисло-сладкая	ноябрь-март
7-3-9	(Бель Зимняя x Ренет Кассельский) x Апорт	220	раннелистная	сладкая	ноябрь-март
7-3-53	Апорт x Голден Делишес	160	раннелистная	сладковатый	ноябрь-январь
7-3-51	Апорт x Голден Делишес	130	раннелистная	кисло-сладкий	октябрь-январь
7-5-35	(Бель Зимняя x Ренет Кассельский) x Превосходное	180	зимняя	кисло-сладкий	ноябрь-февраль
7-6-3	Сеянец сорта Киргизское Зимнее	190	раннелистная	кисло-сладкий	ноябрь-январь
7-2-20	Грушовка Верненская x Токтогул	150	позднеосенняя	сладковатая	ноябрь-январь
7-8-53	(Бель Зимняя x Ренет Кассельский) x Киргизское Зимнее	180	раннелистная	кисло-сладкий	ноябрь-январь
7-5-36	(Бель зимняя x Ренет Кассельский) x Превосходное	190	раннелистная	кисло-сладкий	Ноябрь-январь

Список литературы

1. Помология: Орел: ВНИИСПК. 2005. Т. 1. Яблоня. 576 с.
2. Криворучко В.П. Горбунов Ю.Н. Коллекция плодовых культур Главного Ботанического сада им. Н.В.Цицина РАН // Сохранение и устойчивое использование растительных ресурсов. Матер. Междунар. конф. Бишкек. 2008. С. 98–104.
3. Горбунов Ю.Н. Криворучко В.П. Некоторые итоги интродукции семечковых культур в Главном Ботаническом саду РАН // Вестн. Крас ГАУ. 2009. Вып. 5. С. 20–22.
4. Горбунов Ю.Н. Криворучко В.П. Интродукция плодовых растений в ГБС РАН // Проблемы современной дендрологии. Матер. Междунар. конф. М. 2009. С. 92–94.
5. Горбунов Ю.Н. Криворучко В.П. Коллекционные фонды плодовых растений ГБС РАН. // Древесные растения: фундаментальные и прикладные исследования». М., 2013. С. 55–58.
6. Криворучко В.П. Подбор родительских форм при селекции яблони в Ботаническом саду НАН Кыргызстана // Состояние и перспективы селекции и сортоведения плодовых культур. Матер. Всерос. конф. Орел. 2005. С. 354–358.
7. Криворучко В.П. Некоторые результаты селекции яблони в Кыргызстане // Совершенствование сортимента плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда в современных условиях хозяйствования. Матер. Всерос. конф., Самохваловичи. 2007. С. 33–36.
8. Криворучко В.П., Крючкова В.А. Селекция яблони в Ботаническом саду им. Э.З.Гареева НАН КР // Ботаника и природное многообразие растительного мира. II Всерос. науч. интернет конф. с международным участием. Казань 2014. С. 66–72.

References

1. Pomologiya: V 5-ti tomakh. T. 1. Yablonya [Pomology: In 5 volumes. Vol. 1. Apple] / pod obshchey redaktsiyey akademika RASKHN Ye.N.Sedova /. 2005. Orel: VNIISPK [Orel: All-Russian Scientific Research Institute of fruit crops breeding]. 576 p.
2. Krivoruchko V.P. Gorbunov YU.N. Kolleksiya plodovykh kul'tur Glavnogo Botanicheskogo sada im. N.V.Tsitsina RAN [Collection of fruit crops of the Main Botanical Garden named after N.V.Tsitsin RAS] // Sokhraneniye

i ustoychivoye ispol'zovaniye rastitel'nykh resursov, Materialy Mezhdunar. konf. [Conservation and sustainable use of plant resources. Proceedings of the Intern Conf.]. Bishkek. 2008. Pp. 98–104.

3. Gorbunov YU.N. Krivoruchko V.P. Nekotoryye itogi introduktsii semechkovykh kul'tur v Glavnom Botanicheskoy sadu RAN [Some results of the introduction of pome trees in the Main Botanical Garden RAS] / Vestnik Kras GAU [Bul. Krasnoyarsk State Agrarian University]. 2009. Vip. 5. Pp. 20–22.

4. Gorbunov YU.N. Krivoruchko V.P. Introduktsiya plodovykh rasteniy v GBS RAN [The introduction of fruit plants at the Main Botanical Garden of RAS] // Problemy sovremennoy dendrologii. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii [Problems of Modern Dendrology. Proceedings of the International conference]. M [Moscow]. 2009. Pp. 92–94.

5. Gorbunov YU.N. Krivoruchko V.P. Kolleksiionnyye fondy plodovykh rasteniy GBS RAN [Collecting funds fruit plants of the Maine Botanical Garden of RAS]. // Drevesnyye rasteniya: fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya [Woody plants: basic and applied research]. Moskva [Moscow]. 2013. Pp. 55–58.

6. Krivoruchko V.P. Podbor roditel'skikh form pri selektsii yabloni v Botanicheskoy sadu NAN Kyrgyzstana [Selection of parental forms in the selection of apple trees in the Botanical Garden of the NAS of Kyrgyzstan] // Sostoyaniye i perspektivy selektsii i sortovedeniya plodovykh kul'tur. Materialy Vserossiyskoy konferentsii [Status and prospects of breeding and fruit crops. Proceedings of the All-Russian conference]. Orel. 2005. Pp. 354–358.

7. Krivoruchko V.P. Nekotoryye rezul'taty selektsii yabloni v Kyrgyzstane [Some results of apple breeding in Kyrgyzstan] // Sovershenstvovaniye sortimenta plodovykh, yagodnykh, orekhoplodnykh kul'tur i vinograda v sovremennykh usloviyakh khozyaystvovaniya. Materialy Vserossiyskoy konferentsii [Improvement of assortment of fruit, berries, nuts and grapes in the current economic conditions. Proceedings of All-Russian conference]. Samokhvalovichi. 2007. Pp. 33–36.

8. Krivoruchko V.P., Kryuchkova V.A. Seleksiya yabloni v Botanicheskoy sadu im. E.Z.Gareyeva NAN KR [Selection of apple trees in the botanical garden of NAS KR named after E.Z.Gareev]. // Botanika i prirodnoye mnogoobraziye rastitel'nogo mira. II Vserossiyskaya nauchnaya internet konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiyem [Botany and natural diversity of the plant world. II Russian scientific Internet conference with international participation]. Kazan' 2014. Pp. 66–72.

Информация об авторах

В.П. Криворучко, д-р биол. наук, вед. н. с.
Ю.Н. Горбунов, д-р биол. наук, зам. директора
 E-mail: gbsran@mail.ru
 ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В.Цицина РАН
 127276. Российская Федерация, г. Москва, Ботаническая ул., 4

Information about the authors

V.P. Krivoruchko, Dr.Sci.Biol., Leader Researcher
Yu.N. Gorbunov, Dr.Sci.Biol., Vice Director
 E-mail: gbsran@mail.ru
 FSBIS Main Botanical Gardens named after N.V.Tsitsin
 RAS
 127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya
 Str., 4

С.М. Градсков

канд.с/х. наук, ст.н.с.

E-mail-gradskovs@mail.ru.

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

Спонтанные гибриды представителей гибридных родов *×Triticale* Wittmak. и *×Trititrigia* Tzvel.

При изучении формообразовательного процесса у вторичных гексаплоидных озимых тритикале (*×Triticosecale* Wittmak. ex Camus. A₁AB₁BRRR, 2n=6x=42) среди растений дивергентной формы АД 805 были найдены растения спонтанных гибридов с отрастающей пшеницей (*×Trititrigia* Tzvel. ssp. *submittans* Cicin.): низкорослые, позднеспелые, безостые растения с опушением под колосом и абсолютно устойчивые к болезням: мучнистой росе (*B. graminis*); желтой (*P.striiformis*), бурой (*P. triticina*) и стеблевой (*P. graminis*) ржавчинам, со стерильной пылью. В результате свободного переопыления гибридов F₁ пылью тритикале завязались (спонтанный беккросс) единичные зерновки. Гибриды от свободного опыления тритикале (BC₁) имели высоту растений 77–110 см, число продуктивных побегов варьировало от 2 до 16, длина колоса от 13 до 18 см, число колосков в колосе от 20 до 25, число зерновок на растение от 1 до 365. В последующих поколениях в данной популяции возможно появление линий тритикале с дополненными, замещенными и транслоцированными хромосомами пырея.

Ключевые слова: тритикале, отрастающая пшеница, спонтанный гибрид.

S.M. Gradskov

Cand. Sci. Agricult., Senior Researcher

E-mail: gradskovs@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science
Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin
RAS, Moscow

Spontaneous hybrids in the hybrid genera *×Triticale* Wittmak. and *×Trititrigia* Tzvel.

In the process of studying the secondary hexaploid winter triticale (*×Triticosecale* Wittmak. ex Camus, A₁AB₁BRRR, 2n = 6x = 42) among the plants of divergent form AD 805 we found out the spontaneous hybrids with regrowing wheat (*×Trititrigia* Tzvel. ssp. *submittans* Cicin). These hybrids were low, late-ripening, awnless, pubescent under the ear, and completely resistant to such fungal diseases as powdery mildew, yellow rust, brown rust and stem rust. Their pollen was sterile. As a result of cross-pollination between F₁ plants and triticale (spontaneous backcrossing) few grains set. The hybrids (BC₁) had the following characteristics: height – 77-100 cm, the number of productive stems – 2-16, length of the ear – 13-18 cm, the number of spikelets per ear – 20-25, the number of seeds per plant – 1-365. It is suggested that the lines of triticale with added, substituted and translocated chromosomes of wheatgrass can appear in the next generations.

Keywords: triticale, regrowing wheat, spontaneous hybrid.

Естественная гибридизация между различными видами растений широко распространена в природе. В семействе Poaceae найдено около 800 естественных межродовых гибридов [1]. По способу опыления все злаки делятся на само опыляемые и перекрестно опыляемые. Из хлебных злаков самоопылителями являются *Triticum aestivum* L., *T. durum* Desf., *Hordeum vulgare* L., *Avena sativa* L., *Panicum miliaceum* L., и *Oryza sativa* L.; перекрестноопыляемыми – *Secale cereale* L., *Zea mays* L., *Sorghum vulgare* L.

Однако само опыляемые злаки могут при открытых цветках оплодотворяться чужой пылью и наоборот перекрестно опыляемые могут иногда опыляться собственной пылью.

В сухую и жаркую погоду пшеница (*T. aestivum* L.) может иногда опыляться чужой пылью, даже пылью ржи (*S. cereale* L.), а в жарких странах строгий самоопылитель *Hordeum sativum* нередко цветет при открытых чешуях [2].

Для получения новых видов и форм растений, которые отличались бы от пшеницы высокой зимостойкостью, продуктивностью, устойчивостью к болезням и повышенным содержанием белка в зерне селекционеры нередко привлекают в гибридизацию с сортами пшеницы дикорастущие виды злаков из родов *Aegilops*, *Bromus*, *Elytrigia*, *Haynaldia*, *Leymus* [3].

В процессе изучения формообразовательных процессов при отдаленной гибридизации были получены

трехродовые гибриды *Triticum*×*Agropyron*×*Elymus*, *Triticum*×*Secale*×*Agropyron* [4].

Лапченко Г.Д. (1963) проводил скрещивания пшенично-ржаных амфидиплоидов ($2n=56$) с пшенично-пырейными гибридами ($2n=56$).

В НИИСХЦРНИ (Немчиновка, Московская обл.) Лапченко Г.Д. [5] проводил скрещивания пшенично-ржаных амфидиплоидов ($2n=56$) В.Е. Писарева, А.И. Державина, Г.К. Бондаренко (ПРА Писарева, ПРА Державина, ПРА Бондаренко) с пшенично-пырейными гибридами промежуточного типа ($2n=56$): М-2, ППГ 407, ППГ 6623 и ППГ 557 относящиеся к группе гибридов с преобладанием признаков пшеницы. Завязываемость зерновок колебалась от 8 до 30 %. Зерновки по форме больше напоминали пшенично-ржаные амфидиплоиды и обладали высокой всхожестью (80–90 %). Растения F_1 по морфологическим признакам занимали промежуточное положение между родительскими формами. У большинства гибридов было отмечено открытое цветение. Семена завязывались, как правило, от самоопыления. В основном растения F_1 были плодовитыми, в колосе завязывалось от 1 до 50 зерновок. Отмечено варьирование по их длине, форме, стекловидности и выполненности зерновок.

В F_2 происходило расщепление по фенотипу растений на исходные родительские формы, а также наблюдалось появление растений пшеничного, ржаного или пырейного типа. В большинстве случаев наблюдалось закрытое цветение колосьев, как у самоопылителей. Процент плодovitых растений, как и в F_1 был высоким (97–100 %).

В третьем поколении наблюдалось резкое увеличение растений с пшеничным типом колоса (до 60 %), которые по урожайности превышали обычную пшеницу и отличались высоким содержанием белка в зерне (до 22–24 %). Эти формы были взяты для дальнейшей селекционной работы, с целью получения новых зимостойких продуктивных форм озимой пшеницы с высоким содержанием белка в зерне.

В.Ф. Любимова [6] проводила скрещивания сортов многолетней пшеницы ($2n=56$), созданных Н.В. Цициным и его сотрудниками с многолетней гибридной рожью ($2n=14$) А.И. Державина улучшенной Н.В. Цициным и М.А. Махалиным.

При гибридизации многолетней пшеницы и многолетней ржи завязывалось очень мало зерновок (0,2–0,7 %), в зависимости от комбинации и метеорологических условий года. В обратной комбинации скрещивания, несмотря на большой объем гибридизации завязывания зерновок не наблюдалось.

Растения F_1 были с большим числом продуктивных побегов (25–37), имели высоту 125–135 см, многолетние.

Цитологическим анализом соматических клеток растений гибридов F_1 (мн. пшеница × мн. рожь) было установлено, что в них содержалось 35 хромосом (21 пшеничная, 7 пырейных и 7 ржаных). Микроспорогенез протекал с большими нарушениями. В метафазе первого деления отдельные биваленты образовывались в результате аутосиндева гомеологических хромосом пшеницы. Растения

были полностью стерильными. Во время цветения цветки в течение 10–14 дней оставались широко открытыми. Стерильность растений была вызвана абортивностью как пыльцы, так и яйцеклеток. Для преодоления стерильности гибридов F_1 они были клонированы и обработаны колхицином для получения амфидиплоидных растений.

Большинство растений оказались химерными, только отдельные побеги были амфидиплоидными (AD_1 , $2n=70$). Наиболее достоверное отличие амфидиплоидных колосьев от амфидиплоидных наблюдалось во время их цветения, когда пыльники раскрывались, и пыльца из них высыпалась наружу (в жаркую и сухую погоду пыльники могут не раскрываться). Количество нормальных пыльцевых зерен в пыльниках варьировало от 20 до 70 %, в зависимости от погодных условий.

Наиболее детально было изучено потомство гибрида № 802 с амфидиплоидными побегами, первое поколение клонов которого выращивалось в оранжерее, где не находилось других растений. Зерновки были получены от самоопыления или от искусственного опыления пыльцой собранных с других колосьев этого клона. Число зерновок в одном колосе варьировало от 0 до 11.

Весной все гибридные клоны были высажены в поле, где росли пшенично-пырейные гибриды, виды пырея (*E. intermedia* и *E. elongata*) и многолетняя гибридная рожь, для свободного опыления пыльцой родительских форм.

Во втором поколении (AD_2) первой группы клонов (50 шт), полученных от самоопыления растения в основном были однотипны и различались по степени фертильности колосьев. В колосе завязывалось от 0 до 44 зерновок. В соматических клетках они имели от 66 до 70 хромосом.

У растений второй группы AD_2 (483), полученных от свободного опыления, в том числе и исходных форм, характеризовались большим разнообразием по морфологическим признакам и степени фертильности. По фенотипу они были разделены на: тип AD , промежуточные формы между AD и многолетней пшеницей и пырейный тип.

В AD_3 наблюдалось расщепление по высоте растений, кустистости, форме куста, характеру цветения и фертильности, степени устойчивости к бурой и желтой ржавчине, мучнистой росе, скороспелости, по форме и структуре колоса. После детального анализа все растения были разделены по фенотипу на 4 группы: тип AD (43 %), промежуточный тип между AD и многолетней пшеницей (35 %), тип многолетней пшеницы (15 %) и пырейный тип (7 %). Среди большого разнообразия форм растений признаки ржи проявлялись в большей степени у AD .

Дальнейшая работа с этими гибридами показала [7], что отбор растений типа AD дает возможность сохранить до F_6 формы растений, содержащиеся в соматических клетках $2n=70$ или близкое к этому число хромосом. В формообразовательном процессе наблюдалась тенденция к элиминации хромосом того или иного рода, в зависимости от того пыльцой какого исходного родителя опылялись гибриды.

С целью создания многолетних тритикале в Ставропольском НИИСХ были получены в 1957 трехродовые гибриды от скрещивания *Triticosecale derzhavinii* с промежуточными пшенично-пырейными гибридами В.А. Хижняка [8]. В старших поколениях этих гибридов при свободном опылении преобладали растения близкие к родительским формам.

В дальнейшем, когда работы были продолжены в 1967 г. в семьях гибридной комбинации [*Алабаская* × *S. derzhavinii* / × (*Леукурум 1364/1* × *S. montanum* / × *S. derzhavinii*)] × / *T. durum* × *A. intermedia* / × свободное опыление тритикале были обнаружены единичные растения типа гексаплоидных тритикале ($2n=42$), «отрастающие к осени укороченными побегами «озимого» типа.

После отбора в полевых условиях в течение четырех лет были выделены семьи, у которых сохранялось 45,0...96,4 % растений к началу третьего года жизни, а элитные растения 2...4 циклов отборов в питомниках клонов достигали 4–5 летнего возраста. Полученные формы авторы рассматривают как новый вид тритикале – *Triticale perenne derzhavinii* Petrov et Pospelova. Растения сильно отличались по озерненности колосьев (0,70–2,08 зерновок на колосок) и массе 1000 зерновок (10,6–45,5 г), что приводит к мысли о их цитологической нестабильности.

Цитологическим анализом было установлено, что в их геноме пшеничная хромосома 6A замещена на 7-ю хромосому *E. intermedia* Host., а хромосома 1R ржи – на хромосому 1D пшеницы. Авторы делают заключение, что на-

личие хромосомы *E. intermedia* обеспечивает многолетний образ жизни у новых форм тритикале [9].

Скрещивание октоплоидного тритикале К-46637 с октоплоидным ППГ-829 было проведено в институте цитологии и генетики СО АН [10]. Гибриды F_1 были плодовые (17–27 зерновок в колосе) имели 42 хромосомы (AABBDDR_X, $8x=56$), а у гибридов F_2 число хромосом варьировало от 44 до 60. Среди исследованных растений не было ни одного растения с числом хромосом равным 42 (только хромосомным набором пшеницы) и гибридов имеющих более 60 хромосом. Растения резко отличались по озерненности колоса. Делается вывод, что дальнейший процесс формирования кариотипов гибридов будет направлен на образование 56 хромосомных форм с различным сочетанием хромосом ржи и пырея. Наряду с этим могут выплываться чистые пшеницы, пшенично-ржаные и пшенично-пырейные дополненные линии. Вероятность образования 70-хромосомных форм очень мала.

В 2013 г. питомник потомств колосьев сорта АД 805 был расположен в непосредственной близости от посевов отрастающей пшеницы (*Trititrgia* Tzvel. ssp. *submittans* Cicin). Осенью был проведен повторный отбор лучших колосьев. После структурного анализа и обмолота, потомства колосьев были высеяны в поле осенью 2014 г. Летом следующего года при проведении фенологических наблюдений в процессе вегетации растений на отдельных делянках были обнаружены единичные низкорослые позднеспелые безостые растения со стерильными колосьями и с опушением под колосом (рис. 1). Колосья длинные, рыхлые до 17 см длиной. В колосе по 26 колосков. Шейка колоса имеет слабое опушение. Растения в период вегетации не поражались мучнистой росой (*B. graminis* f. sp. *tritici* Golovin.); желтой (*P. striiformis* West. f. sp. *tritici* Eriks. et Henn.), стеблевой (*P. graminis* Pers. f. sp. *tritici* Eriks. et Henn.), бурой ржавчиной (*P. triticea* Rob. et Desm. sp. *tritici* Eriks. et Henn.) и были практически стерильные. При кустистости 5–7 побегов на растении завязалось по одному два зерна. Всего было выделено 9 растений. Гибридные зерна от свободного опыления стерильных колосьев пылью тритикале (естественный беккросс материнской формой – BC₁) были посеяны в сосуды для прохождения яровизации в холодной теплице в январе. После прохождения яровизации (во время начала выхода в трубку) были высажены в поле (конец апреля). Растения BC₁ в период вегетации не поражались болезнями, как и растения первого поколения (рис. 2), у них наблюдалось открытое цветение (рис. 3). Гибриды от свободного переопыления стерильных колосьев пылью тритикале (BC₁) имели высоту растений 77...110 см, число продуктивных побегов от 2 до 16, длину колоса 13–18 см, число колосков в колосе от 20 до 25, число зерновок на растение от 1 до 365 (табл. 1).

У гибридов F_2 (в отличие от гибридов F_1) опушение шейки колоса имело различную интенсивность (от отсутствия до сильного).

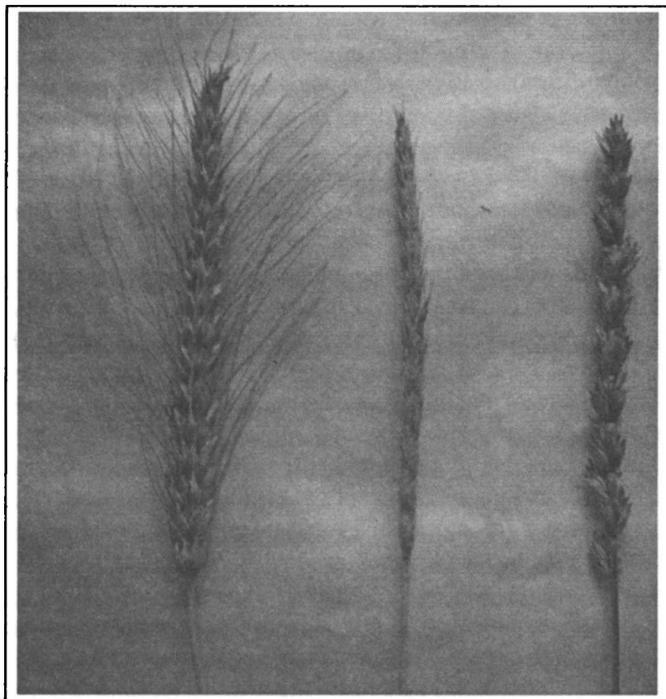


Рис.1. Колос спонтанного гибрида F_1 (в центре) озимой гексаплоидной тритикале (×*Triticosecale* Wittm. ex Camus) (слева) и отрастающей пшеницей (×*Trititrgia*. Tzvel. ssp. *submittans* Cicin) (справа)



Рис.2. Растения гибридов F_2 спонтанного гибрида озимой гексаплоидной тритикале (\times *Triticosecale* Wittm. ex Camus.) и отрастающей пшеницы (\times *Trititrgia* Tzvel. ssp. *submittans* Cicin)

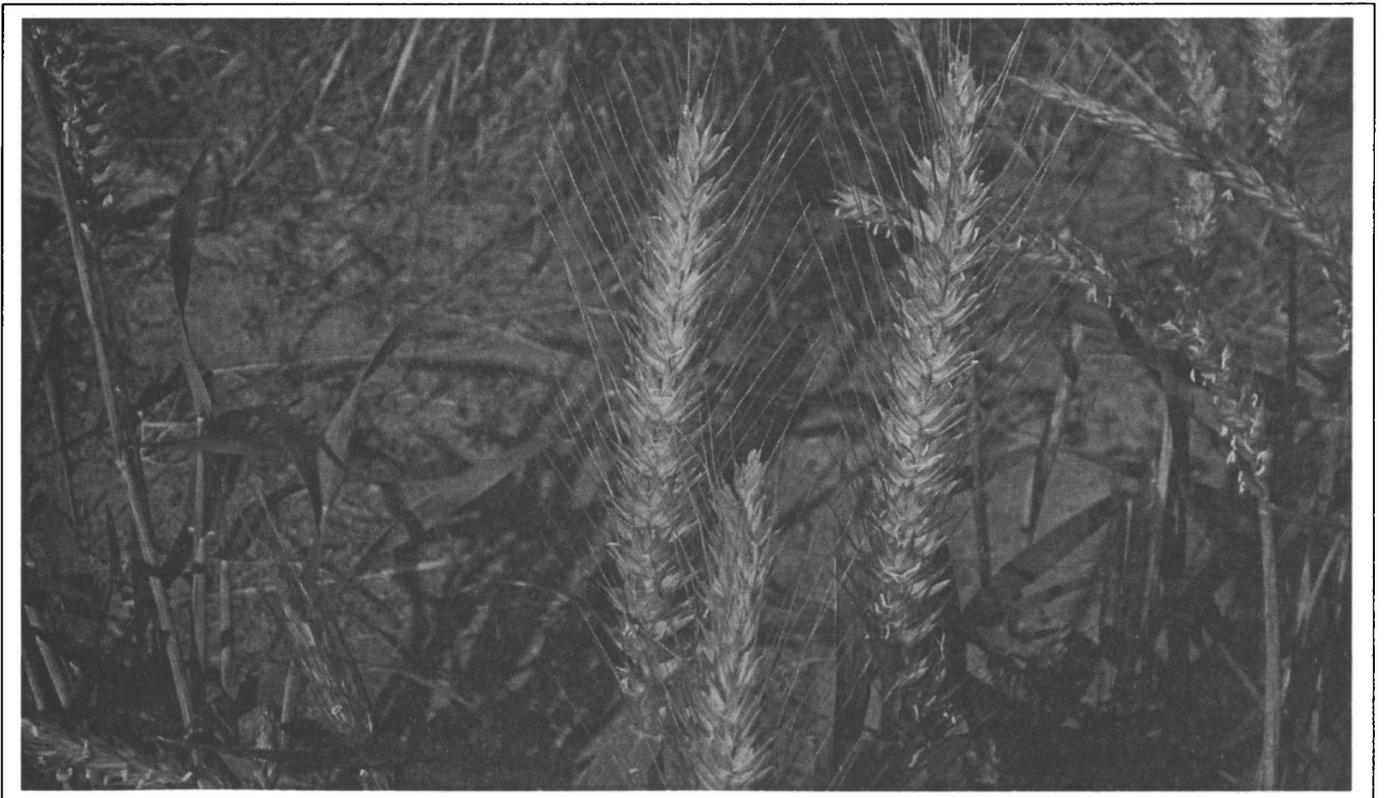


Рис.3. Открытое цветение гибридов F_2 озимой гексаплоидной тритикале (\times *Triticale* Wittm. ex Camus) и отрастающей пшеницей (\times *Trititrgia* Tzvel. ssp. *submittans* Cicin)

Таблица 1. Структурный анализ растений гибридов F₂ озимой гексаплоидной тритикале (*×Triticosecale* Wittm. ex Camus) и отрастающей пшеницей (*×Triticgia* Tzvel. ssp. *submittans* Cicin)

№№ растений	Высота растений, см	Число колосьев	Длина колоса, см	Число колосков в колосе	Число зерновок на растении	Разновидность	Опушение под колосом	Образование побегов после созревания
1	110	8	14	20	365	субэритрос.	слабое	+
2	98	7	16	22	5	– « –	среднее	–
3	85	4	13	24	48	– « –	среднее	–
4	85	6	15	21	80	– « –	среднее	–
5	80	8	15	20	3	– « –	среднее	+
6	90	9	17	24	64	лютесценс	среднее	+
7	98	9	15	23	29	эритроспер.	среднее	+
8	104	16	17	22	40	– « –	среднее	+
9	86	9	15	23	37	– « –	среднее	–
10	85	10	13	22	33	лютесценс	среднее	+
11	95	2	16	27	10	– « –	отсутств.	+
12	90	13	14	22	76	– « –	среднее	–
13	77	7	16	23	1	– « –	среднее	–
14	96	10	18	24	71	– « –	слабое	–
15	90	5	13	24	8	– « –	сильное	–
16	86	8	15	24	89	– « –	сильное	–
17	92	12	18	25	24	– « –	сильное	–
среднее	91	8,41	15,3	21,5	57,8	–	–	

Осенью, после уборки зрелых колосьев, новые побеги на узле кушения образовались у 7 растений (признак приущий отрастающей пшенице).

В последующих поколениях в данной популяции будет идти широкий формообразовательный процесс: появление безостых форм тритикале, возможно появление линий тритикале с дополненными, замещенными и транслоцированными хромосомами пырея.

Список литературы

- Knobloch J. W. Intergeneric hybridization in flowering plants // *Taxon*. 1972. Vol. 21, № 1. Pp. 97–103.
- Рожевиц Р.Ю. Злаки. Л.: Сельхозгиз, 1937. 638с.
- Махалин М.А. Межродовая гибридизация зерновых колосовых культур. М.: Наука, 1992. 239с.
- Цицин Н.В. Пути создания новых видов и форм растений // *Генетика и селекция отдаленных гибридов*. М.: Наука, 1977, С. 5 – 18.

- Лапченко Г.Д. Гибридизация пшенично-ржаных амфидиплоидов с пшенично-пырейными гибридами промежуточного типа (2n=56) // *Гибриды отдаленных скрещиваний и полиплоиды*. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 151–160.

- Любимова В.Ф. Трехродовые пшенично-пырейно-ржаные гибриды и их потомство // *Селекция отдаленных гибридов и полиплоидов*. М. 1974, с. 40 – 53.

- Любимова В.Ф., Полева Л.И. Пшенично-пырейно-ржаные гибриды // *Тез. Докл. Всесоюз. совещ. по отдаленной гибридизации растений и животных*. М.: ГБС АН СССР, 1981. С. 39–40.

- Поспелова Л.С. Многолетние тритикале селекции Ставропольского

- НИИСХ // *Тез. докл. Всесоюз. совещ. по отдаленной гибридизации растений и животных*. М.: ГБС АН СССР. 1981. С. 79–80.

- Поспелова Л.С., Комаров Н.М., Соколенко Н.И. *Агрэкологические аспекты отдаленной гибридизации* //

Отдаленная гибридизация – современное состояние и перспективы развития / Тр. Междунар. конф. по отдаленной гибридизации. М. Изд. МСХА, 2003. С. 199–203.

11. Потапова Т.А. Цитологическое изучение гибридов Titicale (AABBDDRR, $8x=56$) × ППГ 829 (AABBDDXX, $2n=56$) // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по отдаленной гибридизации растений и животных. М.: ГБС АН СССР, 1981. С. 172–173.

12. Градсков С.М., Завгородний С.В., Упелник В.Р. Дивергентные формы вторичных гексаплоидных тритикале (*×Triticosecale* Wittmak., A₁AB₁BRR, $2n=6x=42$) // Бюл. Гл. ботан. сада. 2013. Вып. 199, № 4. С. 62–64.

References

1. Knobloch J. W. Intergeneric hybridization in flowering plants // Taxon. 1972. Vol. 21. № 1. P. 97–103.

2. Rozhevits R.Y. Zlaki [Cereals] Selkhozgiz. Leningradskoe otdelenie [Sel'khozgiz, Leningrad department], 1937. 638 p.

3. Makhalin M.A. Mezhdrovaya gibrizatsiya zernovykh kolosovykh kultur [Intergeneric hybridization of cereal crops]. М.: Nauka [M.: Publishing House «Science»], 1992.

4. Tsitsin N.V. Puti cozdaniya novykh vidov i form rasteniy [Creature new species and forms of plants] // Genetika i selektsiya otdalennykh gibridov [Genetics and Selection of distant hybrids], М.: «Nauka» [M.: Publishing House «Science»], 1977, Pp. 5–18.

5. Lapchenko G.D. Gibrizatsiya pshenichno-rzhanykh amfidiploidov s pshenichno-pyreynymi gibridami promezhutochnogo tipa ($2n=56$) [Hybridization amphidiploids wheat-rye with wheat-wheatgrass hybrid intermediate type ($2n=56$)] // Gibridy otdalennykh skreshchivaniy i poliploidy [Hybrids distant crosses and polyploids]. М.: Izd-vo AN SSSR [M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences], 1963. Pp. 151–160.

6. Lyubimova V.F. Trekhrodovye pshenichno-pyreyno-rzhanye gibridy i ikh potomstvo [Trehrodovye

wheat-wheatgrass-rye hybrids and their the progeny] // Seleksiya otdalennykh gibridov i poliploidov [Selection distant hybrids and polyploids], М., 1974, Pp. 40–53.

7. Lyubimov V.F., Poleva L.V. Pshenichno-pyreynorzhaneye gibridy [Wheat-wheatgrass-rye hybrids] // Tez. dokl. Vsesoyuz. coveshch. Po otdalenoj gibrizatsii rasteniy i zhivotnykh. М.: GBS AN SSSR [Proc. rep. All-Union. conference by hybridization of plants and animals. М.: GBS USSR Academy of Sciences], 1981. Pp. 39–40.

8. Pospelova L.S. Mnogoletnie tritikale selektsii Stavropolskogo

9. NIISKh [Perennial triticale breeding of Stavropol Agricultural Research Institute] // Tez. dokl. Vsesoyuz. coveshch. Po otdalenoj gibrizatsii rasteniy i zhivotnykh. М.: GBS AN SSSR [Proc. rep. All-Union. conference by hybridization of plants and animals. М. GBS USSR Academy of Sciences], 1981. Pp. 79–80.

10. Pospelova L.S., Komarov N.M., Sokolenko N.I. Agroekologicheskie aspekty otdalenoj gibrizatsii [Agroecological aspects of distant hybridization] // Otdalennaya gibrizatsiya – sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya [Distant hybridization – the current state and prospects of development] / Tr. Mezhdunar. konf. po otdalenoj gibrizatsii M. Izd. MSKhA [Proceedings of the International conference on hybridization. М.: Publishing House of Moscow Agricultural Academy.], 2003, Pp. 199–203.

11. Potapova T.A. Tsitologicheskoe izuchenie gibridov Titicale (AABBDDRR, $8x=56$) × PPG 829 (AABBDDXX, $2n=56$) [Cytological study of Triticale hybrids (AABBDDRR, $8x=56$) × PPG 829 (AABBDDXX, $2n=56$)] // [Tez. dokl. Vsesoyuz. coveshch. Po otdalenoj gibrizatsii rasteniy i zhivotnykh. М.: GBS AN SSSR [Proc. rep. All-Union. conference by hybridization of plants and animals. М.: GBS USSR Academy of sciences], 1981. Pp. 172–173.

12. Gradskov S.M., Zavgordnyy S.V., Upelniek V.P. [Divergence form of secondary hexaploid triticale (*×Triticosecale* Wittmak., A₁AB₁BRR, $2n=6x=42$)] // Byul. Gl. botan. sada [Bul. Main.botan.garden], 2013. Iss.199, № 4. Pp. 62–64.

Информация об авторах

Градсков Сергей Матвеевич, кад.с/х наук, ст.н.с.
E-mail-gradskovs@mail.ru

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

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

Information about the authors

Gradskov Sergei Matveevich, Cand.Sci.Agric. Senior Researcher

E-mail-gradskovs@mail.ru

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

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

П.О. Лошакова

канд. биол. наук, н. с.

E-mail: antonloshakov@yandex.ru

Л.П. Калмыкова

н. с.

А.В. Фисенко

канд биол. наук, ст. н. с.

Н.Л. Кузнецова

н. с.

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

В.П. Упелниек

канд. биол. наук, зав. отделом

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

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

Новые формы пшенично-пырейных гибридов, полученные в ГБС РАН, и перспективы их использования в селекции на качество зерна

Скращивание гибридов *x Trititrigia cziczinii* Tzvel. *x Elymus farctus* (Viv) Runemark ex Melderis (*f*-гибридов) с яровой мягкой пшеницей и яровыми пшенично-пырейными гибридами (ППГ) выявило зависимость результативности гибридизации от образца *f*-гибрида. Образцы, имевшие большее сходство с пшеницей, скрещивались лучше. Проведена оценка физико-химических показателей качества зерна гибридов с яровыми ППГ. Показана перспективность использования гибридизации *f*-гибридов с яровой пшеницей и яровыми ППГ для дальнейшей селекционной работы.

Ключевые слова: *Trititrigia*, *Triticum aestivum*, *Elymus farctus*, Многолетняя пшеница, качество зерна, седиментация, яровые пшенично-пырейные гибриды, обмолот.

P.O. Loshakova

Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: antonloshakov@yandex.ru

L.P. Kalmykova

Researcher

A.V. Fisenko

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

N.L. Kuznetsova

Researcher

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

RAS, Moscow

V.P. Upelniiek

Cand. Sci. Biol., Head of Department

Federal State Budgetary Institution for Science

Institute of General Genetics named after N.I.

Vavilov RAS, Moscow

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

RAS, Moscow

New forms of wheat-wheatgrass hybrids, created in the MBG RAS, and the prospects of their use in breeding for grain quality

Crossing of hybrids *x Trititrigia cziczinii* Tzvel. *x Elymus farctus* (Viv) Runemark ex Melderis (*f*-hybrids) with spring soft wheat and springwheat-wheatgrass hybrids (WWH) revealed the dependence of the hybridization efficiency on the *f*-hybrid sample. Samples that were more similar to wheat crossed better. The physical-chemical indices of the grain quality of hybrids with spring WWH were evaluated. The prospects of hybridization of *f*-hybrids with spring wheat and spring WWH for further breeding work are shown.

Keywords: *Trititrigia*, *Triticum aestivum*, *Elymus farctus*, perennial wheat, grain quality, sedimentation, spring wheat-wheatgrass hybrids, threshing.

В отделе отдаленной гибридизации Главного ботанического сада РАН в течение ряда лет проводится работа по гибридизации *x Trititrigia cziczinii* Tzvel. (НППАД-неполный пшенично-пырейный амфидиплоид или «многолетняя пшеница») с *Elymus farctus* (Viv) Runemark ex Melderis, в ходе которой получен материал, представляющий несомненный научный и практический интерес. [1] В результате подобных скрещиваний возникают растения двух типов [2], но в данной статье мы сосредоточимся на потомстве гибридов ($2n=63$ или 64), первое поколение которых является многолетним и внешне уклоняется в сторону опылителя – *E. farctus*. В настоящее время мы исследуем свыше 150 образцов пятого и шестого поколения этих гибридов (далее будем обозначать их как f-гибриды), отличающихся большим разнообразием признаков. Несмотря на множество положительных качеств, все образцы довольно позднеспелые, имеют очень тугой обмолот и большинство образцов возможно обмолотить лишь вручную. Трудный обмолот характерен и для многолетних пшениц; у перспективных форм обмолот средний или средне-трудный [3]. В 2015 г. мы выделили только три образца F_3 , которые удалось обмолотить на колосковой молотилке МКС-1М, чтобы получить достаточно материала для определения физических, физико-химических и хлебопекарных свойств зерна и установили, что указанные образцы имеют хорошие показатели и мы предполагаем, что они могут быть использованы в селекции на качество [4]. Из остальных f-гибридов было выбрано 4 случайных образца F_3 , которые были обмолочены вручную и оценены методом седиментации, косвенно характеризующим количество и качество клейковины в зерне. Показатель седиментации у этих образцов составил от 63 до 71 мл, что позволяет отнести эти формы к пшеницам с высоким качеством зерна.

Из вышеизложенного следует, что селекция гибридов *T. cziczinii* с *E. farctus* является перспективным направлением для создания сортов с высоким качеством зерна, но для реализации этой цели следует добиться улучшения обмолота и сокращения вегетационного периода изучаемых растений. Известно, что желаемые признаки можно получить путем отбора растений с легким обмолотом [3,5] и укороченным вегетационным периодом, либо гибридизацией с пшеницами, способными передать искомые качества при скрещивании [6...8]. На первом этапе работы по улучшению обмолота и сокращению вегетационного периода f-гибридов, в 2014 и 2015 гг. мы провели пробное скрещивание f-гибридов с яровой мягкой пшеницей и пшенично-пырейными

гибридами. F-гибриды использовали как в качестве материнских растений, так и в качестве опылителей. Результаты гибридизации представлены в таблице 1. Из таблицы видно, что, при использовании пшеницы в качестве материнского родителя, успешны были лишь варианты с телоцентриками Chinese spring. В комбинациях, где пшеница и ППГ были опылителями, хороший результат получен с образцами 9714, 11814 и 12014 (в таблице они выделены полужирным шрифтом). Следует отметить, что эти образцы по своей морфологии имеют большее сходство с пшеницей, чем остальные, и можно предположить, что в этом случае именно эффект дозы пшеничных генов обусловил лучшую результативность гибридизации. В 2015 г. отдельно исследовали потомство уже изученного (по качеству зерна) образца пятого поколения f-гибридов 9714 [4] с яровыми ППГ. Образец 9714 использовался в качестве материнского растения. Опылителями были три линии яровых пшенично-пырейных гибридов (ППГ 107, ППГ 199 и ППГ 269). Выбор пшенично-пырейных гибридов обусловливался совпадением сроков цветения материнских и отцовских растений. У первых яровых ППГ селекции отдела отдаленной гибридизации ГБС был тугой обмолот и недостаточно короткий вегетационный период, но эти недостатки были устранены путем отбора [5] и современные яровые ППГ отличаются легким обмолотом и коротким вегетационным периодом. Всего в указанных трех комбинациях было опылено 248 цветков и получено 102 зерновки, из которых в 2016 г. рассадой выращено 102 гибридных растения первого поколения. Из таблицы 1 видно, что образец 9714 довольно легко скрещивался с яровыми ППГ (средний процент удачи составил 39,0 %) и в результате гибридизации были получены полноценные зерновки (число полученных зерновок и выращенных растений одинаково). Гибридные растения F_1 были выращены в 2016 г. Морфологически у колосьев гибридных растений F_1 , полученных от скрещивания со всеми тремя линиями яровых ППГ, может наблюдаться незначительная вариабельность по величине колоса и расположению остей (рис. 1...3). Колосья светлые, максимальная длина колоса 15–16 см, число колосков 20–21, число цветков 6 (два верхних недоразвитые), колосья, за редким исключением, безостые или полуостистые, ости располагаются в верхней части колоса. Длина колоса гибридов F_1 , приближается к длине колоса материнского растения [4], что больше, чем у яровых ППГ, длина колоса которых в 2015 г. не превышала 12 см. Образец 9714 безостый. ППГ 107 и ППГ 199 имеют длинные ости, у ППГ 269 – остевидные отростки

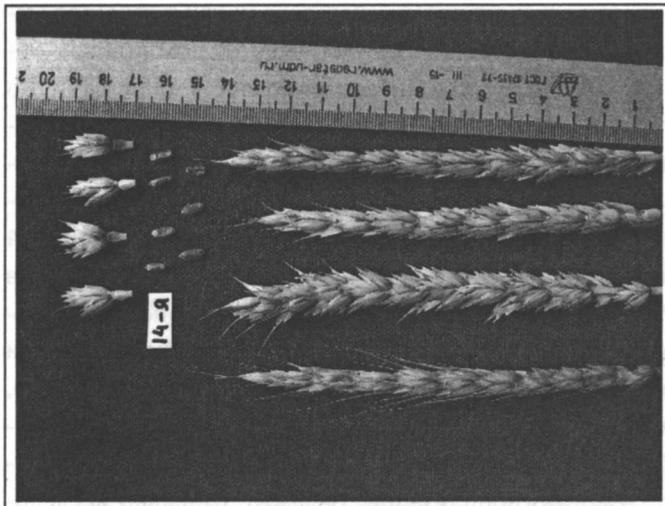


Рис.1. Колосья гибридов f 9714 x ППГ107

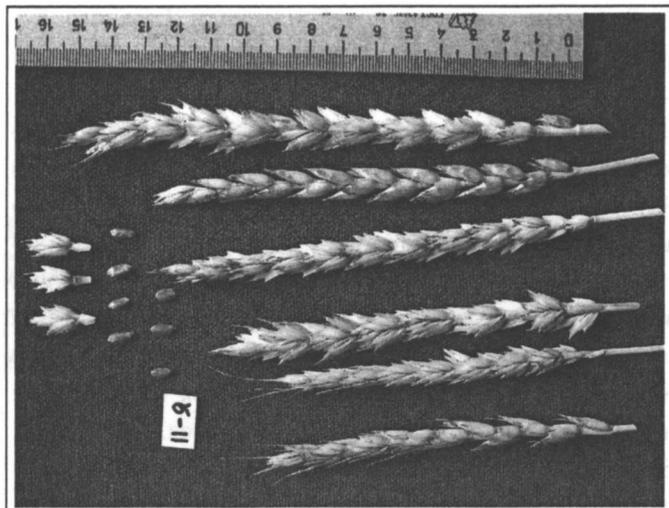


Рис.2. Колосья гибридов f 9714 x ППГ199

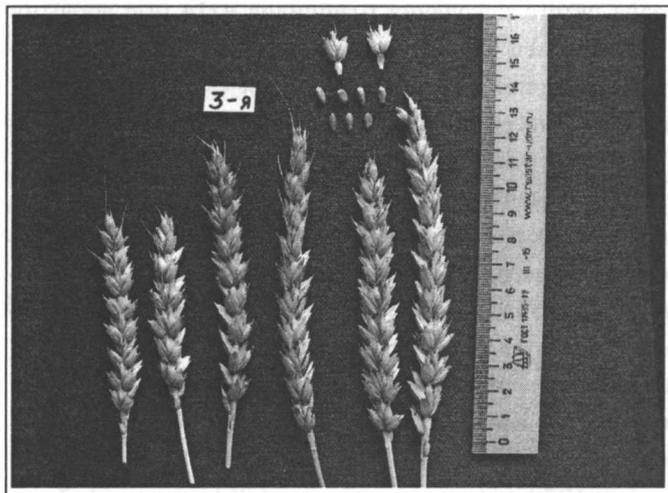


Рис.3. Колосья гибридов f 9714 x ППГ269

и ости на верхушке колоса. Озерненность гибридов варьировала от 55 до 92 зерновок на колос. Стерильных растений не отмечено. Обмолот проводили на молотилке и, по сравнению с материнскими растениями, он значительно улучшился (если у материнских растений обмолот составлял 3–4 балла по пятибалльной шкале, то у всех гибридных растений – 5 баллов), что, несомненно, связано с передачей этого признака отцовским растением. Степень влияния гибридизации на продолжительность вегетационного периода точно установить не удалось, т.к. все полученные гибридные растения выращивали рассадой, но в сравнении с выращенными рассадой материнскими растениями, вегетационный период короче, в среднем, на две недели.

Для оценки перспективности работы с селекционным материалом с целью получения сортов с высоким качеством зерна, целесообразно проводить оценку качества зерна, начиная с ранних стадий селекционного процесса. Качество зерна образца 9714 впервые

было изучено на материале урожая 2015 г. По комплексу определенных показателей технологических свойств изученный f-гибрид определяется как хороший филлер. Муку из зерна этого образца можно использовать в чистом виде, получая при этом хлеб нормального и хорошего качества. Кроме того, мы предполагаем использовать образец 9714 для получения сортов с высокой массовой долей клейковины хорошего качества и, следовательно, с хорошими хлебопекарными свойствами [4]. Качество зерна яровых пшенично-пырейных гибридов ППГ107, ППГ199 и ППГ 269, полученных в отделе отдаленной гибридизации ГБС, изучалось в течение 5–7 лет. ППГ 107 и ППГ 199 определяются как хороший, а ППГ 269 – удовлетворительный филлер. В отдельные годы гибриды формируют в муке до 40 % клейковины I и II группы качества по упругости. Муку из зерна этих номеров в хлебопечении можно использовать в чистом виде, получая нормальный и хороший хлеб. Качество зерна гибридных образцов F_1 (F_2 , f-гибрида 9714 x яровые ППГ) было изучено в сравнении с исходными родительскими формами урожая 2016 г. Исходя из небольшого количества материала, предоставленного для исследования, у образцов были определены некоторые физические и физико-химические показатели качества зерна, косвенно характеризующие мукомольные свойства зерна и хлебопекарные свойства муки, полученной из этого зерна (табл. 2).

Зерно указанных гибридных образцов красное, овально-удлиненной формы, с широкой, но не глубокой бороздкой. У материнской формы (образец 9714) зерно красное, овальное, удлиненное, средне-стекловидное. У отцовских форм (ППГ) зерно красное, овальное, низко-стекловидное. Масса 1000 зерен у всех гибридных образцов высокая и больше, чем у родительских форм.

Таблица 1. Результативность скрещивания f-гибридов с яровой пшеницей и пшенично-пырейными гибридами (2014 и 2015 гг.)

№№ п/п	Материнское растение	Опылитель	Опылено цветков	Получено зерновок	% удачи	Выращено растений
1	Экада70	f46114 (10705/120-16)	26	0	0	0
2	Эстер	f6614(10705/120-37)	27	0	0	0
3	Chinese spring 21t,7DS	f6614(10705/120-37)	18	0	0	0
4	Chinese spring14t(ditelo 7BL)	f7214(10705/154-9)	30	28	93,3	27
5	Chinese spring 2t,2AS	f9014(10705/95-2)	14	0	0	0
6	Эстер	f9014(10705/95-2)	31	0	0	0
7	Chinese spring12t(ditelo 5BL)	f4714(10705/120-17)	28	14	50,0	12
8	Дарья	f4714(10705/120-17)	30	0	0	0
9	Приокская	f4714(10705/120-17)	25	0	0	0
10	Chinese spring(ditelo 6AL)	f4814(10705/120-18)	16	2	12,5	2
11	Дарья	f4814(10705/120-18)	24	0	0	0
12	Chinese spring 7t(ditelo 7AS)	Образец без номера	32	11	31,25	10
13	f9714(10405/16-2)	ППГ107	50	15	30,0	15
14	f9714(10405/16-2)	ППГ199	95	33	34,7	33
15	f9714(10405/16-2)	ППГ269	103	54	52,4	54
16	f9514(10505/46-5)	ППГ107	25	0	0	0
17	f11814(10305/13-42)	ППГ107	28	10	35,7	8
18	f10514(10405/21-11)	ППГ107	48	5	10,4	3
19	f10514(10405/21-11)	ППГ269	25	3	12,0	3
20	f12014(10405/16-3)	ППГ199	55	7	12,73	6
21	f12014(10405/16-3)	ППГ107	25	11	44,0	11
22	10405/16-31/5	Иргина	48	3	6,25	1
23	10405/16-31/6	Иргина	32	2	6,25	1
24	10405/16-2/(9)/10	Иргина	39	3	7,69	3
25	10405/16-2(12)/1	Иргина	20	0	0	0
26	10405/16-71/4	Иргина	26	0	0	0
27	10405/16-2/2	Иргина	63	0	0	0
28	10405/16-71/10	Иргина	32	1	3,12	1
29	10405/16-71/7	Иргина	28	0	0	0
30	10405/16-4	Иргина	34	2	5,88	1
31	11506/250-6	ППГ81	28	0	0	0
32	11506/250-4	ППГ81	26	0	0	0
33	10405/32-10	ППГ81	24	0	0	0
34	10405/32-6	ППГ81	28	0	0	0

Образец № 1 (9714 x ППГ107) по массе 1000 зерен превысил отцовскую форму на 13 г, гибрид № 2 (9714 x ППГ199) – на 1,5 г, гибрид № 3 (9714 x ППГ269) – на 5,8 г. Значительное превышение по массе 1000 зерен отмечено у гибридов над материнской формой (9714): у гибрида № 1 – на 17,5 г, у гибрида № 2 – на 14,9 г и у гибрида № 3 – на 13,7 г. Одним из определяющих

показателей качества зерна пшеницы является массовая доля клейковины, содержащейся в зерне, и ее качество. От количества и качества клейковины, содержащейся в зерне, зависит качество и выход пшеничного хлеба. Клейковину из зерна отмывали вручную, согласно ГОСТ 13586.1-68. Качество клейковины определяли по физическим свойствам: упругости, растяжимости и

Таблица 2. Физико-химические показатели качества зерна родительских форм f 9714, ППГ107, ППГ199, ППГ269 и их гибридов (урожай 2016 г.)

№№/пп	Образец	Масса 1000 зерен, г	Клейковина		Показатель седиментации, мл	Число падения, с
			массовая доля, %	Качество, ед. ИДК		
1	f9714 x ППГ107	41,0	40,0	85	7,8	165
2	f9714 x ППГ199	38,4	45,2	85	8,1	83
3	f9714 x ППГ269	37,2	33,7	80	6,0	155
4	f9714	23,5	40,0	72	65	130
5	ППГ 107	39,7	25,0	79	47	63
6	ППГ 199	36,9	29,0	81	51	185
7	ППГ269	31,4	25,7	81	37	201

эластичности. Упругость определяли на приборе ИДК-1М. В соответствии с показателями прибора ИДК, стандартом установлены три группы качества – I, II, III. По растяжимости клейковина характеризуется: короткой (до 10 см включительно), средней (10...20 см) и длинной (свыше 20 см). Клейковина хорошего качества имеет светлый цвет [9]. По массовой доле клейковины в зерне гибридный образец № 1 на одном уровне с образцом 9714 – 40 %, но значительно превышает отцовскую форму – на 15 %. Клейковина II группы, средняя по растяжимости, светлого цвета. Гибридный образец № 2 по массовой доле клейковины на 5,2 % превышает материнскую форму 9714 и на 16,2 % – ППГ199. Клейковина II группы, растяжимость средняя, светлого цвета. У образца №3 клейковины сформировалось на 6,3 % меньше, чем у образца 9714, но на 8 % больше, чем у ППГ269. Клейковина II группы, средняя по растяжимости, светлого цвета. Показателем, позволяющим классифицировать мягкую пшеницу по качеству, является число седиментации. Это комплексный показатель, одновременно характеризующий количество и качество клейковины. Метод определения показателя седиментации основан на способности клейковиновых белков набухать в слабых растворах различных кислот (метод Зелени).

При определении показателя седиментации нами применялась модификация метода Зелени, разработанная А.Я.Пумпянским (ВИР) с использованием 2 % раствора ледяной уксусной кислоты, в качестве красителя – метиленовая синь. Определяли показатель микро и макрометодами. Помол зерна проводили на четырехвалковой мельнице «Квадрат Юниор». Отечественные и зарубежные исследования показали высокую результативность седиментационной характеристики при оценке силы пшеницы и ее хлебопекарных свойств.

Коэффициент корреляции между показателем седиментации и валориметрической оценкой (показатель силы муки по фаринографу) составил от 0,66 до 0,96, с объемным выходом хлеба (выпечка методом «ремикс» – 0,92 [10]). Таким образом, по показателю седиментации можно судить о физических свойствах теста и хлебопекарных достоинствах муки изучаемых образцов. Показатель седиментации гибридного образца № 2 – 8,1 мл – характерен для сильной пшеницы. У образца № 1 показатель седиментации 7,8 мл – характерен для сортов с хорошим качеством клейковины. Муку из зерна таких сортов используют в хлебопечении в чистом виде. Показатель седиментации образца № 3 – 6,0 мл – характеризует данный образец как пшеницу среднего качества. При хлебопечении для получения хлеба удовлетворительного качества муку такого сорта следует смешивать с мукой из более сильной пшеницы. Родительские формы по показателю седиментации можно классифицировать как: f9714 – сильная пшеница, ППГ 107 и ППГ 199 – ценная пшеница с хорошим качеством клейковины, ППГ 269 – пшеница среднего качества (филлер). Погодные условия в период формирования урожая 2016 г. отличались повышенным количеством осадков. В предуборочный период прошли сильные дожди, что привело к скрытому прорастанию зерна на корню, обусловленному повышенной активностью амилотических ферментов (особенно а – амилазы). Степень повреждения зерна при прорастании определяется показателем числа падения (ЧП).

Зерно пшеницы считается полноценным при ЧП 151-200 с. При ЧП менее 150 с. активность а-амилазы считается высокой. Такое зерно подсортировывают к полноценному в количестве 10...20 %. Ниже требуемой нормы оказался показатель ЧП у образца № 2.

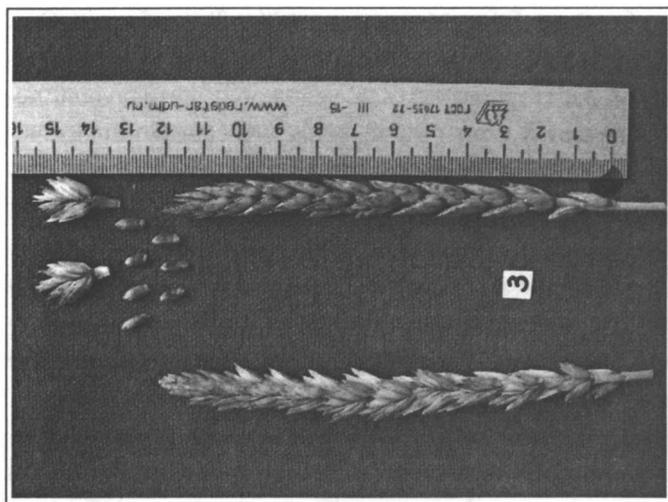


Рис.4. Колосья гибридов Chinese spring 12t (ditelo 5 DL) x f4714

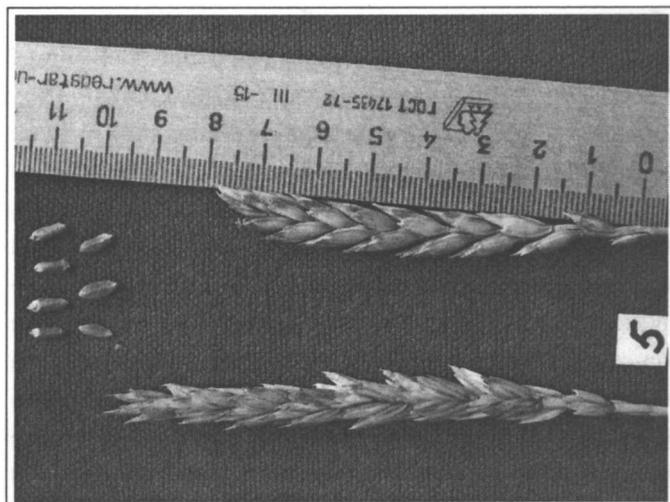


Рис.5. Колосья гибридов Chinese spring (ditelo 6 AL) x f4814

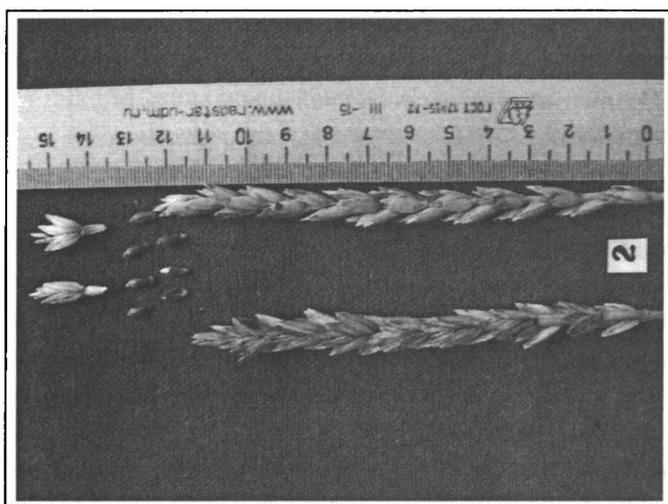


Рис.6. Колосья гибридов Chinese spring 14t (ditelo 7BL) x f7214

Зерно гибридных образцов № 1 и № 3 считается полноценным. У гибридного образца № 2 низкий показатель ЧП – 83 с, однако, образец сформировал высокую массовую долю клейковины – 45,2 % хорошего качества. При этом показатель седиментации определяет этот образец как сильную пшеницу. Таким образом, прямой зависимости количества и качества клейковины от амилолитической активности зерна гибридного образца № 2 не определено. Изученные гибриды по определенным показателям качества зерна в основном превысили родительские формы, перейдя при этом в более высокие качественные группы. Такие результаты, возможно, объясняются тем, что для реализации наследственных преимуществ гибридных растений были созданы оптимальные условия выращивания гибридов первого поколения. Гибридные растения выращивали рассадой и, по сравнению с родительскими, они имели

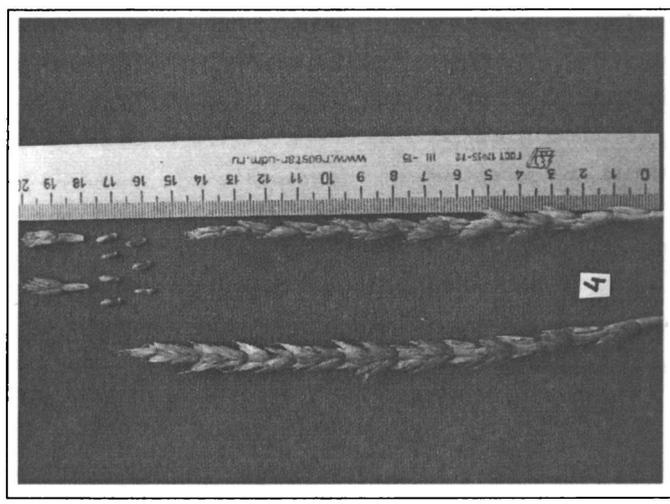


Рис.7. Колосья гибридов Chinese spring 7t (ditelo 7 AS) x образец без номера

большую площадь питания. Результаты наших исследований показали перспективность изученных гибридных образцов для дальнейшей селекционной работы, направленной на получение сортов с высоким качеством зерна. Что же касается остальных результативных комбинаций скрещивания, приведенных в таблице 1, где материнскими растениями были f-гибриды, отмечено некоторое улучшение обмолота. Качество зерна не изучалось из-за недостаточного количества зерна. Нужно отметить, что взятые как материнские формы телоцентрики Chinese Spring морфологически не отличались от исходного сорта Chinese Spring. Полученные на их основе гибриды F₁ по строению колоса и трудности обмолота занимали промежуточное положение между родителями, при этом различие между отдельными гибридами F₁ было обусловлено использованием различных отцовских форм f-гибридов. Наилучшим

обмолотом и, одновременно, более выполненным зерном отличались гибриды с участием отцовских форм f 4714(10705/120-17) – № 3 и f 4814(10705/120-18) – № 5 (рис. 4, 5). Эти же гибриды характеризовались лучшей озерненностью и более плотным колосом (18 и более колосков на 10 см длины колоса). Гибриды F1, полученные с участием формы f7214(10705/154-9) – № 2 и непрономерованного образца – № 4 (рис. 6, 7) отличались очень трудным обмолотом, рыхлым колосом «спельтоидного» типа (12–16 колосков на 10 см длины колоса), щуплым зерном. Такие гибриды, уклоняющиеся в сторону диких предков, представляются менее перспективными для дальнейшей работы, так как в их потомстве вероятность отбора форм, сочетающих легкий обмолот с другими селекционно-ценными признаками, невелика.

Таким образом, скрещивание f-гибридов с яровой мягкой пшеницей и яровыми пшенично-пырейными гибридами показало:

- 1) разницу в скрещиваемости между различными семьями этих гибридов;
- 2) перспективность использования гибридизации с пшеницей для улучшения обмолота f-гибридов;
- 3) перспективность скрещивания f-гибридов с яровыми ППГ для дальнейшей селекционной работы.

Список литературы

1. Лошакова П.О. Отдаленные гибриды между *Triticum agropyrotriticum* Cicin и *Elymus* L. // Плодоводство и ягодоводство России. М., 2009. Т. 21. С. 428–431.
2. Лошакова П.О., Семенова Е.В. Гибриды *Triticum agropyrotriticum* Cicin x *Elymus farctus* (Viv) Runemark ex Melderis. // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования. Матер. Всерос. Научн. конф. с межд. участием, посвященной 80-летию со дня рождения акад. Л.Н.Андреева, 5–7 июня 2011 г. М.: КМК, 2011. С. 422–424.
3. Любимова В.Ф. Создание новых константных форм многолетней пшеницы и их морфобиологические особенности. // Отдаленная гибридизация и полиплоидия. М.: Наука, 1970. С. 21–40.
4. Лошакова П.О., Калмыкова Л.П., Упельник В.П. Качество зерна гибридов F₃, полученных от скрещивания НППАД с *Elymus farctus* Runemark ex Melderis. // Бюл. Гл. ботан. сада 2026. Вып. 202, № 1. С. 52–56.
5. Артемова А.С., Яковлев А.В. Селекция яровых пшенично-пырейных гибридов // Отдаленная гибридизация и полиплоидия. М.: Наука, 1970. С. 41–57.

6. Зуев Е.В., Медведева Л.М., Темирбекова С.К. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы на скороспелость в условиях Центральной нечерноземной зоны РФ. // Теоретические и практические аспекты современной науки. Матер. XIV Междунар. научно-практической конф. 24–25 декабря 2014 г. М., 2014. С. 51–63.

7. Ляпунова О.А. Наследование продолжительности периода всходы-колошение гибридами яровой мягкой пшеницы. // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1989, Т.127. С. 73–78.

8. Ригин Б.В., Пыжевкова З.С. Гены, контролирующие реакцию на яровизацию и скороспелость Perse ультраскороспелых форм яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2011. Т.168, С. 39–49.

9. Личко Н.М. Технологические показатели качества зерна // Стандартизация и подтверждение соответствия сельскохозяйственной продукции. М.: Де Липлюс, 2013. С. 194.

10. Беркутова Н.С., Швецова И.А. Технологические свойства пшеницы и качество продуктов ее переработки. М.: Колос, 1984. С. 88–89.

References

1. Loshakova P.O. Otdalennyye gibridy mezhdu *Triticum agropyrotriticum* Cicin i *Elymus* L. [Remote hybrids between *Triticum agropyrotriticum* Cicin and *Elymus* L.]. Plodovodstvo i Yagodovodstvo Rossii. [Fruit and berry growing of Russia]. М., 2009. Vol. 21. Pp. 428–431.
2. Loshakova P.O., Semenova Ye.V. Gibridy *Triticum x agropyrotriticum* Cicin x *Elymus farctus* (Viv.) Runemark ex Melderis. [Hybrids *Triticum x agropyrotriticum* Cicin x *Elymus farctus* (Viv.) Runemark ex Melderis]. Botanicheskie sady v sovremennom mire: teoreticheskie i prikladnye issledovaniya. Materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 80-letiyu so dnya rozhdeniya akademika L.N.Andreeva [Botanical Gardens in the modern world: theoretical and applied researches. All-Russia Scientific Conference, with international participation, dedicated to the 80th anniversary of academician L.N.Andreev.]. М.: KMK Scientific Press LTD, 2011. Pp. 422–424.
3. Lyubimova V.F. Sozdanie novykh konstantnykh form mnogoletnej pshenitsy i ikh morfobiologicheskie osobennosti [Creation of new constant forms of perennial wheat and their morphological characteristics.]. Otdalennaya

гибридизация и полиплоидия [Distant hybridization and polyploidy]: М.:Наука [M.: Publishing House «Science»]. 1970. Pp. 21–40.

4. Loshakova P.O., Kalmykova L.P., Upelnik V.P. Kachestvo zerna gibridov, poluchennykh ot skreshhivaniya NPPAD s *Elymus farctus* Runemark ex Melderis. [Grain quality of hybrids F₃ obtained by crossing incomplete Wheat-Wheatgrass Amphidiploids (WWAD) with *Elymus farctus* Runemark ex Melderis] Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada. [Bul. Main Botan. Garden] 2016. Is. 202, № 1. Pp. 52–56.

5. Artemova A.S., YAKovlev A.V. Seleksiya yarovykh pshenichno-pyrejnykh gibridov. [Breeding of spring wheat-wheatgrass hybrids]. Otdalennaya gibridizatsiya i poliploidiya. М.: Наука, [M.: Publishing House «Science»], 1970. Pp. 41–57.

6. Zuev E.V., Medvedeva L.M., Temirbekova S.K. Iskhodnyj material dlya seleksii yarovoj myagkoj pshenitsy na skorospelost' v usloviyakh Tsentral'noj nechernozemnoj zony RF. Moskva [Source material for selection of spring soft wheat for precocity in the Central Non-Chernozem Zone RF]. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty sovremennoj nauki. Materialy XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii 24–25 dekabrya 2014 g. Moskva. [Theoretical and practical aspects of modern science. Proceedings of the XIV International scientific-practical conference on 24–25 December 2014]. М., 2014. Pp. 51–63.

7. Lyapunova O.A. Nasledovanie prodolzhitel'nosti perioda vskhody-koloshenie gibridami yarovoj myagkoj pshenitsy. [Inheritance of the length of time earing-shoots of spring wheat hybrids.]. Trudy po prikladnoj botanike, genetike i seleksii. L.VIR. [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Selection. L. All-Union Institute of Plant Growing]. 1989. Vol. 127. Pp. 73–78.

8. Rigin B.V., Pyzhenkova Z.S. Geny, kontroliruyushhie reaktsiyu na yarovizatsiyu i skorospelost' Perse ul'traskorospelykh form yarovoj myagkoj pshenitsy (*Triticum aestivum* L.). [Genes controlling the response to vernalization and early maturity Perse of ultra-ripening forms of spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.)]. Trudy po prikladnoj botanike, genetike i seleksii. [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Selection.]. 2011. Vol. 168. Pp. 39–49.

9. Lichko N.M. Tekhnologicheskie pokazateli kachestva zerna. [Technological grain quality indicators.]. Standartizatsiya i podtverzhdienie sootvetstviya sel'skokhozyajstvennoj produktsii. [Standardization and confirmation of the conformity of agricultural products.]. М.: De Li Plus, 2013. P. 194.

10. Berkutova N.S., Shvetsova I.A. Tekhnologicheskie svoystva pshenitsy i kachestvo produktov eyo pererabotki. [Technological properties of wheat and the quality of its processed products.]. М.: Kolos, [M.: Publishing House «Kolos»], 1984. Pp. 88–89.

Информация об авторах

Лошакова Павла Олеговна, канд. биол. наук, н. с.
E-mail: antonloshakov@yandex.ru

Калмыкова Любовь Петровна, н. с.

Фисенко Андрей Владимирович, канд. биол. наук, ст. н. с.

Кузнецова Наталья Леонидовна, н. с.

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

Упелник Владимир Петрович, канд. биол. наук, зав. отделом

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

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

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

Information about the authors

Loshakova Pavla Olegovna, Cand. Sci. Biol., Researcher
E-mail: antonloshakov@yandex.ru

Kalmykova Lyubov Petrovna, Researcher.

Fisenko Andrei Vladimirovich, Cand. Sci. Biol. Senior Researcher

Kuznetsova Natalia Leonidovna, Researcher

Federal State Budgetary Institution for Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS, Moscow.

Upelnik Vladimir Petrovich, Cand. Sci. Biol., Head of Department

Federal State Budgetary Institution for Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS, Moscow.

Federal State Budgetary Institution for Science Institute of General Genetics named after N.I. Vavilov RAS, Moscow
127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str. 4

Д.А. Егорова

мл. н. с.

E-mail: dariaegor11@gmail.com

Ю.Н. Горбунов

д-р. биол. наук, зам. директора

О.И. Молканова

канд. с.-х. наук, зав. лаб.

E-mail: molkanova@mail.ru

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

Особенности размножения белоцветковой формы *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. в культуре *in vitro*

Белоцветковая форма *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. чрезвычайно редко встречается в природе. В то же время она перспективна как источник биологически активных веществ и как высокодекоративное растение. Оптимальным способом размножения этой формы является микроклональное размножение. Разработаны способы получения стерильной культуры *Ch. angustifolium* в условиях *in vitro*, а также определены оптимальные сроки отбора исходного материала для микроразмножения: в период с апреля по начало июня.

Изучено влияние минерального состава питательной среды и регуляторов роста на регенерацию микропобегов. Наиболее высокие значения морфометрических показателей были достигнуты на среде Мурасиге-Скуга с добавлением 6-BAР (0,5 мг/л), а также на модифицированной среде МС с повышенным содержанием хелата железа и добавлением 6-BAР (0,5 мг/л), IAA (0,01 мг/л). Проведен сравнительный анализ регенерантов с индуцированным и спонтанным ризогенезом. Подобраны оптимальные условия для укоренения и адаптации растений-регенерантов *ex situ*.

Ключевые слова: *Chamaenerion angustifolium*, экспланты, клональное микроразмножение, коэффициент размножения, ризогенез, адаптация.

D.A. Egorova

Junior Researcher

E-mail: dariaegor11@gmail.com

Yu.N. Gorbunov

D-r. Sci. Biol., Vice Director

O.I. Molkanova

Cand. Sci. Agricult., Head of Laboratory

E-mail: molkanova@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science
Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin
RAS, Moscow

Propagation of white flower form of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. under cultivation *in vitro*

The form of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. with white flowers is extremely rare in nature. This form is a promising one as a source of biologically active substances and as a very ornamental plant. Micropropagation is considered to be the best way of its reproduction. The methods of sterile medium preparation have been carried out. The optimal timing of plant material sampling for micropropagation has been determined to be the period from April to early June. The effect of mineral composition of the medium and growth regulators on microshoot regeneration has been studied. The maximum morphometric values were obtained on Murashige-Skoog medium with addition 0.5 mg / L 6-BAР and on modified MS medium with increased concentration of iron chelate and addition 6N-BAР (0,5 mg/L) and IAA (0,01 mg/L). The comparative analysis of regenerated plants with induced root formation and spontaneous one has been conducted. The optimal conditions for rooting and adaptation of regenerated plants *ex situ* have been gleaned.

Keywords: *Chamaenerion angustifolium*, explants, micropropagation, multiplication factor, rhizogenesis, adaptation.

Chamaenerion angustifolium (L.) Scop. – иван-чай узколистный относится к семейству Onagraceae Juss. А.Н.Петунников, а за ним и Д.П.Сырейщиков отмечали для Московской области в пределах *Ch.angustifolium* наличие двух специфических внутривидовых форм: f. *macrophyllum* Hausskn (крупнолистная) и f. *albiflorum* Hausskn (белоцветковая) [1]. С.К.Черепанов рассматривает f. *macrophyllum* в ранге подвида *macrophyllum* (Hausskn) Czer. [2].

Иван-чай – циркумполярный вид, распространен в Евразии и Северной Америке от 25° е.ш. во Полярного круга. В Европе иван-чай широко распространен и очень обычен в сеасрнй части вонтинента, гораздо реже встречается на юге [3, 4]. Белоцветковая форма иван-чая весьма редко встречается в России. Так, в коллекциях гербариев Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (МНА) и Гербария им. Д.П. Сырейщикова (Гербарий МГУ, MW) нами выявлено 437 местонахождений типичной красноцветковой формы *Ch.angustifolium* и всего 10 местонахождений белоцветковой формы.

Ch.angustifolium является одним из важнейших медоносов южной тайги. Листья используются для изготовления популярного заменителя чая, так называемого «капорского чая». Иван-чай широко применяется в народной медицине как антиоксидантное, общеукрепляющее, противовоспалительное, ранозаживляющее, поливитаминное, противолихорадочное средство, а также используется при бессоннице, головных болях, неврозах, анемии, нарушениях обмена веществ. В листьях растения содержится до 10 % танина пирогалловой группы [1, 5]. Из соцветий кипрея узколистного разработан препарат «Ханероп», обладающий высокой противоопухолевой активностью, обусловленной присутствием суммы фенольных соединений [6].

Наибольший интерес из внутривидовых таксонов *Ch.angustifolium* представляет белоцветковая форма (f. *albiflorum*). Она выделяется высокой декоративностью. К тому же она может оказаться весьма перспективной для производства противоопухолевого препарата. Отсутствие в цветках пигментов может облегчить выделение фармацевтической субстанции (фенольных соединений). В связи с редкой встречаемостью в природе эта форма заслуживает введения в культуру.

Размножение белоцветковой формы иван-чая семенами – процесс очень медленный. К тому же оно может привести к расщеплению признака окраски цветков полученных растений. Вегетативный способ характеризуется низким коэффициентом размножения, особенно при недостатке исходного материала. Перспективным для этого растения может оказаться клональное микро размножение *in vitro*. Биотехнологические методы размножения обладают рядом преимуществ: низкой энергоемкостью, почти безотходны, экологически чистые, исследования проводятся круглый год, культивируемые растения занимают при этом незначительные площади [7, 8]. В зарубежной литературе есть несколько

сообщений о клональном микро размножении некоторых видов из семейства Onagraceae. До некоторых пор все исследования были в основном направлены на определение и увеличение вторичных метаболитов в этих растениях получение растений-регенерантов из каллусной ткани. В настоящее время в культуру *in vitro* введены многие виды рода *Oenothera*, а также некоторые представители рода *Epilobium* [9, 10]. В 2008 году была опубликована работа, описывающая быстрый и высокоэффективный способ регенерации побегов из эксплантов *C.angustifolium* красноцветковой формы в условиях *in vitro* [11].

Целью данной работы было введение в культуру *in vitro* растений белоцветковой формы *Ch.angustifolium*, разработка биотехнологических приемов микро размножения, а также изучение особенностей развития растений в культуре *in vitro*.

Материалы и методы исследований

В работе были использованы растения белоцветковой формы *Ch.angustifolium*, предоставленные отделом культурных растений Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН) и Всероссийским научно-исследовательским институтом лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР).

Подготовку эксплантов и введение их в культуру *in vitro* проводили в стерильных условиях согласно общепринятым рекомендациям [7, 12]. Для оптимизации этапа стерилизации растительного материала использовали растворы различных дезинфицирующих агентов: гипохлорита натрия (NaClO) в экспозиции 5...7 мин, гипохлорита кальция (Ca(ClO)₂) в экспозиции 7...9 мин и средства «Лизоформин 3000» в экспозиции 3...4 мин. На стадии инициации в качестве эксплантов использовали пазушные меристемы, расположенные на различных частях побега в разные сроки вегетации. Для введения в культуру *in vitro* *Ch.angustifolium* на стадии индукции и изучения влияния гормонального состава среды на рост и развитие растений на стадии пролиферации использовали питательные среды Мурасиге-Скуга (1962) и Кворина-Лепорье (1977), дополненные регулятором роста 6-ВАР в концентрации 0,2...1 мг/л. В качестве контроля использовалась безгормональная среда MS. Также на стадии пролиферации была испытана модифицированная среда MS с добавлением FeSO₄·7H₂O (30 мл/л), 6-ВАР (0,5 мг/л), IAA (0,01 мг/л). Для укоренения растений использовали среда MS (с половинным содержанием макросолей), дополненная IBA (1 мг/л). При пересадке в субстрат помещали растения с двумя и более листьями и хорошо развитой корневой. Для создания воздухо- и влагопроницаемости субстрата корни растений-регенерантов обрачивали сфагнумом. Далее растения-регенеранты высаживали в почвенный субстрат, предварительно простерилизованный при 85...90 °С в течение 1-2 ч. В качестве субстрата использовали смесь перхового торфа, песка и перлита (1:1:1)

в соответствии с рекомендациями по культивированию *Ch. angustifolium* в условиях открытого грунта, а также рекомендациями по адаптации растений, выращенных в условиях *in vitro*, к почвенным условиям [9].

Опыты проводились в 4-кратной повторности, по 10 эксплантов (или микропобегов) в каждом варианте. Учет жизнеспособных эксплантов проводился по истечении 20...30 суток. При этом учитывали выход асептических микропобегов в зависимости от вида дезинфицирующего агента и экспозиции. На стадии размножения измеряли длину побега и рассчитывали коэффициент размножения и число листьев. Обработку полученных данных проводили по общепринятым методам статистического анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2010 [13].

Результаты и обсуждение

Стерилизация является одним из самых сложных этапов при разработке биотехнологических приемов размножения растений. При изучении влияния стерилизующих веществ (гипохлорит натрия, гипохлорит кальция, «Лизоформин-3000») на процесс обеззараживания меристем *Ch. angustifolium* предварительно было установлено, что оптимальный результат стерилизации был достигнут при использовании гипохлорита кальция в концентрации 7 % и экспозиции 7 мин (рис. 1, рис. 2). Выход асептических эксплантов составил $93,3 \pm 2,0$ %, при этом практически отсутствовали некрозы тканей. При применении «Лизоформина-3000» при экспозиции 4 и 3 мин наблюдали практически полную гибель эксплантов и сильный некроз тканей.

Было установлено, что вариант с гипохлоритом кальция (экспозиция 7 мин) является достоверно лучшим. При этом достоверные различия были показаны для всех стерилизующих растворов, кроме растворов гипохлорита натрия (экспозиция 5 мин) и «Лизоформина-3000» в экспозициях 3 и 4 мин, а также между раствором «Лизоформина-3000» в различных экспозициях.

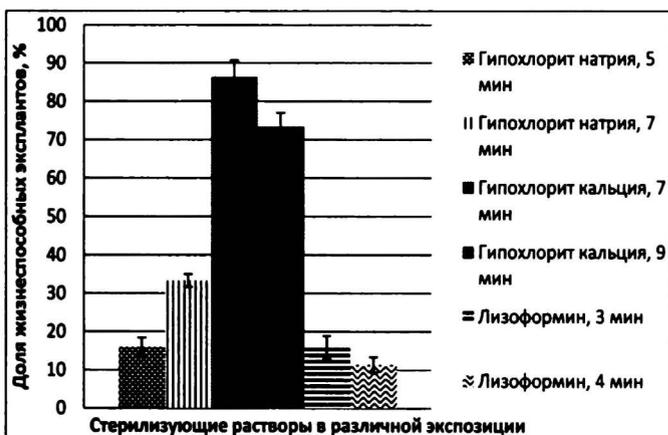


Рис. 1. Выход асептических жизнеспособных эксплантов белоцветковой формы *Chamaenerion angustifolium*

Превышение экспозиции стерилизации вызывало некрозы тканей растений и их гибель, в то время как при уменьшении нижнего порога стерилизации не наблюдалось обеззараживающего эффекта.

Одним из наиболее ответственных этапов работы по введению растений в условия *in vitro* является выбор сроков изоляции эксплантов. Наиболее благоприятным периодом для введения в культуру *in vitro* является фаза активного роста растений. Экспланты, изолированные в фазу выхода из покоя, наименее подвержены отрицательным явлениям, связанным с процессами окисления и поликонденсации фенольных соединений. В это время года они наиболее хорошо переносят стерилизацию и быстро начинают развиваться. В процессе изучения влияния различных сроков введения в условия *in vitro* на жизнеспособность эксплантов белоцветковой формы *Ch. angustifolium* было установлено, что в период с апреля по начало июня для растений был характерен высокий показатель жизнеспособности (от 70 до 90 %). Вместе с тем было показано, что период с конца июля по октябрь является неблагоприятным сроком отбора и введения в условия *in vitro* для эксплантов.

На реализацию морфогенетического потенциала оказывают значительное влияние компоненты питательной среды, особенно регуляторы роста. Для поддержания устойчиво пролиферирующей культуры *in vitro* весьма существенным является правильный подбор и оптимальные соотношения регуляторов роста (цитокининов и ауксинов) [14]. В процессе исследования были выявлены наиболее оптимальные концентрации экзогенных гормонов на стадии размножения. На первом этапе сравнивали питательные среды, различные по минеральному составу: MS и QL (табл. 1).

Достоверно лучшим результатом по всем показателям оказалась среда MS. На этой среде наблюдался активный рост растений, образовывались новые побеги и листья. На среде QL рост растений замедлялся, иногда

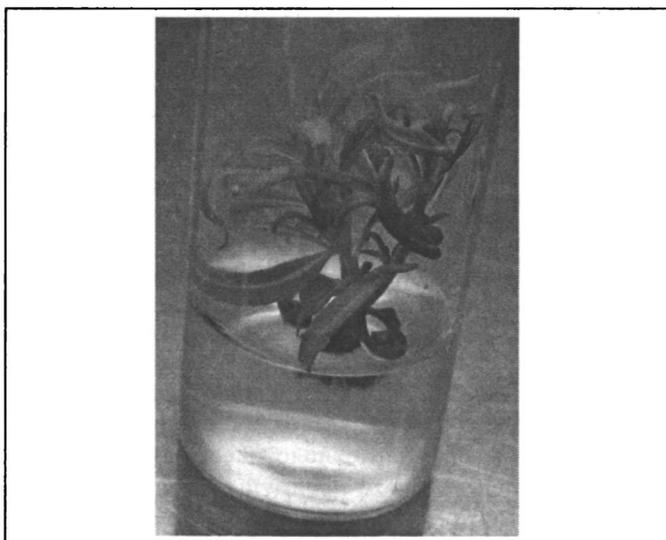


Рис. 2. Эксплант, простерилизованный гипохлоритом кальция (экспозиция 7 мин), через 14 суток культивирования

Таблица 1. Влияние минерального состава питательной среды на морфометрические показатели *Chamaenerion angustifolium*

Питательная среда	Длина стебля, мм	Число листьев, шт.	Коэффициент размножения
MS	39,6 ± 5,5	18,7 ± 1,9	4,1 ± 0,6
QL	15,6 ± 4,3	11,2 ± 3,1	2,4 ± 0,5

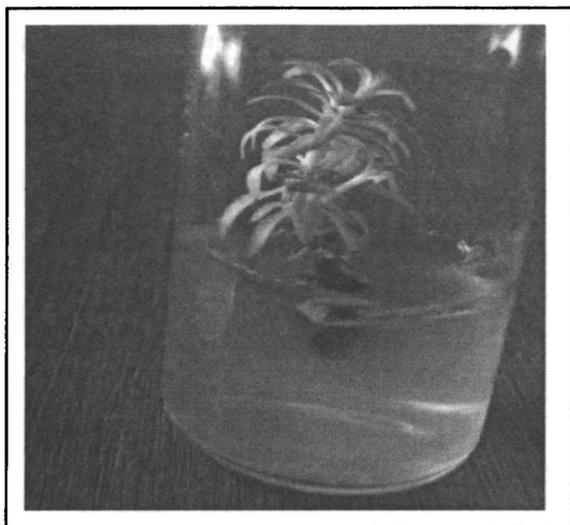


Рис. 3. Хлороз у микропобега, культивируемого на среде QL

растения погибали сразу после пассажа. Также на данной среде через 10...15 суток после пересадки наблюдался хлороз растений (рис. 3).

Следует отметить, что хлороз наблюдался и в случае длительного культивирования (более 40 суток) на среде MS. С целью повышения коэффициента размножения растений на питательной среде MS, дополнительно были испытаны различные концентрации 6-ВАР. В этом случае среда MS с добавлением 0,5 мг/л 6-ВАР показала достоверное различие со всеми остальными вариантами (табл. 2).

Установлено, что все исследуемые концентрации фитогормонов (за исключением 0,2 мг/л и 0,3 мг/л) обеспечивали увеличение коэффициента размножения (рис. 4). Под действием 0,5 мг/л 6-ВАР этот показатель существенно превышал значения, полученные при использовании других концентраций. Более высо-

кая концентрация регулятора роста вызывала снижение коэффициента размножения.

При изучении влияния различных концентраций 6-ВАР на длину побегов было выявлено, что разница между контролем и 0,3 мг/л и 1,0 мг/л не является существенной (рис. 5). При концентрации 0,2 мг/л контроль оказался существенно лучше среды с гормональной добавкой. Максимальное значение показателя было отмечено на среде, содержащей 0,5 мг/л 6-ВАР.

Увеличение числа листьев обеспечивали все концентрации регулятора роста. При этом наиболее высокий показатель отмечался на среде с добавлением 0,5 мг/л 6-ВАР (рис. 6).

Таким образом, оптимальной средой для культивирования была выбрана среда с добавлением 0,5 мг/л 6-ВАР, на которой отмечались наиболее высокие морфометрические показатели.

Для многих видов растений было установлено увеличение регенерационного потенциала при культивировании на средах, сочетающих ауксины и цитокинины [14]. Дополнительно был проведен опыт по культивированию эксплантов на среде MS с повышенным содержанием хелата железа ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 30$ мг/л) и добавлением 6-ВАР (0,5 мг/л) и IAA (0,01 мг/л).

В соответствии с литературными данными проявление хлороза может быть следствием синергизма и антагонизма в усвоении химических элементов, а также различной потребности в элементах [14]. Одной из причин данного заболевания является недостаток железа.

Культивирование эксплантов на модифицированной среде MS дало положительный результат. Формировались хорошо развитые побеги насыщенно-зеленого цвета (рис. 7). Коэффициент размножения и морфометрические показатели показали недостоверное различие с вариантом на среде MS (0,5 мг/л 6-ВАР) и оставались высокими: коэффициент размножения составил $9,2 \pm$

Таблица 2. Влияние различных концентрации 6-ВАР на морфометрические показатели *Chamaenerion angustifolium*

Концентрация 6-ВАР, мг/л	Коэффициент размножения	Длина стебля, мм	Число листьев, шт.
Контроль	4,1 ± 0,6	39,6 ± 5,5	15,7 ± 1,9
0,2	4,4 ± 0,4	44,1 ± 2,1	22,1 ± 2,2
0,3	5,2 ± 0,6	32,9 ± 1,0	28,0 ± 2,0
0,5	9,4 ± 0,6	50,6 ± 3,3	36,1 ± 1,6
1,0	6,1 ± 0,4	34,5 ± 6,2	29,7 ± 2,4

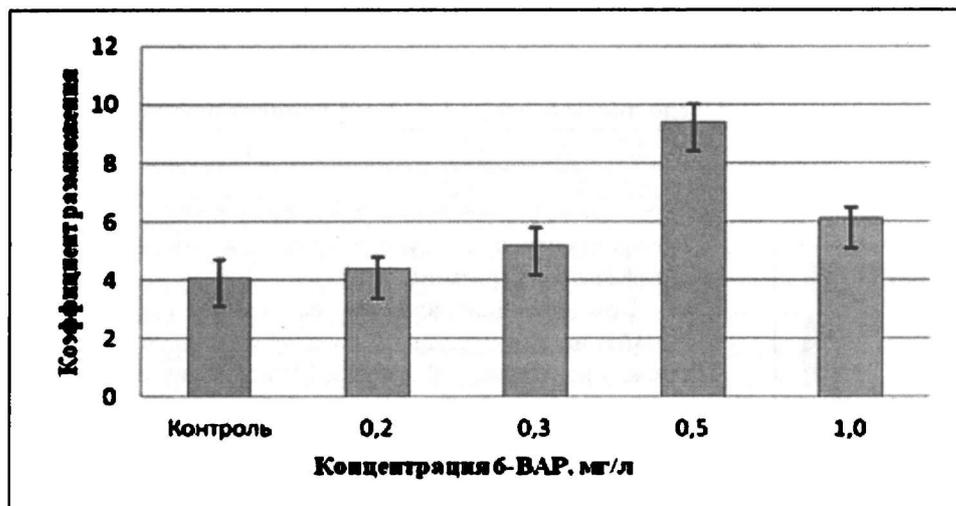


Рис. 4. Влияние различных концентрации 6-ВАР на коэффициент размножения *Chamaenerion angustifolium*

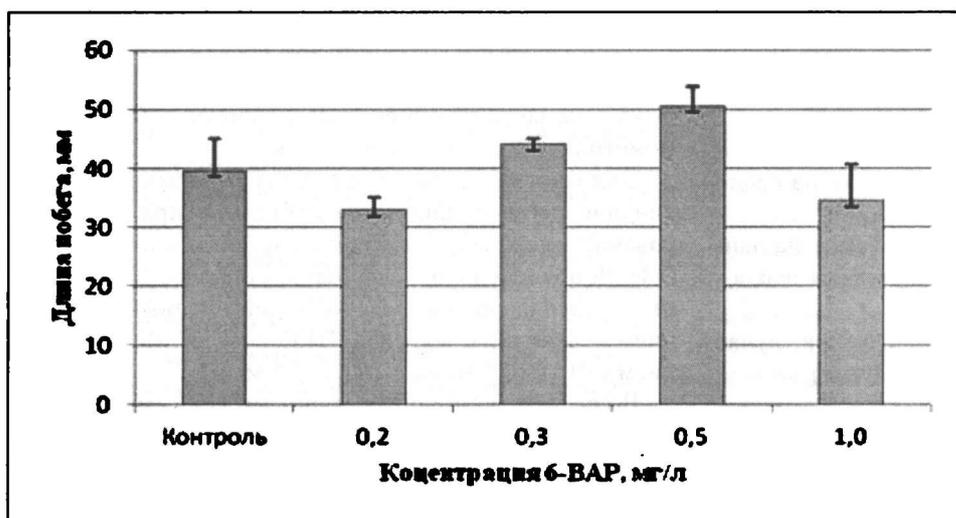


Рис. 5. Влияние различных концентраций 6-ВАР на длину побега *Chamaenerion angustifolium*

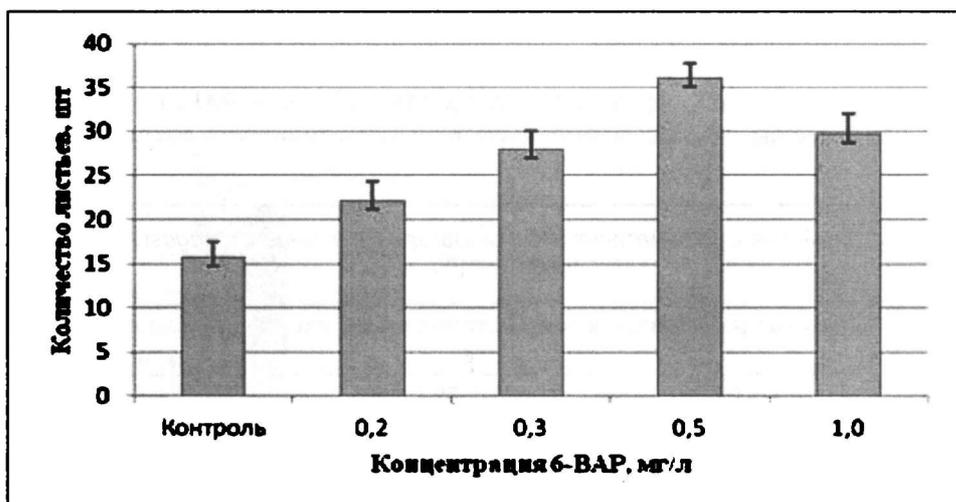


Рис. 6. Влияние различных концентраций 6-ВАР на число листьев *Chamaenerion angustifolium*

0,5, длина стебля $50,7 \pm 2,8$ мм, число листьев $50,7 \pm 2,8$ шт.

Укоренение и адаптация растений-регенерантов к условиям *ex vitro* являются самыми критичными этапами клонального микроразмножения для многих видов растений. При пересадке в почву массовая гибель регенерантов вызвана действием патогенной микрофлоры, стрессом от резкого изменения влажности воздуха и слабым или аномальным развитием корневой системы [12, 14].

Как показали исследования, некоторые экспланты белоцветковой формы *Ch. angustifolium* способны к спонтанному корнеобразованию. Так, через 28 суток культивирования микропобегов данного растения на любой питательной среде отмечали формирование спонтанно образующихся корней. Для сравнения жизнеспособности микропобегов со спонтанно образующимися корнями ввели специальный этап с индуцированным ризогенезом. В качестве индуктора корнеобразования успешно использовался регулятор роста ИВА в концентрации 0,5 мг/л на питательной среде MS. Первые корни появлялись через 14...28 суток, все растения находились при температуре +22 °С и при 16-часовом световом дне.

Результаты экспериментов по укоренению показывают значительные отличия выживаемости эксплантов при адаптации в зависимости от вида ризогенеза: спонтанного или индуцированного (табл. 3). Хотя прирост длины побега при спонтанном ризогенезе оказался не существенно отличим в случае индуцированного корнеобразования. Жизнеспособность регенерантов со спонтанным корнеобразованием составила 33,0 %, а с индуцированным ризогенезом – 67 %.

Установлено, что для микропобегов белоцветковой формы *Ch. angustifolium* требуется этап укоренения с целью обеспечить

Таблица 3. Морфометрические показатели растений белоцветковой формы *Chamaenerion angustifolium* на стадии ризогенеза

Ризогенез	Длина побега на начальном этапе, мм	Прирост длины побега через 14 суток, мм	Число корней, шт.
Спонтанный	5,8 ± 0,6	1,1 ± 0,4	7,0 ± 0,4
Индукцированный	4,3 ± 0,4	1,9 ± 0,5	12,0 ± 0,5

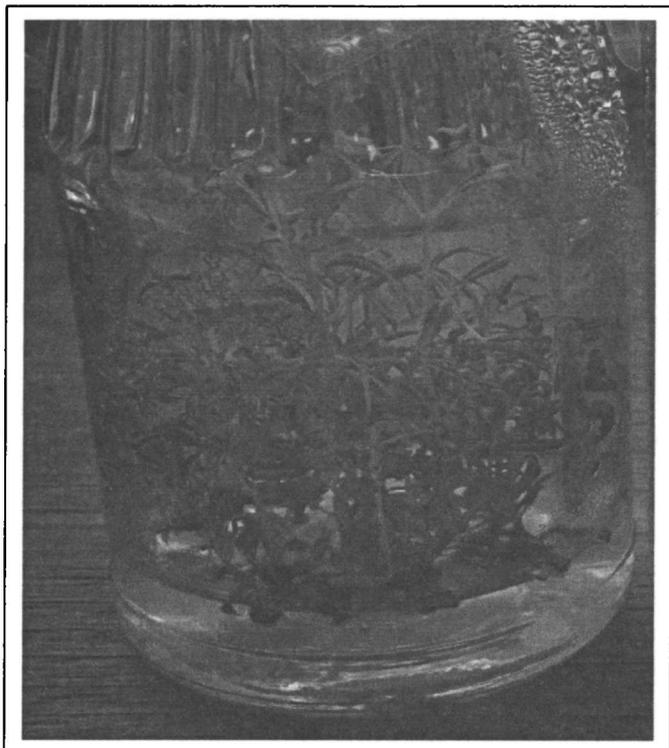


Рис. 7. Состояние эксплантов *Chamaenerion angustifolium* на модифицированной среде MS

успешную адаптацию растений к почвенным условиям. Но в целом, *Ch. angustifolium* относится к культурам, легко укореняемым в условиях *in vitro*. Можно предположить, что проявляются внутренние механизмы регуляции процесса укоренения, выработанные этим видом растения в процессе эволюции.

Таким образом, результаты данных исследований показали, что использование гипохлорита кальция (7 %) в экспозиции 7 мин дает высокий выход жизнеспособных эксплантов и данный стерилизатор можно использовать для введения в культуру *in vitro* растений белоцветковой формы *Ch. angustifolium*. Оптимальными сроками для изоляции эксплантов является начальная стадия вегетации: с апреля по начало июня. На этапе микроразмножения наиболее эффективно использовать две среды: MS с добавлением 0,5 мг/л 6-ВАР и модифицированной среды MS с повышенным содержанием хелата железа $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (30 мг/л) и добавлением 6-ВАР (0,5 мг/л) и IAA (0,01 мг/л). Оптимальной питательной средой для ризогенеза является MS, дополненная IBA (0,5 мг/л). Показана эффективность использования для посадки

микроразмножения с индуцированным ризогенезом. Растения со спонтанным корнеобразованием показали низкую жизнеспособность.

Список литературы

1. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья-95, 1995: 989 с.
2. Забелкин Н.А., Уланова Н.Г. Иван-чай узколистный // Биологическая флора Московской области. Вып. 11. 1995. М.: Аргус, С. 166-191.
3. Флора СССР. 1952. Т. 18. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 802 с.
4. Myerscough P.J. *Epilobium angustifolium* L. *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Journ. Ecol. 1980. Pp. 1047-1074.
5. Растительные ресурсы СССР. Семейства Hydrangeaceae – Haloragaceae. Л.: Наука, 1987. 328 с.
6. Волков Р.И. Фармакогностическое исследование надземной части *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop./ Автореф. дис. канд.биол.наук, 2012, Улан-Удэ, 23 с
7. Бутенко Р.Г., М.В. Гусев и др. Клеточная инженерия. М.: Высшая школа, 1987. 127 с.
8. Галдина, Т.Е. Применение методов биотехнологии для массового размножения декоративных растений // Международный Научный Институт «Educatio». 2015. Вып.3, № 10. С. 111-113.
9. Chandra, S. Lata H. Varma A. Biotechnology for medicinal Plants. Micropropagation and Improvement. Berlin, 2013. Vol. 11, 462 p.
10. Bajaj, Y.P.S. Biotechnology in agriculture and forestry. Medicinal and aromatic plants. Berlin, 1998. Vol. 11.460 p.
11. Akbudak, M. Babaoglu M. Callus induction in small flowered willow herb (*Epilobium parviflorum* L.) // Journ. Plant Biotechnology and Biochemistry, 2005. Vol. 15. Pp. 189-191.
12. Шевелуха В.С. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия. М.: ЛЕНАНД, 2015. 704 с.
13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
14. Муратова, С.А. Соловых Н.В., Терехова В.И. Индукция морфогенеза из изолированных соматических тканей растений: Монография. // Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2011. 107

References

1. Cherepanov S.K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv. [Vascular plants of Russia and adjacent states]. St. Petersburg: Publishing House "World and family", 1995. 989 p.
2. Zabelkin N.A., Ulanova N.G. Ivan-chaj uzkolistnyj [*Chamaenerion angustifolium*]. Biologicheskaya flora Moskovskoj oblasti [Biological flora of the Moscow region]. Vol. 11. 1995. Moscow: Publishing House "Argus". Pp. 166-191.
3. Flora SSSR [Flora of USSR]. 1952. Vol. 18. Moscow-Leningrad: Publishing House "Academy of Sciences of USSR". 802 p.
4. Myerscough P.J. *Epilobium angustifolium* L. *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. // Journ. Ecol. 1980. Pp. 1047-1074.
5. Rastitel'nye resursy SSSR. Semejstva Hydrangeaceae – Haloragaceae [Plant resources of the USSR. The families Hydrangeaceae – Haloragaceae]. Leningrad: Publishing House "Science". 1987. 328 p.
6. Volkov R.I. Farmakognosticheskoe issledovanie nadzemnoj chasti *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. [Pharmakognostic research of an elevated part of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.]. Avtoreferat kandidatskoj dissertacii [Abstract of the candidate dissertation]. 2012. Ulan-Ude. 23 p.
7. Butenko R.G., M.V. Gusev i dr. Kletochnaya inzheneriya [Cellular engineering]. M.: Vysshaya shkola [Moscow: Publishing house «High school»], 1987. 127 p.
8. Galdina, T.Ye. Primenenie metodov biotekhnologii dlya massovogo razmnozheniya dekorativnykh rasteniy [The use of biotechnology methods for mass multiplication of decorative plants] // Mezhdunarodnyy Nauchnyy Institut «Educatio» [International Institute of Science «Educatio»], 2015. Is. 3, № 10. Pp. 111-113.
9. Chandra, S. Lata H. Varma A. Biotechnology for medicinal Plants. Micropropagation and Improvement. Berlin, 2013. Vol. 11, 462 p.
10. Bajaj, Y.P.S. Biotechnology in agriculture and forestry. Medicinal and aromatic plants. Berlin, 1998. Vol. 11. 460 p.
11. Akbudak, M. Babaoglu M. Callus induction in small flowered willow herb (*Epilobium parviflorum* L.) // Journ. Plant Biotechnology and Biochemistry, 2005. Vol. 15. Pp. 189-191.
12. Shevelukha V.S. Selskokhozyaystvennaya biotekhnologiya i bioinzheneriya: Uchebnik [Agricultural biotechnology and bioengineering: Tutorial]. M.: LYeNAND [Moscow: Publishing House «LYeNAND»], 2015. 704 p.
13. Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. M.: Agropromizdat [Moscow: Publishing House «Agropromizdat»], 1985. 351 p.
14. Muratova, S.A. Solovykh N.V., Terekhova V.I. Induktsiya morfogeneza iz izolirovannykh somaticheskikh tkaney rasteniy: Monografiya [Induction of morphogenesis from isolated somatic plant tissues: Monograph]. // Michurinsk: Izd-vo MichGAU Michurinsk: Publishing House «MichGAU», 2011. 107 p.

Информация об авторах

Егорова Дарья Александровна, мл. науч. сотр.
E-mail: dariaegor11@gmail.com
Горбунов Юрий Николаевич, д-р биол. наук, зам. директора
Молканова Ольга Ивановна, канд. с.-х. наук, зав лабораторией
E-mail: molkanova@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН», Москва
127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4

Information about the authors

Egorova Darya Aleksandrovna, Junior Researcher
E-mail: dariaegor11@gmail.com
Gorbunov Yuriy Nikolaevich, D-r.Sci.Biol., Vice Director
Molkanova Olga Ivanovna, Cand. Sci. Agricult., Head of Laboratory
E-mail: molkanova@mail.ru
Federal State Budgetary Institution for Science Main Botanical Garden named after N.V.Tsitsin RAS
127276. Russian Federation, Moscow,
Botanicheskaya st., 4

М.А. Келдыш

канд. биол. наук., ст.н.с.

E-mail: k.marina2009@mail.ru;

m.keldish@gbsad.ru

О.Н. Червякова

канд. биол. наук., ст.н.с.

E-mail: cherolya@mail.ru

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

Распространение вредных организмов на инвазионных видах растений

В статье обсуждаются проблемы, связанные с адаптивностью инвазионных видов растений в связи с отсутствием (присутствием) аборигенных фитофагов, патогенов и других биоагентов. Получены данные о видовом составе грибных и вирусных патогенов на 12 видах инвазийных растений. Проведена оценка на устойчивость к переносчикам вирусов и установлено, что они могут питаться на инвазийных растениях в течение периода достаточного для приобретения вирофорности.

Ключевые слова: распространение, вредные организмы, вирусы, грибы, инвазийные растения, переносчики вирусов.

M.A. Keldysh

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: k.marina2009@mail.ru;

m.keldish@gbsad.ru

O.N. Chervyakova

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: cherolya@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science
Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin
RAS, Moscow

Spreading of harmful organisms on invasive plant species

The problems connected with adaptability of invasive plant species depending on presence/absence of autochthonous phytophagans, pathogens and other biological agents have been discussed. The data on species composition of fungal and viral pathogens identified at 12 plant invasive species are presented. The plant resistance to vectors of viruses has been evaluated. The vectors of viruses have been found to consume invasive plants for a long period of time sufficient to acquire infection transmission.

Keywords: spread, harmful organisms, viruses, fungus, invasive plants, vectors of viruses

Проблема переселения растений, играющая важную роль в сохранении биологического разнообразия, имеет два аспекта. Первый – это целенаправленное переселение растений, осуществляемое человеком в целях привлечения новых для данной территории хозяйственно ценных видов, обогащения и повышения продуктивности местного растительного покрова, оптимизации городской среды, сохранения генофонда природной флоры. Однако есть другая сторона

этой проблемы – стихийное, неконтролируемое переселение растений, которое часто приводит к отрицательным последствиям [1].

Агрессивные чужеродные виды растений негативно влияют на генетическое разнообразие, динамику и структуру фитоценозов [2]. Заносные виды могут брать на себя функциональную роль аборигенных видов, вытесняя их из сообщества, то есть конкурируют с ними за имеющиеся ресурсы [3].

С другой стороны инвазионные виды, обладающие ценными хозяйственными признаками, могут найти применение в качестве пищевых, лекарственных, кормовых, декоративных растений в условиях профессионального контроля их распространения [4, 5]. Например, даже такой агрессивный вид как *Heracleum sosnowsky* Manden может оказаться весьма перспективным и выгодным сырьем для производства биотоплива, способным заменить используемые в этих целях пищевые растения и продукты [6].

За последние столетия региональная флора во многих странах мира претерпела существенные изменения. Доля адвентивных видов во флорах разных районов мира составляет 16 %. Многие из них внедрились и натурализовались в состав естественных фитоценозов [5].

В ГБС РАН накоплен значительный опыт по изучению инвазионных растений, их инвентаризации, выявлению биоморфологических особенностей, оценке конкурентноспособности, инвазионному статусу, микроморфологическим признакам и значимости для целей систематики, векторам расселения; проведено детальное исследование чужеродной фракции флоры ГБС РАН и установлено, что за 70 лет число неаборигенных видов возросло в 15 раз [3].

Высокой адаптивности инвазионных видов растений и животных на новых территориях помимо прочих факторов способствует отсутствие природных фитофагов и патогенов, способных контролировать численность их популяций. По этой причине возможны экологические взрывы, чему существует множество хрестоматийных примеров относительно как растений, так и животных.

В целом следует отметить, что до настоящего времени не получено корректных данных об эффективных биоагентах, способных ограничивать численность популяций инвазионных растений. Так, например, есть сведения о видовом составе членистоногих борщевика сосновского в Московской области или выделении из этого растения штамма фитоплазмы (HerY), относящейся к группе 16 Sr III-F, смеси фитоплазм из *Populus alba* L., *Acer negundo* L., фитоплазмы из группы 16 Sred, вызывающей желтуху астр, из *Robinia pseudoacacia* L. [7, 8, 9, 10] и аналогично относительно ряда других видов растений, но такие данные не отражают регулирующей роли вредных организмов. Очевидно, что оценка роли вредных организмов в качестве прямых и косвенных биотических факторов, регулирующих плотность популяций инвазионных видов растений, является весьма актуальной.

Основной целью исследований явилось изучение уровня распространения и адаптивности вредных

организмов в популяциях инвазионных видов растений. В этой связи проводили системный мониторинг вредных организмов различной таксономической принадлежности на агрессивных видах инвазионных растений, диагностику и идентификацию выявленных патогенов, векторов инфекций, изучение спектра кормовых и восприимчивых растений доминирующих видов, патогенов и их переносчиков. Мониторинг патогенов и вредителей выполняли на 11-ти видах травянистых и 10 видах древесных растений: *Lunaria rediviva* L., *Adenocaulon adhaerescens* Maxim., *Heracleum sosnowskyi* Manden, *Impatiens glandulifera* Royle, *Bidens frondosa* L., *Circea luteriana* L., *Solidago canadensis* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Veronica filiformis* Smith., *Geranium phaeum* L., *Polygonum sachalinense* Fr. Schmidt, *Prunus avium* L., *Amelanchier spicata* Lam., *A. alnifolia* Nutt., *Populus alba* L., *Fraxinus pennsylvanica* March., *Sorbaria sorbifolia* L., *Crataegus monogyna* Sacq., *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Caragana arborescens* Lam.¹

В результате визуальных наблюдений, проводимых в динамике в течение трех вегетационных периодов, патологические признаки были зарегистрированы на 14 видах инвазионных растений. На основе использования комплекса методов фитосанитарной экспертизы (биологические, серологические, молекулярные, инструментальные) были получены данные о видовом составе патогенов 12 инвазионных видов (Табл. 1).

Оценка зараженности собственно инвазионных видов на присутствие вирусов, а также серологический мониторинг (методом ИФА) в местах их вторичного ареала на представителях Brassicaceae, Elacagnaceae, Saxifragaceae, Asteraceae, Apriifoliaceae, Ericaceae, Fabaceae, Aceraceae, Solanaceae и других выявили широкий спектр вирусов различных видов. При этом диагностированы как специфические возбудители для отдельных видов растений, например, такие как желтая мозаика фасоли (люпин королевский), некротическая пятнистость (недотрога железнокостная), так и не типичные, имеющие широкий круг растений-хозяев (вирусы огуречной и табачной мозаики, некроза и стрика табака, мозаики резухи и ряд других) (табл. 1, 2).

Выявлена локальная популяция *Heracleum sosnowskyi* Manden, характеризующаяся более низкой плотностью, высотой и семенной продуктивностью. Практически на всех экземплярах были отмечены повреждения грызунами насекомыми при уничтожении 10–15 % исходной листовой поверхности. В очагах сорняка обнаружены растения с суровыми симптомами морщинистости и желтухи листьев характерными для проявления вирусных патогенов. При тестировании

¹ Объекты выбраны по рекомендации отдела флоры

Таблица 1. Ассоциации патогенов на инвазионных видах растений

Тестируемое растение	Тип симптомов	Возбудитель
<i>Heracleum sosnovskyi</i> Manden,	Мозаика, хлороз	Carrot mosaic virus, Cucumber mosaic virus
<i>Prunus avium</i> L.	Желтая мозаика, бурая пятнистость, дырчатость	Prunus necrotic ring spot virus, Tobacco mosaic virus, <i>Clasterisporium carpophilum</i> Aderch.*
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	Мозаика, хлороз, коричневая пятнистость, дырчатость, серый налет	Bean yellow mosaic virus, Tobacco streak virus, <i>Botrytis cinerea</i> Pers.
<i>Amelanchier spicata</i> Lam.	Зеленая мозаика, коричневая пятнистость, серый налет с нижней стороны листа	Cucumber mosaic virus, Tobacco ring spot virus, Tobacco mosaic virus, <i>Ascochyta amelanchier</i> Melnik, <i>Bjerkandera adusta</i> Karst.
<i>Crataegus monogina</i> Sarg.	Мозаика, бурая и красная пятнистости	Arabis mosaic virus, Cucumber mosaic virus, Malva vein clearing virus, <i>Phellinus punctatus</i> (Fr.) P.I., <i>Phyllosticta monogyna</i> Allesch., <i>Monilia crataegi</i> Lied., <i>Cytospora lencostoma</i> Fr., <i>Microdiplodia microsporella</i> Allesch.
<i>Fraxinus pensylvanica</i> March.	Пятнистости, мозаика, желтуха, покраснение краев листьев	Tobacco ring spot virus, Tobacco mosaic virus, Cucumber mosaic virus, <i>Cytospora lencostoma</i> Fr., <i>Diplodia inguinans</i> West.
<i>Acer negundo</i> L.	Крапчатость, кольцевая пятнистость, пятнистости	Tobacco necrosis virus, Cucumber mosaic virus, Bean yellow mosaic virus, <i>Phyllosticta negundinis</i> Sacc. et Spreng., <i>Septoria acerella</i> Sacc., <i>Sawadaia bicornis</i> (Wallr.: Fr.) Homma

* – Определение грибных патогенов выполнено к.б.н. Мухиной Л.Н.

образцов методом ИФА установлено наличие вирусов мозаики огурца и моркови (CMV, STMV).

В целом, оценка распространения вредных организмов различной этиологии в местах ценотической приуроченности адвентивных видов свидетельствует о сосредоточении обширного инфекционного потенциала. Так, например, в условиях вторичного ареала только четырех инвазионных видов уровень распространения вирусов составил 9–27 %, грибов – 17–30 %,

вредителей – 16–28 %, комплексных поражений – 30–45 %. Среди вредителей преобладают различные виды грызущих насекомых и тлей. Последние, в силу высокой репродуктивной способности, являются активными переносчиками вирусных инфекций. грибные патогены представлены видами родов *Fusarium*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Phyllosticta*, *Septoria*, *Erysiphe*, *Pseudoperonospora*, *Clasterosporium*. Полученные данные дают основание полагать, что происходит процесс

Таблица 2. Видовой состав вирусов в местах вторичного ареала инвазионных растений

Инвазионный вид	Выявленные вирусы						
	Poty	Tobamo	Cucumo	Carla	Potex	Nepo	Tospo
<i>Lunaria rediviva</i> L.	PVY, BYMV, SMV	TMV	CMV, TAV	PVS	PVX, PVF		
<i>Adenocaulon adhaerescens</i> Maxim.	BCMV	TMV	CMV	PVM	NMV		
<i>Circea luteriana</i> L.	CVMoV	TMV	CMV	LSLV	VMV		
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle	BYMV	TMV	–	–	–	SLRSV	INSV
<i>Amelanchier alnifolia</i> Nutt.		TMV	RMV	LMV		PRMV	
<i>Amelanchier spicata</i> Lam.	OYDV	TMV	CMV	CLV			
<i>Crataegus monogyna</i> Sarg.	MVCV		CMV	–		ArMV	
<i>Fraxinus pensylvanica</i> March.	–	TMV	CMV	–		TRSV	

адаптации патогенов к инвазионным растениям в зонах их натурализации.

Длительность этого процесса определяется экологическими условиями, действием антропогенных факторов, наличием биоагентов (паразиты, хищники, антогонисты, напряженностью конкурентных отношений с другими вредными организмами). Например, возможно массовое размножение на них вредителей из состава местной фауны в тех случаях, когда в составе аборигенной флоры оказываются растения систематически (и биологически) им близкие и, кроме того, сходные морфологически, физиологически и экологически [11]. Такие растения благоприятны в пищевом отношении, стимулируют их размножение и, в результате большей численности и конкурентоспособности, последние активнее занимают экологические ниши, создавая обособленные популяции. Подобная схема развития взаимоотношений справедлива и в системе инвазионное растение – патоген. В результате реализуется возможность становления инвазионных видов растений в качестве доминирующих резерватов опасных инфекций и предпочитаемого кормового субстрата для переносчиков вирусов и вредителей.

В этой связи оценка автохтонных видов тлей-переносчиков вирусов по отношению к инвазионным

видам растений является основой изучения их роли в качестве пищевого фактора переносчиков вирусов, носителей инфекции и, в конечном итоге, разработки мероприятий по регуляции численности их популяций.

В результате проведенных экспериментов между видами тлей и инвазионных растений выявлен различный уровень взаимоотношений. Установлены восприимчивые (сохранилось исходное количество или в результате размножения их становится больше), заселяемые (сохранилось менее 10 особей), устойчивые (сохранилось менее 5 особей) и иммунные (не сохраняется ни одной особи) виды. Анализ полученных результатов обнаруживает при этом ярко выраженную избирательность на видовом уровне. Выживаемость тлей на разных видах растений значительно колеблется, однако практически все тестируемые растения можно рассматривать в качестве их кормовых видов, а при наличии источников инфекции и ее носителями. Более того, установлено, что тли сохранялись на растениях в течение периода достаточного для приобретения функции вирофорности. Исключение составляют системы *Macrosiphum avenae*, *T. Adenocaulon adhaerescens* Maxim., *Aphis fabae* Scop. – *Impatiens glandulifera* Royle, *Myzaphis rosarum* Kalt. – *Polygonum sachalinense* Fr. Schmidt, *Lupinus regalis* L., *Hyalopterus pruni* Geoffr.

– *Impatiens glandulifera* Royle, *Dysaphis sorbi* Kalt. – *Circea luteriana* L.

На основании полученных данных, а также анализа литературы по распространению основных патогенов и вредителей на филогенетически близких тестируемым инвазионным видам растений в пределах семейств, к которым они относятся, возможен вероятный прогноз их адаптации, дальнейшая детальная разработка которого позволит обозначить подходы к биорегуляции их численности.

Список выявленных вирусов:

- PVY – Potato virus Y
- PVS – Potato virus S
- PVF – Potato virus F
- PVM – Potato virus M
- NMV – Narcissus mosaic virus
- WMV – Watermelon mosaic virus
- SLRSV – Strawberry latent ring spot virus
- PRMV – Peach rosette mosaic virus
- ApMV – Apple mosaic virus
- PDV – Prune dwarf virus
- LSLV – Lily symptomless virus
- LMV – Letuce mosaic virus
- CLV – Carnation latent virus
- CMV – Cucumber mosaic virus
- TAV – Tomato aspermy virus
- RMV – Radish mosaic virus
- TMV – Tobacco mosaic virus
- BYMV – Bean yellow mosaic virus
- SMV – Soy bean mosaic virus
- CVMOV – Carrot vein mottle virus
- OYDV – Onion yellowdwarf virus
- MVCV – Malva vein clearing virus
- CtMV – Carrot mosaic virus
- INSV – Impatiens necrotic sport virus

Список литературы

1. Коровин С.Е., Кузьмин З.Е., Трулевич Н.В., Швецов А.Н. Переселение растений. Методические подходы к проведению работ. М.: МСХА. 2001. 76 с.
2. Ellstrand N.C., Schierenbeck K.A. Hybridization as stimulus for the evolution of invasiveness in plants // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 2000. Vol. 97. Pp. 7043–7050.
3. Виноградова Ю.К. Проблематика инвазионной биологии в исследованиях главного ботанического

сада им. Н.В. Цицина РАН // Всерос. конф. с межд. участ. Бот. сады и урбанизация: фундаментальная наука, инновации, образование. 23–25 июня 2015. М., 2015. С. 29–34.

4. Виноградова Ю.К. Формирование вторичного ареала и изменчивость инвазионных популяций кле-на ясенелистного (*Acer negundo*) // Бюл. Гл. ботан. сада. 2006. Вып. 190. С. 25–47.

5. Виноградова Ю.К., Куклина А.Г. Ресурсный потенциал инвазионных видов растений. Возможности использования чужеродных видов. М.: Геос, 2012. 185 с.

6. Келдыш М.А., Помазков Ю.И. Проблемы и перспективы использования борщевика – *Heracleum sosnovskyi*. // Агро XXI век. 2008. № 7–9. С. 47.

7. Sampson C. Cost and impact of current control methods used against *Heracleum sosnovskyi* (Giant Hogweed) and the case for instigating a biological control program // Ecology and management of Invasive Riverside Plants. John Wiley & Sons, London, 1994. Pp. 55–65.

8. Valiunas D., Samuittiene M., Rasomavicius V., Navalinskiene M., Staniulis J., Davis R.E. Subgroup 16SrIII-Phytoplasma strains in an invasive plant, *Heracleum sosnovskyi*, and an ornamental, *Dictamnus albus* // Journ. Plant Pathology. 2007. Vol. 89 (1). Pp. 137–140.

9. Кривошеина М.Г. Насекомые (*Insecta*), связанные с борщевиком сосновского (*Heracleum sosnovskyi* Manden) в Московской области и их роль в биоценозах // Бюл. МОИП. Отд. Биол. 2009. Т. 114, Вып. 1. С. 26–29.

10. Гирсова Н.В., Богоутдинов Д.З., Можаяева К.А., Кастальева Т.Б. Фитоплазмы деревьев и кустарников в Поволжье // Изв. ТСХА. 2014. Вып. 5. С. 36–49.

11. Гиляров М.С. Почвенная фауна и задачи почвенной зоологии. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 10 с.

References

1. Korovin S.E., Kuzmin Z.E., Trulevich N.V., Shvetsov A.N. Pereselenie rasteniy. Metodicheskie podkhody k provedeniyu rabot. [Expansion of plants. Methodical of conduction work]. M.: MSKHA [Moscow: MAA], 2001. 76 p.
2. Ellstrand N.C., Schierenbeck K.A. Hybridization as stimulus for the evolution of invasiveness in plants // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 2000. Vol. 97. Pp. 7043–7050.
3. Vinogradova Yu.K. Problematika invazionnoy biologii v issledovaniyakh glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Zizina RAN. [Issues of invasive biology in the studies of the Moscow Main Botanical Garden]. Vseros.

kopnf. s mezhd. uchast. Botanicheskie sady I urbanizatsiya: fundamentalnaya nauka, innovatsii, obrazovanie. 23–25 iyunya 2015. M., [All-Russian Conference with international participation “Botanical gardens and urbanization: fundamental science, innovation, education”. Moscow.]. 2015. Pp. 29–34.

4. Vinogradova Yu.K. Formirovanie vtorichnogo areala i izmenchivost invazionnykh populyatsiy klena yasnelistnogo (*Acer negundo*). [Forming of the secondary area and variability of box elder (*Acer negundo*) invading populations]. Byul. GBS. [Bull. MBG]. 2006. Iss. 190. Pp. 25–47.

5. Vinogradova Yu.K., Kuklina A.G. Resursnyi potentsial invazionnykh vidov rasteniy. Vozmozhnosti ispolzovaniya chuzherodnykh vidov. [Resources potential of invasive species plants. Possibility utilization of alien species.]. M.: Geos [Moscow: Publishing House Geos]. 2012. 185 p.

6. Keldysh M.A., Pomazkov Yu.I. Problemy i perspektivy ispolzovaniya borshchevika – *Heracleum sosnovskyi*. [Problems and perspectives of utilization *Heracleum sosnovskyi*]. //Agro XXI vek. [Agro XXI]. 2008. № 7–9. Pp. 47.

7. Sampson C. Cost and impact of current control methods used against *Heracleum sosnovskyi* (Giant

Hogweed) and the case for instigating a biological control program. // Ecology and management of Invasive Riverside Plants. John Wiley & Sons, London, 1994. Pp.55–65.

8. Valiunas D., Samuittiene M., Rasomavicius V., Navalinskiene M., Staniulis J., Davis R.E. Subgrupp 16SrIII-Phytoplasma strains in an invasive plant, *Heracleum sosnovskyi*, and an ornamental, *Dictamnus albus* // Journ. Plant Pathology. 2007. Vol. 89 (1). Pp. 137–140.

9. Krivosheina M.G. Nasekomye (Insecta), svyazanye s borshchevikom sosnovskogo (*Heracleum sosnovskyi* Manden) v Moskovskoy oblasti I ikh rol v biotsenozakh. [Insect, (Insecta) associated with *Heracleum sosnovskyi* Manden in Moscow district and their role in ecosystems]. Byul. MOIP. Otd. Biologii. [Bull. MSN. Ser. Biol.]. 2009. Vol.114. Part I. Pp. 26–29.

10. Girsova N.V., Bogoutdinov D.Z., Mozhaeva K.A., Kastalieva T.B. Phytoplasmy derevev i kustarnikov v Povolzhe. [Phytoplasma diseases of wood and shrub plants in the Volga region]. Izvestiya TSKHA. [NEWS. Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryasev]. 2014. Vol. 5. Pp. 36–49.

11. Gilyarov M.S. Pochvennaya fauna I zadachi pochvennoy zoologii. [Fauna of soil and problems soil zoology]. M.: “Izd-vo AN SSSR”. [Moscow: AS USSR]. 1953. 10 p.

Информация об авторах

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, г. Москва, Ботаническая ул., д.4

Information about the authors

Keldysh Marina Alexandrovna, 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 for Science Main Botanical Garden named after N.V.Tsitsin Russian Academy of Sciences

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

О.А. Каштанова

научный сотр., ГБС РАН

Ю.С. Данилова

ст.н.с., Чувашский НИИ СХ РАН

Л.Ю. Трейвас

научный сотр., ГБС РАН

О.Б. Ткаченко

док. биол. наук, зав. отд.

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

Вредоносность ложной мучнистой росы хмеля и поиск устойчивых к патогену сортов

Возбудитель ложной мучнистой росы хмеля, согласно современной систематики, грибоподобный организм *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev. Он широко распространен в мире и является одним из наиболее опасных заболеваний этой культуры. Если в странах Американского континента химический метод превалирует для контроля этого заболевания, в континентальной Европе основной метод защиты – выведение устойчивых сортов. Представлен ключ для определения рас возбудителя ложной мучнистой росы хмеля. а также используемые в Чувашском НИИ СХ РАН сорта растений. Работа является основой для дальнейших совместных исследований ГБС РАН и Чувашского НИИ СХ РАН по ложной мучнистой росе хмеля.

Ключевые слова: хмель, сорта, ложная мучнистая роса, устойчивость, *Pseudoperonospora cubensis*

O.A. Kashtanova

Researcher, MBG RAS

Yu.S. Danilova

Senior Researcher, Chuvash Research Institute of

Agriculture RAS

L.Yu. Treivas

Researcher

O.B. Tkachenko

Dr.Sci.Biol., Head of Department

E-mail: otkach@postman.ru

Federal State Budgetary Institution for Science

Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin

Russian Academy of Sciences, Moscow

The harmful activity of downy mildew of hop and scientific research of varieties resistant to the pathogen

The causative agent of downy mildew of hops is a fungus-like organism *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev. It is widely distributed in the world, and downy mildew is one of the most harmful diseases of hop. Chemical method is the main one of control the disease in the countries of America, while in Europe the main method of protection is a selection of resistant varieties. The key for identification of pathogen races is given. The hop varieties used in Scientific Research Institute for Agriculture of Republic of Chuvash RAS are presented. The work is a basis for further collaborative study on downy mildew of hops in the MBG RAS and in Republic of Chuvash.

Keywords: hop, varieties, downy mildew, resistance, *Pseudoperonospora cubensis*

Данная работа осуществлена согласно договору о творческом сотрудничестве между Главным ботаническим садом им. Н.В. Цицина РАН и Государственным научным учреждением Чувашский Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Российской академии наук (пос. Опытный, Чувашская Республика).

Возбудитель ложной мучнистой росы хмеля, согласно Index Fungorum – грибоподобный организм *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev [син. *Peronosplasmopara humuli* Miyabe & Takah., *Pseudoperonospora humuli* (Miyabe & Takah.) G.W. Wilson]. Оомицеты является одним из наиболее опасных патогенов хмеля [1]. Патоген поражает хмель повсеместно, кроме Австралии [2], особенно в годы с пониженными температурами и повышенной влажностью воздуха в апреле и мае [3]. Опасно заражение растений в фазе формирования шишек и начала их технической спелости, когда недопустимы обработки насаждений хмеля фунгицидами.

Различают диффузную и локальную формы поражения хмеля, в первом случае, мицелий гриба располагается в тканях главного корневища и там же перезимовывает. Основные симптомы болезни проявляется рано весной, когда из корневища отрастают побеги с укороченными междоузлиями, «колосовидные», в фазе формирования боковых побегов – усыхает и опадает его кончик, симптом «горелая спичка» (это поражение боковых побегов похоже на механическое повреждение, если побеги слишком длинные, во время химических или междурядных обработок, при движении техники, они обрываются, несмотря на устанавливаемые на корпус трактора «обтекатели»), в фазе формирования шишек – бурют и засыхают кончики чешуек шишки. Локальная форма проявляется в виде серо-фиолетового налета на нижней стороне листьев, пораженные шишки в фазе их формирования, отстают в росте и покрываются мучнистым налетом. Возбудитель болезни в течение периода вегетаций растения-хозяина может развиваться в 12 поколениях [4]. Хотя на Американском континенте (Аргентина, США) преобладает химический метод защиты хмеля от ложной мучнистой росы [6, 7], в условиях континентальной Европы возделывание устойчивых сортов – наиболее эффективный метод защиты растений хмеля от ложной мучнистой росы [8], сорт Perle (Германия) является примером успешной направленной селекции хмеля на устойчивость к пероноспорозу [9].

Исследованиями, проведенными Кузнецовой (1943–52 гг.), Ратушиной (1981–86 гг.) в Подмосковье, Лоханской (1983 г.) на Украине подробно исследована биология гриба-возбудителя ложной мучнистой росы, его вредоносности, механизмы устойчивости растений хмеля разных сортов. Ратушиной [9] идентифицировано 16 рас патогена, из которых 89,7 % – мало вирулентные расы. Лоханская [10, 11] так же, делает вывод о том, что у возбудителя ложной мучнистой росы не может быть большого количества рас, так как сортов хмеля немного

и они довольно редко, по сравнению с другими культурами, заменяются на новые.

Однако, во всех исследованиях, сорта хмеля подразделяются на восприимчивые, среднеустойчивые и устойчивые. Кузнецова [12] в числе устойчивых сортов отмечает Клон 8, Гагский, Скороспелка; Ратушина, Дьяков, Крылова [13] – Fuggle, Клон 18, Bullion, Серебрянка, Northern Brewers, Жатецкий червенок, Советский. Лоханская [11] из 90 сортов коллекционного питомника устойчивыми к поражению ложной мучнистой росой считает сорта Клон 18, Bullion, Сильный, Серебрянка, Fuggle, Полесский, Жатецкий червенок. Некрашевич [4] – сорта Fuggle, Nordown, Apollon, Cascade, Клон 18, Серебрянка описывает, как относительно устойчивые.

Цель и задачи исследований

Основная цель исследований – изучение вредоносности ложной мучнистой росы хмеля в северо-восточном регионе России и поиск устойчивых форм. Для этого сформулированы следующие задачи:

1. Сравнение поражаемости сортообразцов коллекционного питомника диффузной формой ложной мучнистой росы в полевых условиях;
2. Подбор сортов-дифференциаторов из коллекционного питомника для разделения популяции патогена по признаку вирулентности;
3. Выделение моноспорных культур гриба и инокуляция растений суспензией гриба;
4. Апробирование лабораторного экспресс-метода и определение степени устойчивости сортов хмеля.

Методика и условия проведения исследований

Изучение сравнительной устойчивости сортообразцов в коллекционном питомнике в полевых условиях проводили в 2006–11 гг. Метеорологические условия, оказывающие влияние на развитие растений хмеля и болезни представлены в таблицах 1 и 2.

В течение вегетационного периода растений хмеля проводили наблюдения и учет поражения ложной мучнистой росой в полевых условиях в четыре срока:

- - период обрезки главных корневищ;
- - период весеннего отрастания;
- - в начале цветения;
- - период формирования шишек.

Для разделения популяции возбудителя ложной мучнистой росы по признаку вирулентности подобрали сорта-дифференциаторы в коллекционном питомнике из числа сортов отмеченных как относительно устойчивые и устойчивые на протяжении всего периода исследований (2006–11 гг.). Моноспорную культуру гриба выделяли согласно Лоханской В.И. [11], для апробирования экспресс-метода определения устойчивости сортов хмеля к ложной мучнистой росе применяли листья

Таблица 1. Средние месячные температуры воздуха (°C)

Год	Месяц					Сумма температур за 5 месяцев	Среднее за 5 месяцев	Среднее за год
	май	июнь	июль	август	сентябрь			
Многолетние данные	13,0	17,1	19,6	17,1	10,1	2139,0	14,3	3,6
2005	16,7	16,5	19,3	17,9	12,9	2554,5	16,7	5,2
2006	12,7	19,8	17,5	17,8	13,0	2473,2	16,2	4,1
2007	15,7	16,3	19,7	21,4	12,2	2617,1	17,1	5,4
2008	12,1	16,1	20,4	18,8	10,0	2372,1	15,5	6,0
2009	14,1	19,7	20,0	17,3	15,0	2637,8	17,2	5,9
2010	17,3	21,0	25,5	21,7	12,9	3015,6	19,7	5,4
2011	14,5	17,7	23,1	18,8	12,5	2681,4	17,3	4,6

Таблица 2. Количество атмосферных осадков (мм)

Год	Месяц					Всего за 5 месяцев	Среднее за 5 месяцев	Всего за год
	май	июнь	июль	август	сентябрь			
Среднемноголетние	40,0	57,0	56,0	56,0	50,0	259,0	52,0	510,0
2005	17,3	103,3	62,1	30,3	28,2	241,2	48,2	499,2
2006	52,1	51,0	95,6	81,6	30,6	310,9	62,2	623,5
2007	49,0	24,2	112,6	34,0	79,8	299,6	59,9	615,6
2008	29,5	90,6	53,7	60,9	66,6	301,3	60,3	540,6
2009	35,9	26,1	45,7	45,4	15,0	168,1	33,6	362,4
2010	32,0	7,5	8,1	63,6	34,2	145,4	29,1	474,3
2011	44,8	127,7	62,7	26,0	96,0	357,2	71,4	661,0

хмеля, выбранные во время маршрутных обследований сортов-дифференциаторов в 2009–2011 гг. В работе использовали метод приготовления суспензии зооспор и шкалу для оценки иммунологических реакций, предложенную Лоханской В.И. [11], представленную ниже.

Иммунологические реакции хмеля в баллах, по В.И. Лоханской (11)

0 – отсутствие видимых признаков поражения – иммунные или высокоустойчивые растения;

1 – точечные некрозы без заметного невооруженным глазом спороношения – устойчивые растения;

1+ – большое количество точечных некрозов, но без заметного невооруженным глазом спороношения;

2 – некрозы больших размеров, одиночные и групповые, возможно единичные мелкие пятна слабого спороношения – среднеустойчивые растения;

2+ – небольшие хлорозы, могут быть некрозы, но без спороношения или с очень слабым спороношением;

3 – могут образовываться светло-желтые хлоротические пятна, умеренное спороношение – восприимчивые растения;

4 – хлоротические пятна больших размеров, сильное спороношение – высоковосприимчивые растения.

Сорта, проявившие реакцию, оцененную баллами 0, 1 и 2 отнесены к устойчивым (У), а баллами 3 и 4 – к восприимчивым (В), см. таблицу 5.

При этом учитывали продолжительность латентного периода и интенсивность споруляции при инокуляции изолированных листьев, Ратушина С.Я. [8].

Результаты и обсуждение

В полевых условиях устойчивость и относительную устойчивость во все годы исследований, несмотря на разницу метеорологических условий, складывавшихся в разные годы (Таблица 1 и 2) показали следующие сортообразцы коллекционного питомника: Э – 88/19, Э – 88/07, Э – 88/03, Чувашский местный, Заграничный А, Серебрянка, Подвязный (все – Россия), Kegworthe midseason, Maling, Golding, Northern brewer, Fuggl (все – Англия), Huller Star, Tettngang 101 (все – Германия), Sems (Чехословакия), Kono (Болгария), Marynka (Польша), K 700216 (Япония), Ahill, Atlas (все – Югославия), Eroica (США). Исходя из предварительных материалов, в набор сортов-дифференциаторов вошли сорта: Fuggle, Серебрянка, Atlas, Ahill, Eroika, как устойчивые

и относительно устойчивые, Bullion (Англия), Истринский 15 (Россия) как восприимчивые формы, кроме изученных сортов, в исследовании участвовали новые сорта Фаворит (селекционный номер КП-10) и Флагман (селекционный номер КП-37), включенные в Государственный реестр в 2007 году, с целью изучения степени их устойчивости.

определения рас, моноспоровыми культурами возбудителя ложной мучнистой росы (табл. 4).

Таким образом, удалось сделать ключ для определения 5-ти рас возбудителя ложной мучнистой росы хмеля на основании типа реакции сортов-дифференциаторов используя 5 устойчивых и относительно устойчивых сортов хмеля (Fuggle, Серебрянка, Atlas, Ahill и Eroika),

Относительно устойчивый сорт Фаворит:

Код сорта (идентификатор)	9360091
Характеристика	Включен в Госреестр по Российской Федерации для возделывания культуры. Растение обратноконусовидное. Побег с сильно антоциановой окраской. Стебель зеленый с красным налетом. Соцветия плотные, располагаются в основном в средней и верхней трети растения. Шишки округлой формы, от среднего до мелкого размера. Средняя урожайность сырья 35,9 ц/га. Среднее содержание альфа-кислот 4,4 %. Vegetационный период 102 дня. Пригоден для механизированной уборки. По данным заявителя, относительно устойчив к вредителям и болезням.

Высокоустойчивый сорт хмеля Флагман:

Код сорта (идентификатор)	9360092
Характеристика	Включен в Госреестр по Российской Федерации для возделывания культуры. Растение обратноконусовидное. Побег с очень сильно антоциановой окраской. Стебель красный с зеленым налетом. Соцветия средней плотности, располагаются в средней и верхней трети растения. Шишки удлинено-овальной формы, от среднего до крупного размера. Средняя урожайность сырья 37,9 ц/га. Среднее содержание альфа-кислот 6,5%. Vegetационный период 111–112 дней. Пригоден для механизированной уборки. По данным заявителя, устойчив к вредителям и болезням.

Таблица 3. Характеристика сортов-дифференциаторов

Сорт хмеля	Происхождение	Спектр иммунологических реакции, балл
Fuggle	Англия	1+
Серебрянка	Россия	1+
Atlas	Югославия	4
Ahill	Югославия	2
Eroika	США	3
Bullion	Англия	1+
Истринский 15	Россия	2+
Фаворит	Россия	0
Флагман	Россия	2

Включенные в Государственный реестр сорта хмеля допущены к использованию на 26.01.2017 г. (<http://reestr.gossort.com/reg/main/437>).

В таблице 3 дается краткая характеристика сортов-дифференциаторов использованных для ключа по определению рас возбудителя ложной мучнистой росы хмеля.

Были проверены иммунологические реакции сортов хмеля, использованных в дальнейшем для ключа

двух восприимчивых сортов Bullion и Истринский 15 и новых сортов Фаворит и Флагман (табл. 5).

Заключение

Работа явилась основой для дальнейших совместных исследований отдела защиты растений ГБС РАН и Чувашским научно-исследовательский институт сельского хозяйства по изучению опасного патогена

Таблица 4. Иммунологические реакции сортов хмеля моноспоровыми культурами гриба *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev

Сорт хмеля	Количество изолятов, %, вызывающих поражение растений, баллов				
	0	1	2	3	4
Fuggle	50	50	–	–	–
Серебрянка	80	20	–	–	–
Atlas	–	30	30	30	10
Ahill	–	50	50	–	–
Eroika	10	30	30	30	–
Bullion	–	100	–	–	–
Истринский 15	–	–	100	–	–
Фаворит	100	–	–	–	–
Флагман	10	50	40	–	–

Таблица 5. Ключ для определения рас возбудителя ложной мучнистой росы хмеля

Раса	Тип реакции сортов-дифференциаторов								
	Fuggle	Серебрянка	Atlas	Ahill	Eroika	Bullion	Истринский 15	Фаворит	Флагман
1	У	У	–	–	У	–	–	У	У
2	В	В	В	В	В	В	–	–	В
3	–	–	В	В	В	–	В	–	В
4	–	–	В	–	В	–	–	–	–
5	–	–	В	–	–	–	–	–	–

хмеля *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) Rostovzev, поиску устойчивых сортов и химических средств для предотвращения этого заболевания.

Список литературы

- Gent D.Y., Ocamb C.M. Predicting Infection Risk of Hop by *Pseudoperonospora humuli* // *Phytopathology*. 2009. 99(10): 1190-1198
- Davis J. The hop industry of agriculture Tasmania, 1973–74, vol. 44-45, № 3, 4, 1.
- Johnson D.A., Alldredge J.R., Allen J.R. Weather and Downy Mildew Epidemics of Hop in Washington State // *Phytopathology*. 1994. 84(5): 524-527
- Некрашевич Н.П. Селекция хмеля на устойчивость к псевдопероноспорозу – Хмелеводство, Киев, 1986, вып. 8, с. 3-5.
- Pérez B.A., Martinez E., Noetinger F., Wright E.R. Hop Downy Mildew Caused by *Pseudoperonospora hululi* in Argentina // *Plant Disease*. 2009. 93(8): 839
- Gent D.H., Ocamb C.M., Farnsworth J.L. Forecasting and Management of Hop Downy Mildew // *Plant Disease*. 2010. 94(4): 425-431
- Seigner E., Lutz A., Seefelder S. Utilization of genetic resources in breeding programmes at the Hop Research Center Huell / *Proceedings of the International Scientific Meeting, Czech Republic, Zatec, 2008*, pp. 8-12.
- Seiger E., Lutz A., Miehle H., Felsenstein F.G. Breeding for powery mildew resistance in hop (*Humulus*): Strategies at the Hop Research Center, Huell, Germany // *Acta Hort.* 2005. 668: 19-30
- Ратушина С.Я. Взаимоотношения паразита-хозяина при заражении хмеля ложной мучнистой росой. Автореф. дис. канд. биол. наук – М., 1986 – 18 с.
- Лоханская В.И. Изыскание сортов дифференцирующих расы возбудителя ложной мучнистой росы хмеля. Хмелеводство, Киев, 1983, вып. 5, с. 27-30.
- Лоханская В. И. Особенности вирулентности возбудителя ложной мучнистой росы хмеля и разработка методов определения устойчивости при селекции на иммунитет. Автореф. дис. канд. биол. наук, Киев, 1983 – 19 с.
- Кузнецова А.П. Ложная мучнистая роса хмеля и меры борьбы с ней // *Труды РНИХС, М.: Пищепромиздат, 1954*, с. 80-99.
- Ратушина С.Я., Дьяков Ю.Т., Крылова М.И. Гетерогенность популяции возбудителя ложной мучнистой росы хмеля по признаку вирулентности – *Микология и фитопатология, 1985*, т. 19, вып. 16, с. 515-518.

References

1. Gent DY, Ocamb CM (2009) Predicting Infection Risk of Hop by *Pseudoperonospora humuli* // *Phytopathology*. 99(10): 1190-1198
2. Davis J (1973-74) The hop industry of agriculture Tasmania. 44-45(3): 4, 1.
3. Johnson D.A., Alldredge J.R., Allen J.R. Weather and Downy Mildew Epidemics of Hop in Washington State // *Phytopathology*. 1994. 84(5): 524-527
4. Nekrashevich NP (1986) Seleksiya khmelya na ustoychivost' k psevdoperonosporozu [Breeding for resistance to psevdoperonosporoz of hop]. *Khmelevodstvo* [Hop Production]. Kiev, 1986, vol. 8, pp. 3-5.
5. Pérez BA, Martinez E, Noetinger F, Wright ER (2009) Hop Downy Mildew Caused by *Pseudoperonospora humuli* in Argentina // *Plant Disease*. 93(8): 839
6. Gent DH, Ocamb CM, Farnsworth JL (2010) Forecasting and Management of Hop Downy Mildew // *Plant Disease*. 94(4): 425-431
7. Seigner E., Lutz A., Seefelder S. (2008) Utilization of genetic resources in breeding programmes at the Hop Research Center Huell / *Proceedings of the International Scientific Meeting, Czech Republic, Zatec*, pp. 8-12.
8. Seiger E., Lutz A., Miehle H., Felsenstein FG (2005) Breeding for powery mildew resistance in hop (*Humulus*):

Strategies at the Hop Research Center, Huell, Germany // *Acta Hort.* 668: 19-30

9. Ratushina SYa. (1986) Vzaimootnosheniya parazita-khozyaina pri zarazhenii khmelya lozhnoy muchnistoy rosoy [Relations between the parasite-host during infection of hop downy mildew] Author. Dis. cand. biol. sciences. Moscow, 18 p.
10. Lokhanskaya VI (1983) Izyskaniye sortov differentsiruyushchikh rasy vzbuditelya lozhnoy muchnistoy rosy khmelya [Finding varieties differentiating races of the pathogen downy mildew of hops]. *Khmelevodstvo* [Hop Production]. Kiev, vol. 5, pp. 27-30.
11. Lokhanskaya VI (1983) Osobennosti virulentnosti vzbuditelya lozhnoy muchnistoy rosy khmelya i razrabotka metodov opredeleniya ustoychivosti pri seleksii na imunitet [Features of the virulence of the pathogen downy mildew of hops and the development of methods for the determination of stability in the selection of immunity]. Author. Dis. cand. biol. sciences., Kiev. 19 p.
12. Kuznetsova AP (1954) Ложная мучнистая роса хмеля и меры борьбы с ней [Downy Mildew of hops and its control]. *Proc. RSRs*, Moscow: Publishing House «Pishchpromizdat», pp. 80-99.
13. Ratushina SYa, Diakov YuT, Krylova MI (1985) Population heterogeneity of the causal agent of hops downy mildew as regards its virulence // *Mikologiya i Fitopatologiya* [Mycology and Phytopathology]. 19(16): 515-518 (in Russian, with English summary).

Информация об авторах

Каштанова Ольга Александровна, н.с.
E-mail: ol-al-kashtanova@mail.ru
Трейвас Любовь Юрьевна, н.с.
E-mail: 89032455582@yandex.ru
Ткаченко Олег Борисович, Зав. отд., д.б.н.
E-mail: otkach@postman.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук 127276, Российская Федерация, г. Москва, Ботаническая ул д. 4
Данилова Юлиана Степановна, ст.н.с., к.б.н.
E-mail: yulia-danilova@yandex.ru
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» 429911, Чувашская Республика, Цивильский р-н, пос. Опытный ул.Центральная, д.2

Information about the authors

Kashtanova Olga Aleksandrovna, Researcher
E-mail: ol-al-kashtanova@mail.ru
Treivas Lubov' Yurievna, Researcher
Tkachenko Oleg Borisovich, Head of Dept., Dr. Sci. Biol.
E-mail: otkach@postman.ru
Federal State Budgetary Institution of Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences. 127276, Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya str.4
Danilova Yuliana Stepanovna, Senior Researcher, Cand. Sci. Biol.
E-mail: yulia-danilova@yandex.ru
Federal State Budgetary Scientific Institution «Chuvash Research Institute of Agriculture» 429911, Chuvash Republic, Tsvil'skiy region, Settlement Opytnyy, Tsentral'naya st., house 2

А.Г. Куклина

канд. биол. наук, ст. н. сотр.

О.А. Каштанова

н. сотр.

Л.Ю. Трейвас

н. сотр.

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

Энтомо-фитопатологический мониторинг видов рода *Chaenomeles* Lindl. в ГБС РАН

Изучена патогенная микофлора и энтомофауна у *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. & Spach, *Ch. cathayensis* (Hemsl.) C.K. Schneid., *Ch. ×superba* (Frahm) Rehd. (Maloideae, Rosaceae) на территории Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (Москва). Выявлено 13 фитопатогенов: *Botrytis cinerea* Pers., *Cytospora cydoniae* Bubák & Kabát., *Diplocarpon mespili* (Sorauer) B. Sutton, *Gloeosporium cydoniae* Mont., *Monilia fructigena* Pers., *M. cydoniae* Schell., *Nectria cinnabarina* Fr., *Neonectria galligena* (Bres.) Rossman & Samuels, *Pestalotia breviseta* Sacc., *Phyllosticta cydoniae* var. *cydonicola* (Allesch.) Cif., *Ph. velata* Bubák. и *Sphaeropsis cydoniae* Cooke & Ellis, а также вирус кольцевой пятнистости томата (ToRSV), наносящих значительный вред растениям. Повреждающий комплекс энтомофауны включает 15 видов филлофагов: *Agriotes obscurus* L., *Ancylicus selenana* Gn., *Aphis fabae* Scop., *A. pomi* Deg., *Archips rosana* L., *A. variegana* Schiff., *Cladius pallipes* Lep., *Coenorhinus pauxillus* Germ., *Diloba coeruleocephala* L., *Edwardsiana rosae* L., *Exapate congelatella* Cl., *Nepticula malella* Stainton, *Palomena prasina* L., *Phyllobius urticae* Deg., *Rhynchites bacchus* L.; 3 карпофага: *Hoplocampa testudinea* Clug., *Laspeyresia pomonella* L., *Vespa crabro* L., а также моллюск - *Helicigona lapicida* L. Существенного влияния на развитие растений *Chaenomeles* комплекс филлофагов не оказывает.

Ключевые слова: *Chaenomeles japonica*, *Chaenomeles cathayensis*, *Chaenomeles ×superba*, микофлора, энтомофауна

A.G. Kuklina

Cand. Sc. Biol., Senior Researcher

O.A. Kashtanova

Researcher

L.Yu. Treivas

Researcher

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

Entomological and phytopathological monitoring of *Chaenomeles* Lindl. species in the Main Botanical Garden RAS

Pathogenic fungi and pests were studied in three plant species of *Chaenomeles* Lindl. (*Ch. japonica* (Thunb.) Lindl. & Spach, *Ch. cathayensis* (Hemsl.) C.K. Schneid., *Ch. ×superba* (Frahm) Rehd.) under cultivation in the Main Botanical Garden RAS (the city of Moscow). Thirteen phytopathogens have been revealed: *Botrytis cinerea* Pers., *Cytospora cydoniae* Bubák & Kabát., *Diplocarpon mespili* (Sorauer) B. Sutton, *Gloeosporium cydoniae* Mont., *Monilia fructigena* Pers., *M. cydoniae* Schell., *Nectria cinnabarina* Fr., *Neonectria galligena* (Bres.) Rossman & Samuels, *Pestalotia breviseta* Sacc., *Phyllosticta cydoniae* var. *cydonicola* (Allesch.) Cif., *Ph. velata* Bubák., and *Sphaeropsis cydoniae* Cooke & Ellis, as well as the virus (ToRSV). All of them greatly harm the plants. The complex of pests includes 15 phyllophagous species: *Agriotes obscurus* L., *Ancylicus selenana* Gn., *Aphis fabae* Scop., *A. pomi* Deg., *Archips rosana* L., *A. variegana* Schiff., *Cladius pallipes* Lep., *Coenorhinus pauxillus* Germ., *Diloba coeruleocephala* L., *Edwardsia narosae* L., *Exapatecon gelatella* Cl., *Nepticula malella* Stainton, *Palomena prasina* L., *Phyllobius urticae* Deg., *Rhynchites bacchus* L. Three carpophagous pests (*Hoplocampa testudinea* Clug., *Laspeyresia pomonella* L., *Vespa crabro* L.) and one mollusks species (*Helicigona lapicida* L.) have been identified. The complex of pests only weakly affects the development of plants.

Keywords: *Chaenomeles japonica*, *Chaenomeles cathayensis*, *Chaenomeles ×superba*, mycoflora, entomofauna.

Виды рода *Chaenomeles* Lindl. (Maloideae, Rosaceae) происходят из Японии и Китая. Они используются в декоративном озеленении и как нетрадиционная плодовая культура [1–3]. В коллекции Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН) уже более 60 лет выращивают 3 вида этого рода. К наиболее устойчивым относится хеномелес японский, называемый «японской айвой» (*Ch. japonica* (Thunb.) Lindl. & Spach), – кустарник высотой около 1 м, ежегодно цветет и плодоносит. Более декоративен, благодаря нарядным цветкам розовой, малиновой и белой окраски, низкий кустарник – хеномелес превосходный (*Ch. ×superba* (Frahm) Rehd.), являющийся садовым гибридом (*Ch. japonica* × *Ch. speciosa* (Sweet) Nakai). У хеномелеса катаянского (*Ch. cathayensis* (Hemsl.) C.K. Schneid.) кусты высотой до 3 м с кирпично-красными цветками. Два последних вида в Москве цветут и плодоносят не регулярно, ввиду слабой зимостойкости [4]. Селекционеры в средней полосе России на основе *Ch. japonica* отобрали сорта универсального назначения – Флагман, Восход, Шарм, Мичуринок Витамин, Алюр и Альбатрос [5], относительно устойчивые к фитопатогенам.

Известно, что на территории Украины хеномелес поражается ржавчиной, септориозом, серой и плодовой гнилью, иногда бактериальным ожогом, корневым раком и вирусными болезнями. Среди вредителей этой культуры перечислены (без указания латинских названий) букарка, краснокрылый боярышниковый слоник, серый почковый долгоносик, листовертка, златогузки, зимняя пяденица, вишневым слизистый пилильщик, тля, паутинный клещ, щитовки, реже плододорка [6]. В Европе и Китае у *Ch. japonica* выявлены следующие возбудители болезней: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Cytospora piricola*, *Diplodia cydoniae*, *Monilinia fructicola*, *M. fructigena*, *M. laxa*, *Penicillium expansum*, *Phoma chaenomelis*, *Ph. exigua*, *Ph. herbarum*, *Ph. pomorum*, *Phyllosticta chaenomelina*, *Septoria cydoniae*, *Sphaeropsis lichenoides*, *Thubercularia vulgaris* и *Ulocladium botrytis*, а также *Asteromella* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. и *Ramularia* sp. В Польше и Швеции на хеномелесе отмечены тли – *Aphis pomi*, *A. fabae* и *Brachycaudus helichrysi* [7–10].

Для того чтобы результаты селекции и дальнейшее расширение культуры хеномелеса в нашей стране были успешными, актуальны сведения о потенциальных болезнях и вредителях этих растений, которые для средней полосы России в настоящее время недостаточны.

Цель данного исследования заключалась в изучении и идентификации представителей патогенной микофлоры и вредной энтомофауны на 3 видах хеномелеса в г. Москва (ГБС РАН).

Материал и методы

В 2010–2016 гг. на территории ГБС РАН в период вегетации растений в полевых условиях осуществляли мониторинг 3-х видов *Chaenomeles* с симптомами поражений фитопатогенами и повреждений фитофагами. Для сравнительного анализа в 2016 г. были обследованы посадки отдельных видов хеномелеса в Московской, Тамбовской области и в Чехии – г. Прага (табл. 1).

Мониторинг за растениями включал сбор и анализ листьев и плодов. Идентификация грибов выполнена стандартными методами в отделе защиты растений ГБС РАН [11–13] и приведена в соответствии с Index Fungorum [14]. Видовой состав членистоногих определен по повреждениям, личинкам и имаго [15–17]. Частота встречаемости вредителей и симптомов болезней оценена в среднем по 5-балльной шкале: 1 – единичная; 2 – редкая; 3 – средняя; 4 – частая; 5 – очень частая.

Результаты и обсуждение

В результате многолетнего мониторинга в коллекции ГБС РАН на 3 видах *Chaenomeles* выявлено 13 видов фитопатогенов, 18 представителей энтомофауны и 1 вид моллюска, причем максимальное разнообразие болезней и вредителей отмечено в дендрарии ГБС РАН на растениях *Ch. japonica* (табл. 2).

Представители патогенной микофлоры повреждают не только листья, цветки и плоды хеномелеса, но вызывают засыхание ветвей и гибель кустов. Они охарактеризованы с унотом частоты встречаемости в ГБС РАН.

Таблица 1. Характеристика материала исследования

Вид	Регион сбора	Местообитание
<i>Ch. japonica</i>	Москва, ГБС РАН	Посадки в дендрарии
	Москва, ГБС РАН	Посадки в отделе флоры
	Московская обл., Орехово-Зуевский р-н, с. Хотееичи	Садовые посадки
<i>Ch. cathayensis</i>	Москва, ГБС РАН	Посадки в дендрарии
	Тамбовская область, г. Мичуринск	Опытные посадки, Мичуринский ГАУ
<i>Ch. ×superba</i>	Москва, ГБС РАН	Посадки в дендрарии
	Чехия, Прага	Городское озеленение

Таблица 2. Наличие фитофагов и представителей патогенной микрофлоры на растениях *Chaenomeles*

Место сбора	Виды энтомофауны и моллюски	Представители патогенной микрофлоры
ГБС РАН, дендрарий	<i>Aphis fabae</i> , <i>A. pomi</i> , <i>Ancylics selenana</i> , <i>Archips rosana</i> , <i>A. variegana</i> , <i>Coenorhynchus pauxillus</i> , <i>Diloba coeruleocephala</i> , <i>Edwardsiana rosae</i> , <i>Hoplocampa testudinea</i> , <i>Laspeyresia pomonella</i> , <i>Nepticula malella</i> , <i>Palomena prasina</i> , <i>Phyllobius urticae</i> , <i>Rhynchites bacchus</i> , <i>Vespa crabro</i>	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Cytospora cydoniae</i> , <i>Diplocarpon mespili</i> , <i>Gloeosporium cydoniae</i> , <i>Monilia fructigena</i> , <i>M. cydoniae</i> , <i>Nectria cinnabarina</i> , <i>Neonectria galligena</i> , <i>Pestalotia breviseta</i> , <i>Phyllosticta velata</i> , <i>Sphaeropsis cydoniae</i>
ГБС РАН, отдел флоры	<i>Agriotes obscurus</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Archips rosana</i> , <i>A. variegana</i> , <i>Cladius pallipes</i> , <i>Exapate congelatella</i> , <i>Helicigona lapicida</i> , <i>Palomena prasina</i> , <i>Phyllobius urticae</i>	<i>Cytospora cydonia</i> , <i>Gloeosporium cydoniae</i> , <i>Monilia fructigena</i>
Московская обл., Орехово-Зуевский р-н	<i>Archips variegana</i> , <i>Hoplocampa testudinea</i> , <i>Nepticula malella</i>	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Diplocarpon mespili</i>
<i>Ch. cathayensis</i>		
ГБС РАН, дендрарий	<i>Archips variegana</i> , <i>Nepticula malella</i> , <i>Palomena prasina</i> , <i>Vespa crabro</i>	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Monilia fructigena</i> , <i>Neonectria galligena</i> , <i>Phyllosticta cydoniae</i> var. <i>cydoniicola</i> , <i>Sphaeropsis cydoniae</i>
Тамбовская область, г. Мичуринск	<i>Acanthosoma haemorrhoidalis</i> , <i>Archips variegana</i> , <i>Otiorrhynchus ligustici</i>	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Phyllosticta cydoniae</i> var. <i>cydoniicola</i> , <i>Septoria cydoniicola</i>
<i>Ch. ×superba</i>		
ГБС РАН, дендрарий	<i>Palomena prasina</i> , <i>Diloba coeruleocephala</i>	<i>Botrytis cinerea</i>
Чехия, Прага	<i>Ancylics selenana</i> , <i>Aphis pomi</i>	<i>Cytospora cydoniae</i>

Антракноз айвы, или антракнозная пятнистость, – возбудитель *Gloeosporium cydoniae* Mont. (Dermateaceae). Темно-коричневые пятна заметны на листьях *Ch. japonica* (рис. 1-1), затем их края засыхают и скручиваются (3–4 балла). **Энтомоспориоз**, или бурая пятнистость, – возбудитель *Diplocarpon mespili* (Sorauer) V. SUTTON (syn. *Entomosporium maculatum* Lev. f. *maculata* (Lev.) Atk.), сем. Dermateaceae. На листьях *Ch. japonica* в начале июня (рис. 1-5) появляются бурые пятна, позже их число возрастает, а листья опадают (3 балла).

Филлостиктоз айвы, или филлостиктозная пятнистость, – возбудитель *Phyllosticta cydoniae* var. *cydoniicola* (Allesch.) Cif. (Phyllostictaceae). В начале лета на листьях заметны коричневые пятна с более светлой серединой (рис. 1-2). При благоприятных условиях болезнь быстро развивается, вызывая усыхание и преждевременное опадение листьев *Ch. cathayensis* (3 балла). Другой возбудитель филлостиктоза – *Phyllosticta velata* Bubák. поражает *Ch. japonica* в меньшей степени (2 балла). **Песталоциевая пятнистость айвы** – возбудитель *Pestalotia breviseta* Sacc. (Pestalotiopsidaceae) приводит к пожелтению и раннему опадению листьев *Ch. japonica* (3 балла).

Монилиоз, или плодовая гниль, – возбудитель *Monilia fructigena* Pers. (Sclerotiniaceae) встречается

в ГБС РАН часто (3–4 баллов) на *Ch. japonica* и *Ch. cathayensis*. В период развития болезни на поверхности плодов появляются бурые подушечки конидиального спороношения, область поражения разрастается (рис. 2-1, 2, 3), плод теряет вкусовые и пищевые качества, мумифицируется [13]. **Монилиальный ожог айвы** – возбудитель *Monilia cydoniae* Schell. (Sclerotiniaceae) проявляется весной, когда листовые пластинки и молодые побеги бурют (рис. 1-4). В дальнейшем наблюдаем опадение листьев, цветков и завязей, чаще у старых кустов *Ch. japonica* (3 балла).

Ботритиоз, или серая гниль, – возбудитель *Botrytis cinerea* Pers. (Sclerotiniaceae) поражает цветки, и плоды трех видов хеномелеса (3 балла). Гриб сохраняется на опавших листьях и в коре побегов, встречается повсеместно. На пораженных участках растения видны бурые пятна с красноватым краем (рис. 1-3). Плоды гниют и преждевременно опадают.

Также в коллекции ГБС РАН на старых кустах хеномелеса отмечены следующие болезни. **Цитоспоровоз айвы** – возбудитель *Cytospora cydoniae* Bubák & Kabát. (Valsaceae) приводит к усыханию веток *Ch. japonica* (2 балла), реже *Ch. ×superba* (1 балла). На отмершей коре развиваются черные пикниды, поверхность побега становится шероховатой [13]. **Некроз коры**, или туберкуляриевый некроз – возбудитель *Nectria cinnabarina* Fr.



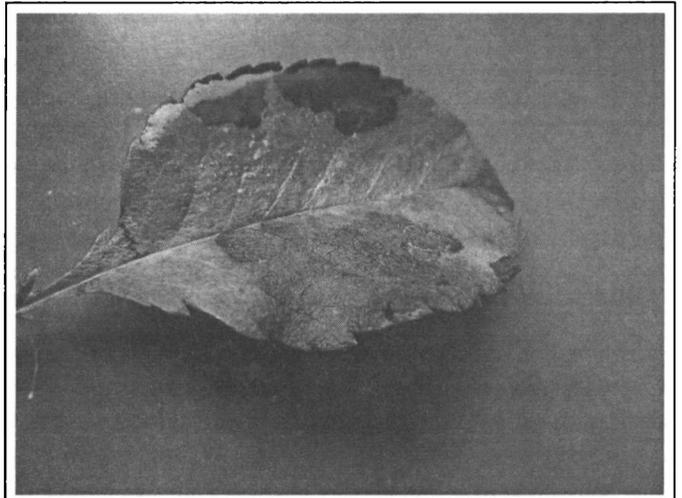
1



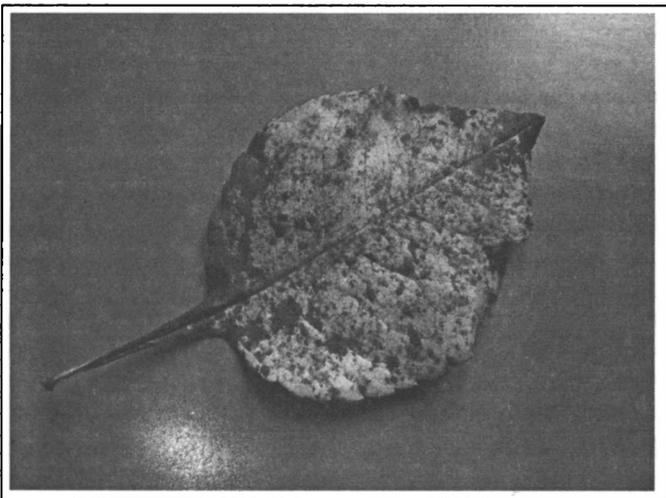
2



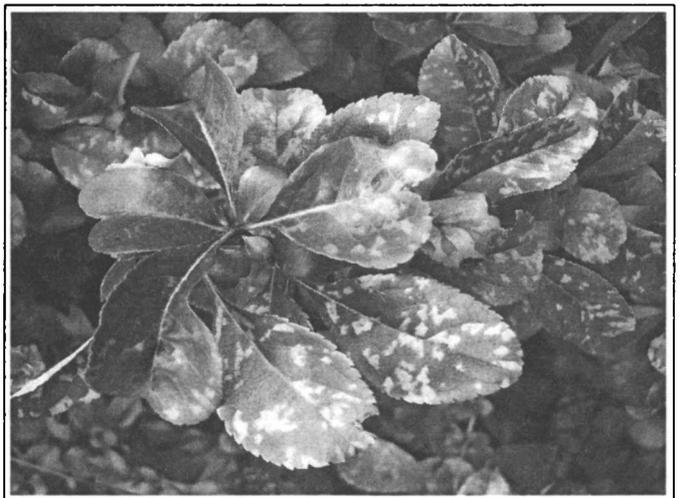
3



4



5



6

Рис. 1. Повреждения листьев *Chaenomeles japonica* грибными и вирусными болезнями в ГБС РАН
 1 – антракноз айвы – *Gloeosporium cydoniae*; 2 – филлостиктоз айвы – *Phyllosticta cydoniae* var. *cydoniicola*; 3 – серая гниль – *Botrytis cinerea*; 4 – монилиальный ожог листа – *Monilia cydoniae*; 5 – бурая пятнистость, энтоспориоз – *Diplocarpon mespili*; 6 – вирус ToRSV

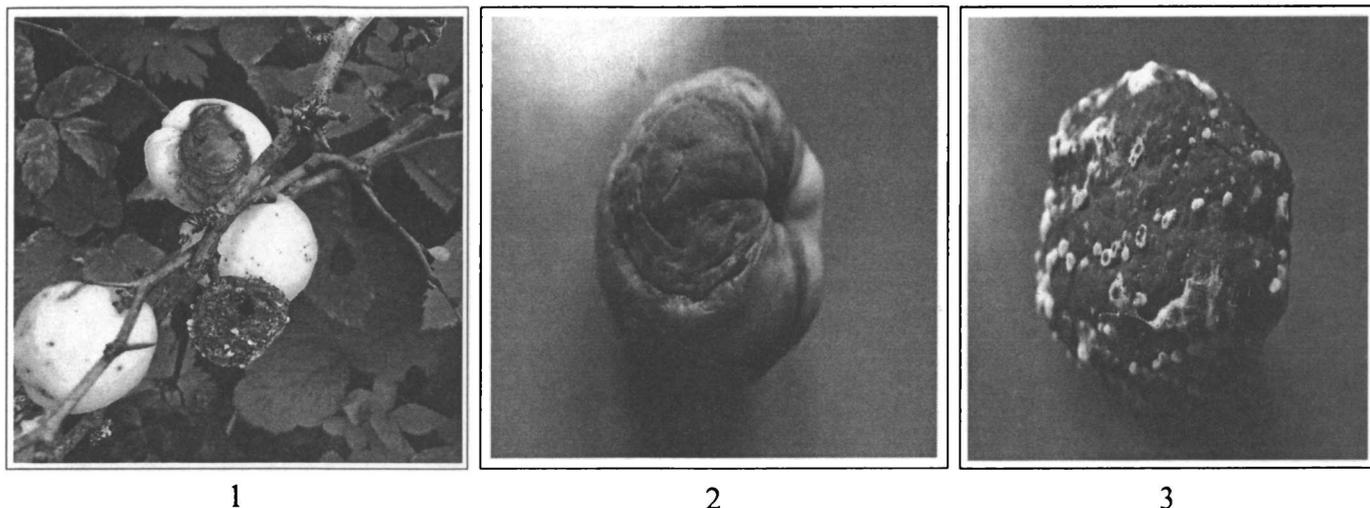


Рис. 2. Повреждения плодов *Chaenomeles japonica* плодовой гнилью и фитофагом энтомофауны в ГБС РАН
 1 – плодовая гниль и повреждение мякоти плода шершнем – *Vespa crabro*; 2 – плодовая гниль – *Monilia fructigena*; 3 – подушечки спороношения плодовой гнили – *Monilia fructigena*

(Nectriaceae) проявляется в усыхании побегов и ветвей *Ch. japonica* (2 балла), в результате чего растение целиком отмирает [13]. **Обыкновенный, или европейский рак** – возбудитель *Neonectria galligena* (Bres.) Rossman & Samuels (syn. *Nectria galligena* Bres.), из сем Nectriaceae, изредка (2 балл) повреждает ветки, листья и плоды *Ch. japonica* и *Ch. cathayensis*. **Черный рак айвы, или черноракковая пятнистость листьев**, – возбудитель *Sphaeropsis cydoniae* Cooke & Ellis (Aplosporellaceae) вызывает у *Ch. japonica* и *Ch. cathayensis* (2 балла) на плодах и листьях образование мелких черных пятен, на ветках растрескивание и усыхание коры.

На листьях *Ch. cathayensis* в Тамбовской области отмечены пятна (1 балл) септориоза айвы – возбудитель *Septoria cydoniicola* Thüm. (Mycosphaerellaceae) и альтернариоза – возбудитель *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. (Pleosporaceae), которые не встречались на хеномеле в Москве.

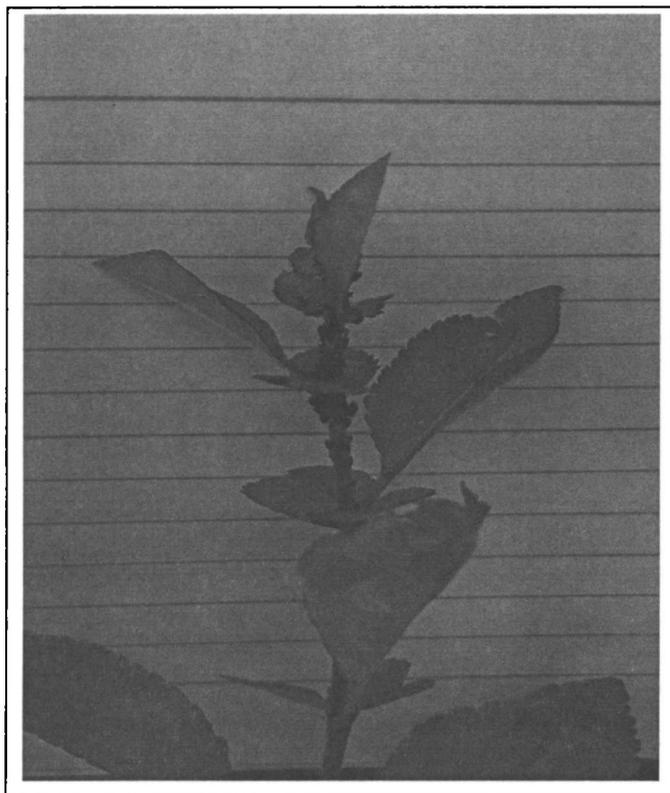
Очень опасен вирус кольцевой пятнистости томата (ToRSV), в ГБС РАН *Ch. japonica* им поражается крайне редко (1 балл) [17]. Симптомы заболевания проявляются в виде хлороза, морщинистости и некрозной пятнистости листьев с характерным чередованием темных и светлых участков (рис. 1-б).

В ГБС РАН на растениях *Chaenomeles* выявлен комплекс представителей энтомофауны, включающий 16 видов филофагов. **Тля бобовая, или свекловичная** – *Aphis fabae* Scop. (Homoptera: Aphididae) питается на растениях сем. Fabaceae и Chenopodiaceae. Сосущие насекомые черного цвета (рис. 3-1) длиной 1,7–2,7 мм являются переносчиком вирусных болезней. Мигрирующий вид может повреждать листья и молодые побеги *Ch. japonica* (2–3 балла). **Тля яблоневая зеленая** – *Aphis pomi* Deg. (Homoptera: Aphididae) обычно распространена на плодовых культурах семейства Rosaceae [9]. Немигрирующий вид, особи зеленого или желто-зеленого цвета в ГБС РАН поражают молодые побеги

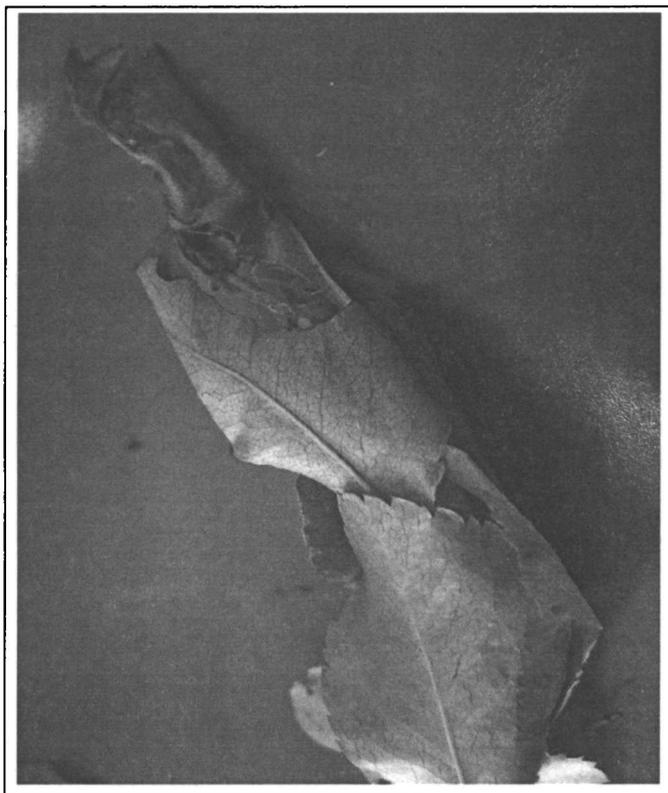
Ch. japonica (1 балл) и *Ch. ×superba* (2 балла). **Щитник зеленый древесный** – *Palomena prasina* L. (Homoptera: Pentatomidae) часто отмечался на 3 видах *Chaenomeles* (2–3 балла). Ярко-зеленый клоп длиной 1–1,5 см, питается соком со всех частей растений, полифаг. **Цикадка розанная** – *Edwardsiana rosae* L. (Homoptera: Cicadellidae) повсеместно распространена на видах *Rosa*. Взрослые особи и личинки питаются соком растения, в дендрарии ГБС РАН на *Ch. japonica* единичны (1 балл).

Яблонная моль-малютка – *Nepticula malella* Stainton, syn. *Stigmella malella* Stt. (Lepidoptera: Nepticulidae) предпочитает в качестве кормового растения яблоню. Гусеница в первом возрасте (длиной 0,5–0,6 мм) прозрачная, бледно-зеленая, с более темной головой. Взрослая гусеница крупнее (4–5 мм), интенсивно-желтая, блестящая, голова коричневая. В ГБС РАН на листовых пластинках *Ch. japonica* и *Ch. cathayensis* (1 балл) отмечены единичные змеевидные мины длиной 2–5 см с резким расширением посередине.

К филофагам хеномелеса также относятся 10 представителей энтомофауны и 1 вид моллюсков, оказывающих грызущий тип повреждений. **Листовертка плодовая разноцветная** – *Archips variegana* Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) предпочитает виды сем. Rosaceae, реже Fagaceae и Betulaceae [16]. В ГБС РАН единично встречается на *Ch. japonica* (рис. 3-2) и *Ch. cathayensis* (1 балл). Гусеница серо-зеленая, длиной 2 см, повреждает листья, собирает их паутиной в комок. **Листовертка розанная** – *Archips rosana* L., syn. *Sacoecia rosana* L. (Lepidoptera: Tortricidae), полифаг, питается на многих листовых растениях, предпочитая сем. Rosaceae, на японской айве зафиксирована единично (1 балл). Гусеница длиной 17–20 мм, от зеленого до серо-зеленого цвета, голова бурая, блестящая, покрытая редкими светлыми волосами. Сворачивают листья в трубочку, сигарообразно (рис. 3-3) или в комок,



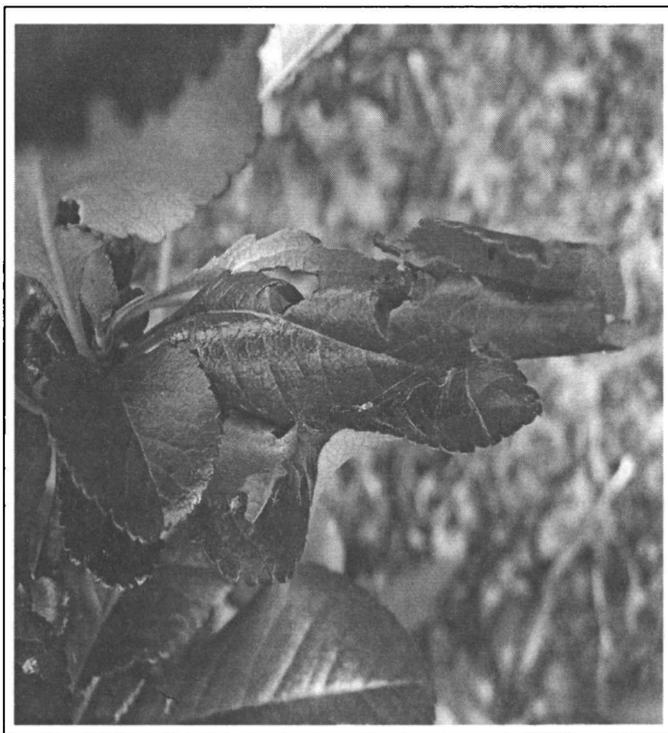
1



2



3



4

Рис. 3. Филлофаги на растениях *Chaenomeles japonica* в ГБС РАН

1 – тля бобовая – *Aphis fabae* на молодом побеге; 2 – листовёртка плодовая разноцветная – *Archips variegana*; 3 – сигарообразно закрученные листья листовёрткой розанной – *Archips rosana*; 4 – листовёртка заморозковая стягивает лист в комок – *Exapate congelatella*

захватывая также завязи, выгрызает в плодах ямки неправильной формы, иногда достигает семенной камеры. **Листовертка заморозковая** – *Exapate congelatella* Cl. (Lepidoptera: Tortricidae), полифаг, встречается на растениях 20 семейств, часто на плодово-ягодных культурах [16], на хеномелесе питается редко (1 балл). Гусеница (длиной 1,5 мм) зеленая, на спине 2 светло-зеленые полоски и крапинки, голова бурая. Повреждает почки, листья стягивает в комок (рис. 3-4). **Листовертка серпокрыльница лунчатая** – *Ancylys selenana* Gn. (Lepidoptera: Tortricidae), одна из самых мелких листоверток, обычна на плодовых культурах сем. Rosaceae. В ходе мониторинга зафиксирована на *Ch. japonica* в дендрарии ГБС РАН и в 2016 г. в г. Прага на *Ch. ×superba* (1 балл). Гусеница (длиной до 1 см) зеленовато-желтая, сначала скелетирует листья, складывая их пополам, по центральной жилке, а позже выгрызает плоды.

Совка-синеголовка – *Diloba coeruleocephala* L., syn. *Episema coeruleocephala* L. (Lepidoptera: Noctuidae) встречается повсеместно на плодовых Rosaceae, реже на породах сем. Fagaceae, Betulaceae и Salicaceae [16]. Гусеница длиной около 3 см питается почками, листьями и плодами. Единично отмечена в ГБС РАН на *Ch. japonica* (1 балл).

Пилильщик вишневый бледноногий – *Cladius pallipes* Lep., syn. *Priophorus padi* L., (Hymenoptera: Tenthredinidae) предпочитает растения сем. Rosaceae. Серо-зеленая ложногусеница скелетирует листья *Ch. japonica* (1 балл). Имаго длиной до 1 см, черного цвета, с бледно-желтыми ногами. **Щелкун посевной темный** – *Agriotes obscurus* L. (Coleoptera: Elateridae) питается паренхимой листьев, чаще всего злаков. Жук (длиной 0,7–1 см) с темными надкрыльями изредка встречался на листьях *Ch. japonica* (1 балл).

Казарка плодовая – *Rhynchites bacchus* L. (Coleoptera: Rhynchitidae) повсеместно встречается на плодовых культурах сем. Rosaceae. Жук-долгоносик, длиной до 1 см, в завязи цветка откладывает яйца; личинка питается почками и молодыми побегами *Ch. japonica* (1 балл). **Букарка** – *Coenorhinus pauxillus* Germ. (Coleoptera: Rhynchitidae) повреждает молодые листья и цветки плодовых культур сем. Rosaceae [17]. При появлении имаго долгоносика (длина тела 2,5–3 мм) на *Ch. japonica* листья и бутоны буреют, позже опадают (1 балл).

Долгоносик крапивный – *Phyllobius urticae* Deg., syn. *Ph. pomaceus* Gyllenhal, (Coleoptera: Curculionidae), полифаг, предпочитающий виды сем. Urticaceae и Rosaceae. Мелкий жук длиной 0,9 см появляется в период бутонизации, грызет листья и молодые побеги *Ch. japonica* (2 балла). **Гелицигона каменная, или улитка-камнетес** – *Helicigona lapicida* L. (Gastropoda: Helicidae) длиной в 17 мм отмечена на *Ch. japonica* единично (1 балл). В загущенных посадках она повреждает листья, совсем редко плоды.

Плоды хеномелеса могут повреждать 3 вида карпофагов. **Яблоневая плодоярка** – *Laspeyresia pomonella*

L., syn. *Carpocapsa pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) широко распространена на плодовых деревьях сем. Rosaceae [17]. Светлая кремово-розовая гусеница длиной до 2 см способна выгрызать плоды *Ch. japonica* (1 балл). **Яблонный пилильщик** – *Hoplocampa testudinea* Clug. (Hymenoptera: Tenthredinidae) обычен на яблоне. Ложногусеница (длиной 1,2 см) бледно-желтая с темно-коричневой головой разрушает семенную камеру и поедает семена *Ch. japonica* (1 балл). **Шершень обыкновенный** – *Vespa crabro* L. (Hymenoptera: Vespidae) питается нектаром цветков, соком ягод и илодов. Взрослые особи выедают мякоть зрелых плодов *Ch. japonica* (3 балла), что ускоряет их загнивание (рис. 2-1).

Выводы

Впервые осуществлен системный мониторинг комплекса фитофагов и патогенных микроорганизмов в ГБС РАН на растениях *Ch. japonica*, *Ch. cathayensis*, *Ch. ×superba*. По результатам идентификации выявлено 13 видов фитопатогенов, включая вирусное заболевание (ToRSV). Наибольшую вредоносность и потенциальную опасность для коллекционных растений представляют обнаруженные возбудители болезней: *Gloeosporium cydoniae*, *Diplocarpon mespili*, *Monilia cydoniae*, *M. fructigena*, *Pestalotia breviseta*, *Phyllosticta cydoniae* var. *cydonicola*; меньшую: *Botrytis cinerea* и *Phyllosticta velata*. На старовозрастных насаждениях отмечены *Cytospora cydoniae*, *Sphaeropsis cydoniae*, *Nectria cinnabarina* и *Neonectria galligena*, вызывающие засыхание ветвей и гибель целых кустов.

В ходе многолетнего мониторинга патогенной микрофлоры и повреждающей энтомофауны в коллекции видов рода *Chaenomeles*, вспышек их развития отмечено не было, и в целом, все растения находятся в удовлетворительном состоянии. С возрастом коллекции в ГБС РАН связано усиление инфекционного фона и накопление повреждающих фитофагов – 19 видов, число которых на растениях хеномелеса значительно меньше (3–4 вида) вне территории Сада. Превалирует (13 видов) группа грызущих насекомых: филлофаги – *Agriotes obscurus*, *Ancylys selenana*, *Archips rosana*, *A. variegana*, *Cladius pallipes*, *Coenorhinus pauxillus*, *Diloba coeruleocephala*, *Exapate congelatella*, *Phyllobius urticae*, *Rhynchites bacchus*; карпофаги – *Hoplocampa testudinea*, *Laspeyresia pomonella*, *Vespa crabro*. Изредка среди филлофагов на *Ch. japonica* встречается моллюск – *Helicigona lapicida*. Видовой состав сосущих (*Aphis fabae*, *A. pomi*, *Palomena prasina*, *Edwardsiana rosae*) и минирующих насекомых (*Nepticula malella*) малочислен (5 видов).

Анализ вредоносного комплекса энтомофауны в ГБС РАН на хеномелесе показывает, что в основном он представлен полифагами (14 видов), специализирующимися на видах сем. Rosaceae. Вероятно, такой набор фитофагов обусловлен непосредственной близостью, высаженных рядом розоцветных растений, что облегчает

расширение пищевых связей и способствует созданию новых потенциально опасных комплексов «интродуцированный вид-патоген».

Благодарности

*Авторы благодарны зав. отделом дендрологии ГБС РАН С.Л. Рысину, сотруднику дендрария, к.б.н. Н.А. Трусову, а также доценту Мичуринского ГАУ (Тамбовская область) Ю.А. Федуловой за предоставленную возможность обследования коллекций *Chaenomeles*. Выражаем признательность зав. библиотекой к.б.н. Е.В. Ткачевой, за информационную помощь в процессе поиска литературных источников.*

Список литературы

1. Куклина А.Г., Сорокопудов В.Н., Навальнева И.А. Интегральная оценка плодоношения отборных форм хеномелеса (*Chaenomeles* Lindl.) в Средней России // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2016. № 2 (14). С. 3–10.
2. Kuklina A., Fedulova Yu., Sorokopudov V., Navalneva I. Productivity and quality of *Chaenomeles* (*Chaenomeles* Lindl.) in Middle Russia // Agrobiodiversity for Improving Nutrition. – Nitra, 2016. Pp. 214–217. (Internet-resource) <http://ves.uniag.sk/files/pdf/8pnibsjxdhls8mg69m8x8w3d7vd2ed.pdf>. Дата обращения 30.11.2016.
3. Федулова Ю.А. Хозяйственно-биологическая оценка сортов и форм хеномелеса в условиях Центрально-Черноземного региона России. Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Мичуринск, 2009. 22 с.
4. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук. М.: Наука, 2005. 586 с.
5. Куклина А.Г., Федулова Ю.А. Селекция новых сортов хеномелеса // Плодоводство и ягодоводство России. М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2015. Т. 41. С. 200–202.
6. Меженский В.Н. Хеномелес. М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2004. 62 с.
7. Rumpunen K. *Chaenomeles*: Potential New Fruit Grop for Northern Europe // Reprinted from: Trends in new crops and new uses. / I. Janic, A. Whipkey (eds.). Alexandria: ASHS Press, 2002. Pp. 385–392.
8. Norin I., Rumpunen K. Pathogens on Japanese Quince (*Chaenomeles japonica*) Plants // Japanese Quince

– Potential Fruit Grop for Northern Europe / Rumpunen K. (ed.). Alexandria: ASHS Press, 2002. Pp. 37–54.

9. Madachi K., Sahragard A. Comparative life table of *Aphis pomi* (Hemiptera: Aphididae) on two host plants *Malus pumila* L. and *Chaenomeles japonica* under laboratory conditions // J. Crop Prot. 2012. Vol. 1. № 4. Pp. 321–330.

10. Yu L., Bai J.K. New species and new records of *Phoma* and *Phyllosticta* from China // Acta Myc. Sin. 1995. Vol. 14. P. 192–195.

11. Определитель болезней растений. Под общей ред. М.К. Хохрякова. Л.: Колос. 1966. 592 с.

12. Исаева Е.В., Шестопал З.А. Атлас болезней плодовых и ягодных культур. К.: Урожай. 1991. 144 с.

13. Трейвас Л.Ю. Болезни и вредители декоративных садовых растений. М.: Фитон+, 2007. 192 с.

14. Index Fungorum [Internet-resource]. <http://www.indexfungorum.org>. Дата обращения 22.12.2016.

15. Гусев В.И., Римский-Корсаков М.Н. Определитель повреждений деревьев и кустарников. М.-Л.: Гослесбуиздат, 1951. 580 с.

16. Савковский П.П. Атлас вредителей плодовых и ягодных культур. Киев: Урожай, 1990. 103 с.

17. Трейвас Л.Ю., Каштанова О.А. Болезни и вредители плодовых растений М.: Фитон XXI, 2014. 352 с.

References

1. Kuklina A.G., Sorokopudov V.N., Navalneva I.A. Integralnaya otsenka plodonosheniya otbornykh form khenamelesa (*Chaenomeles* Lindl.) v Sredney Rossii [Integral assessment of selected forms fruiting *Chaenomeles* Lindl. in Middle Russia] // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Yestestvennyye nauki [Proceedings of the higher educational institutions. Volga region. Natural Sciences]. 2016. № 2 (14). Pp. 3–10.

2. Kuklina A., Fedulova Yu., Sorokopudov V., Navalneva I. Productivity and quality of *Chaenomeles* (*Chaenomeles* Lindl.) in Middle Russia // Agrobiodiversity for Improving Nutrition. – Nitra, 2016. Pp. 214–217. (Internet-resource) <http://ves.uniag.sk/files/pdf/8pnibsjxdhls8mg69m8x8w3d7vd2ed.pdf>. For 30.11.2016.

3. Fedulova Yu.A. Khozyaystvenno-biologicheskaya otsenka sortov i form khenamelesa v usloviyakh Tsentralno-Chernozemnogo regiona Rossii [Economic-biological estimation of breeds and forms of *Chaenomeles* in the conditions of Central Black Earth region of Russia]. Avtoreferat dissertazii. kandidat selsko-khozinstbennich nauk [Abstract of the thesis PhD agricultural Sciences]. Michurinsk. 2009. 22 p.

4. Drevesnye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada imeni N.V. Tsitsina Rossiyskoy akademii nauk [Woody plants of Main Botanical Gardens of named after N.V. Tsitsin the Russian Academy of Sciences]. Moskva: Nauka [Moscow. Publishing house «Science»]. 2005. 586 p.

5. Kuklina A.G., Fedulova Yu.A. Seleksiya novykh sortov khenomelesa [Breeding new varieties Chaenomeles] // Plodovodstvo i yagodovodstvo Ros-sii [Fruit and berry-culture Russian]. 2015. Vol. 41. Pp. 200–202.

6. Mezhenkiy V. N. Khenomeles [Chaenomeles]. Moskva: AST; Donetsk: Stalker [Moscow: Publishing house «AST; Donetsk»: Publishing house «Stalker»]. 2004. 62 p.

7. Rumpunen K. *Chaenomeles*: Potential New Fruit Grop for Northern Europe // Reprinted from: Trends in new crops and new uses. / I. Janic, A. Whipkey (eds.). Alexandria: ASHS Press, 2002. Pp. 385–392.

8. Norin I., Rumpunen K. Pathogens on Japanese Quince (*Chaenomeles japonica*) Plants // Japanese Quince – Potential Fruit Grop for Northern Europe / Rumpunen K. (ed.). Alexandria: ASHS Press, 2002. Pp. 37–54.

9. Madachi K., Sahragard A. Comparative life table of *Aphis pomi* (Hemiptera: Aphididae) on two host plants *Malus pumila* L. and *Chaenomeles japonica* under laboratory conditions // J. Crop Prot. 2012. Vol. 1. № 4. Pp. 321–330.

10. Yu L., Bai J.K. New species and new records of *Phoma* and *Phyllosticta* from China // Acta Myc. Sin. 1995. Vol. 14. Pp. 192–195.

11. Opredelitel' bolezney rasteniy [The determinant of plant diseases]. M. Khokhryakov (eds.). Leningrad: Kolos [Leningrad. Publishing house «Kolos»]. 1966. 592 p.

12. Isaeva Ye.V., Shestopal Z.A. Atlas bolezney plodovykh i yagodnykh kultur [Atlas of diseases of fruit and berry crops]. Kiev: Urozhay [Kiev. Publishing house «Harvest»]. 1991. 144 p.

13. Treivas L.Yu. Bolezni i vrediteli dekorativnykh sadovykh rasteniy [Diseases and pests of ornamental garden plants]. Moskva: Fiton+. [Moscow. Publishing house «Fiton+»]. 2007. 192 p.

14. Index Fungorum [Internet-Resource]. <http://www.indexfungorum.org>. (For 09.12.2016).

15. Gusev V.I., Rimskij-Korsakov M.N. Opredelitel' povrezhdenij derev'ev i kustarnikov [The determinant of damage of trees and shrubs]. Moskva-Leningrad [Moscow-Leningrad]. 1951. 580 p.

16. Savkovskij P.P. Atlas vreditel' plodovykh i yagodnykh kul'tur [Atlas of the pests of fruit and berry crops]. Kiev: Urozhaj [Kiev. Publishing house «Harvest»]. 1990. 103 p.

17. Treivas L.Yu., Kashtanova O.A. Bolezni i vrediteli plodovykh rasteniy [Diseases and pests of fruit plants]. Moskva: Fiton XXI. [Moscow. Publishing house «Fiton XXI»]. 2014. 352 p.

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

Трейвас Любовь Юрьевна, н.с.

E-mail: 89032455582@yandex.ru

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

Treivas Lubov' Yur'yevna, Researcher

E-mail: 89032455582@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution of Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences.
127276, Russian Federation, Moscow, st. Botanicheskaya, 4

В.В. Кондратьева

канд. биол. наук, старший научный сотрудник

М.В. Семенова

канд. биол. наук, научный сотрудник

Л.С. Олехнович

младший научный сотрудник

Н.Н. Данилина

научный сотрудник

Т.В. Воронкова

канд. биол. наук, старший научный сотрудник

E-mail: lab-physiol@mail.ru

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

Гормональные аспекты устойчивости тюльпанов к грибным болезням при выращивании растений без ежегодной выкопки

Изучали динамику салициловой и абсцизовой кислот и углеводов в тканях листьев двух сортов тюльпанов, различных по устойчивости к грибным болезням на третий год вегетации без ежегодной выкопки. Выявлено, что у устойчивого сорта Showwinner уровень салициловой кислоты (СК) как индуктора каскада протекторных реакций к концу вегетации вырос в 4 раза, а ее антагониста абсцизовой кислоты (АБК) только в 1,6 раза. У менее устойчивого сорта Scarlet Baby содержание СК снижалось а уровень АБК возрастал по мере развития грибной инфекции. Обсуждается роль СК и АБК в системе растение-патоген.

Ключевые слова: Tulipa, салициловая кислота, абсцизовая кислота, грибная инфекция, многолетние цветники

V.V. Kondrat'eva

Ph.D. Biologists, Senior research

M.V. Semenova

Ph.D. Biologists, Research

L.S. Olecknovich

Junior research

T.V. Voronkova

Ph.D. Biologists, Senior research

N.N. Danilina

Research

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Federal State Budgetary Institution of Science Main
Botanical Garden named after N.V. Tsitsina RAS,
Moscow

Hormonal aspects of tulip resistance to fungal diseases under long-term cultivation

The dynamics of salicylic and abscisic acids and carbohydrates in leaf tissues have been studied in two tulip varieties with different resistance to fungal diseases in the third year of cultivation without annual digging. Concentration of salicylic acid (SA) as an inducer of a cascade of protective reactions increased four times by the end of growing season in resistant variety Show Winner, but concentration of abscisic acid (ABA), an antagonist of SA, increased only 1,6 times. Concentration of SA decreased and concentration of ABA increased in the process of fungal infection development in less resistant variety Scarlet Baby. The role of SA and ABA in the system plant – pathogen has been discussed.

Keywords: Tulip, abscisic acid, salicylic acid, fungal infection, perennial long-term flowerbeds.

В городском озеленении наметилась тенденция по сокращению трудозатратных цветников из одних летников на миксбордеры из многолетних растений, цветущих с весны до поздней осени. При создании многолетних цветников важен не только тщательный подбор видового и сортового ассортимента растений, но и внедрение новых

технологий их выращивания. Агротехнические приемы должны быть направлены на поддержание декоративности миксбордера в течение трех-пяти лет при минимальном уходе. Для включения тюльпанов в многолетние цветники необходимо переходить на технологию многолетней культуры без ежегодной выкопки. Луковицы остаются в

земле в течение трех-пяти лет без сухого покоя в условиях неблагоприятного погодного фактора, но должны ежегодно цвести и иметь здоровый вид. В то же время, возникает и ряд новых проблем, влияющих на декоративное состояние растений, которые необходимо учитывать при подборе сортов для успешного культивирования тюльпанов без ежегодной выкопки. Особое внимание нужно обратить на устойчивость сорта к биогенным стрессам, в первую очередь к грибной инфекции. Одно из самых распространенных грибных заболеваний тюльпанов – серая гниль (возбудитель которой *Botrytis tulipae* (Lib.) Lind). Она поражает все части растения, обычно распространяется воздушным путем во влажную прохладную погоду, особенно при загущенности посадок, которая часто характерна для многолетних клумб. Источниками похоронения и передачи спор *Botrytis tulipae* являются почва и зараженные луковицы. На листьях растений заболевание проявляется в виде округлых окаймленных серовато-бурых пятен со светлой серединой или пятен с обильным серым налетом миделии и спор гриба [1].

Кроме того, тюльпаны подвержены ряду других грибных болезней, в частности, фузариозу, тифулезу и склероциальной гнили. Фузариоз проявляется в конце вегетационного периода и вызывает значительный отпад луковиц при выкопке и хранении. Для тифулеза характерно отмирание корней и загнивание донца. Склероциальная гниль развивается у растения рано весной, поражая точки роста и шейки луковицы [1].

Ответная реакция растений на биогенный стресс – сложный каскадный процесс. Ключевым эндогенным сигналом, работающим в этой системе как медиатор экспрессии генов, является салициловая кислота (СК) [2]. СК участвует в механизме индукции и регуляции синтеза белков антиоксидантной защиты, сохраняя избирательную проницаемость мембран клеток и их гомеостаз [3]. Кроме того, СК способствует формированию неспецифической устойчивости к грибным патогенам. Сигнал передается через производные салициловой кислоты, при этом происходит взаимодействие с эндогенными гормонами, которые могут быть синергистами или антагонистами СК. Так, абсцизовая кислота (АБК) негативно влияет на СК-зависимый сигнальный путь, связанный с формированием защиты от *Botrytis cinerea* [4,5]. Однако, наряду с этим АБК связана с механизмом, который оптимизирует окислительно-восстановительный гомеостаз клеток. На стабилизацию целостности и функций клеточных мембран влияет также уровень основных энергетических субстратов – моносахаров.

Целью нашей работы было изучение динамики фитогормонов (СК и АБК) и углеводов в тканях листьев двух сортов тюльпанов, различных по восприимчивости к грибным болезням в третий год вегетации без ежегодной выкопки луковиц.

Материалы и методы

Объектами исследования служили два сорта тюльпанов из группы тюльпаны Кауфмана: Showwinner и Scarlet

Baby. Оба сорта близки по габитусу растений, размерам и окраске цветка, продолжительности и срокам цветения, но, согласно нашим наблюдениям, сорт Showwinner, относительно устойчив к воздействию патогенов рода *Botrytis*, а сорт Scarlet Baby, существенно поражается этой грибной инфекцией.

Опыт проводился на экспериментальном участке отдела декоративных растений ГБС им. Н.В. Цицина РАН с 2013 по 2016 г.

Определяли содержание салициловой (СК) и абсцизовой (АБК) кислот, а также моносахаров и неструктурных полисахаридов в тканях листьев. Для анализа брали здоровые листья обоих сортов тюльпанов в начале цветения растений (24.04.2016), в конце цветения (05.05.2016) и в конце вегетации (01.06.2016).

Растительный материал фиксировали при -40°C и лиофилизировали. Экстракцию СК и АБК проводили из одной навески (1 г) 80 %-ным этанолом по модифицированной в лаборатории экологической физиологии и иммунитета растений методике. Экстракт упаривали до водной фазы, которую делили на две равные части по объему. Очистку проводили методом тонкослойной хроматографии на силиколовых пластинках. На заключительном этапе для качественного и количественного определения СК и АБК использовали метод ВЭЖХ на изократической системе «Стайер» (Аквилон, Россия), по внешнему стандарту [6, 7].

Содержание углеводов определяли фотоколориметрическим методом по пикриновой кислоте [6].

Результаты и обсуждение

В стадии бутонизации и в начале цветения у обоих сортов не отмечено повреждения грибной инфекцией. Первые признаки поражения *Botrytis tulipae* появились в конце цветения, их интенсивность возросла к концу вегетации тюльпанов (01.06). Этому способствовала сырая прохладная погода конца мая – начала июня (рис. 1).

В процессе вегетации тюльпанов и сопряженного с ней развития грибной инфекции меняется общий метаболизм растения под действием протекторных механизмов, иницируемых СК и/или АБК. Установлено, что уровень салициловой кислоты (индуктора пускового механизма каскада протекторных реакций) в тканях листьев относительно устойчивого сорта Showwinner постепенно повышался, достигнув более чем четырехкратного увеличения к концу вегетации (табл. 1).

Содержание антагониста СК, абсцизовой кислоты, также увеличивалось по мере старения листьев, но всего в 1,6 раза. У сильно пораженного сорта Scarlet Baby динамика СК в тканях листьев существенно отличалась от таковой у сорта Showwinner. В начале цветения содержание этой кислоты было одинаковым у обоих сортов, но по мере старения листьев и усиления развития грибной инфекции уровень СК у более поражаемого сорта стал снижаться и в конце вегетации был более, чем в два раза ниже исходного. Исходный уровень

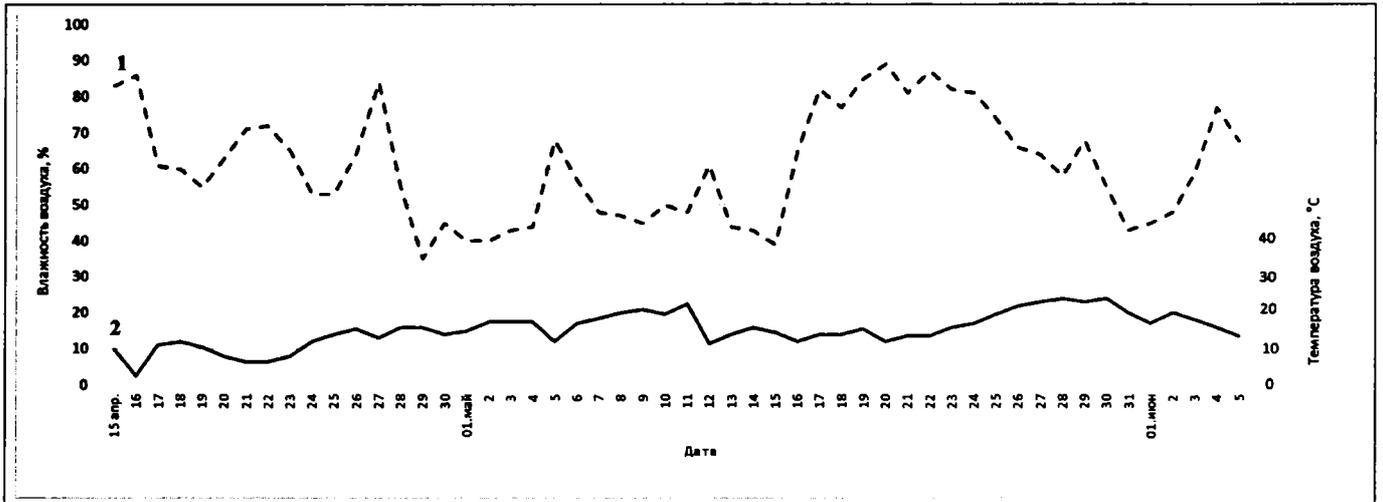


Рис. 1. Среднесуточная температура и влажность воздуха в период отбора проб. 1 – среднесуточная влажность воздуха, 2 – среднесуточная температура воздуха

АБК в тканях листьев сорта Scarlet Baby был в два раза ниже, чем у относительно устойчивого к грибной инфекции сорта, а в конце вегетации возрос в два раза по сравнению с исходным. В целом сорт Showwinner характеризовался более высоким уровнем АБК, но динамика отличалась от таковой в тканях листьев сорта Scarlet Baby. Роль АБК в системе растение – патоген весьма неоднозначна [8]. С одной стороны АБК блокирует сигнальный путь к протекторным преобразованиям в клетке, инициируемый СК. Однако, наряду с этим АБК блокирует синтез фермента, разрушающего полисахарид каллозу, который создает физиологический барьер для грибной инфекции, препятствуя ее распространению через плазмодесмы. Синтез каллозы может быть связан как с абиогенным стрессом, так и реакцией растения на выделения патогенных грибов и положительно коррелирует с увеличением свободных форм кислорода. В регуляции этих процессов важную роль играет изменение содержания АБК в тканях растения. В формировании устойчивости растений к патогенам, важно не только быстрое накопление АБК в ответ на инфицирование, но и ее изначальный эндогенный высокий уровень [9].

Таким образом, АБК может положительно влиять на предотвращение развития грибной инфекции. Оптимальный путь блокировки определяется в растении с учетом факторов внешней среды и особенностями его генотипа. Возможно, у сорта Showwinner повышение уровня АБК связано с возрастными изменениями в тканях листьев и/или оптимизацией окислительно-восстановительного гомеостаза клеток, но не препятствует сигнальному пути протекторных реакций, инициируемому СК, уровень которой в конце вегетации был существенно выше исходного. У менее устойчивого сорта активация протекторных реакций, возможно, осуществляется через АБК-зависимый путь, т.к. ее уровень возрастает, и СК снижается. Содержание основных энергосубстратов – моносахаров возрастает в процессе вегетационного периода в тканях листьев обоих сортов. Существенных различий между сортами в динамике моносахаров не отмечено. Это утверждение справедливо и для динамики неструктурных полисахаридов, к которым относится каллоза, препятствующая распространению грибной инфекции.

Итак, можно предположить, что у более устойчивого к грибной инфекции сорта Showwinner каскад протекторных реакций инициируется салициловой кислотой, и антагонистическая роль АБК сведена к минимуму, а ее увеличение в конце вегетации связано с возрастными изменениями тканей. У относительно поражаемого сорта Scarlet Baby уровень СК существенно снижается на фоне возрастания уровня АБК. В связи с этим можно предположить, что СК-инициируемые протекторные реакции блокируются, а АБК-зависимый путь блокирования инфекции, связанный с увеличением полисахарида каллозы, не достаточно эффективен. Соотношение СК и АБК в тканях листьев тюльпанов

Таблица 1. Динамика содержания АБК, СК и углеводов в тканях листьев тюльпанов в период вегетации

Сорт	Фаза развития растений	АБК, мкг/1г 1 растения	СК, мкг/1г 1 растения	Неструктурные полисахариды, мг/г
Showwinner	Начало цветения	0,012	0,13	2,4
	Конец цветения	0,030	0,2	2,4
	Конец вегетации	0,020	0,6	2,4
Scarlet Baby	Начало цветения	0,006	0,13	1,6
	Конец цветения	0,011	0,12	2,1
	Конец вегетации	0,012	0,05	2,5

P ≤ 5 %

может указывать на предрасположенность сорта к поражению грибной инфекцией и использоваться в качестве косвенного критерия при подборе наиболее устойчивых к грибным болезням сортов для создания многолетних цветников.

Список литературы

1. Былов В.Н., Зайцева Е.Н. Выгонка цветочных луковичных растений: биологические основы. М.: Наука, 1990. 240 с.
2. Yang Y., Qi M., Mei C. Endogenous salicylic acid protects rice plants from oxidative damage caused by aging as well as biotic and abiotic stress. // *Plant J.* 2004; Vol. 40, № 6. Pp. 909–919.
3. Campos L., Grannel P., Tarraga S. et al. Salicylic acid and gentisic acid induce RNA silencing-related genes and plant resistance to RNA pathogens. // *Plant Physiol Biochem.* 2014. Vol. 77. Pp. 35–73.
4. Vlot A.C., Dempsey D.A., Klessig D.F. Salicylic Acid, a multifaceted hormone to combat disease. // *Annu Rev Phytopathol.* 2009; Vol. 47. Pp.177–206.
5. Audenaert K1, De Meyer GB, Höfte MM. Abscisic acid determines basal susceptibility of tomato to *Botrytis cinerea* and suppresses salicylic acid-dependent signaling mechanisms. // *Plant Physiol.* 2002. Vol. 128, № 2. Pp. 491–501.
6. Кондратьева В.В., Семенова М.В., Воронкова Т.В., Шелепова О.В. Изменение некоторых физиолого-биохимических характеристик тканей почки возобновления тюльпана Эйхлера (*Tulipa eichleri* Regel) в процессе зимовки // *Научн. Вед. БГУ. (Естеств. науки).* 2011. № 3(98). Вып. 14/1. С. 339–345.
7. Шелепова О.В., Кондратьева В.В., Воронкова Т.В. и др. Физиолого-биохимические аспекты длительного воздействия света неизменного спектрального состава на мяту (*Mentha*) // *Бюл. Гл. ботан. сада.* 2012. Вып.198, №2. С. 68–73.
8. Mauch-Mani B., Mauch F. The role of abscisic acid in plant-pathogen interactions. // *Curr Opin Plant Biol.* 2005; Vol.8, № 4. Pp. 409–414.
9. Максимов И.В.. Абсцизовая кислота во взаимоотношениях растений и микроорганизмов.// *Физиология растений*, 2009, Т.56, № 6. С. 824–835.

References

1. Bylov V. N., Zayceva E. N. Vygonka cvetochnyh lukovichnyh rasteniy biologicheskie osnovy. [Biological bases of flower bulb forcing]. M.: Nauka. 1990. 240 p.
2. Yang Y., Qi M., Mei C. Endogenous salicylic acid protects rice plants from oxidative damage caused by aging as well as biotic and abiotic stress. // *Plant J.* 2004; Vol. 40, № 6. Pp. 909–919.
3. Campos L., Grannel P., Tarraga S. et al. Salicylic acid and gentisic acid induce RNA silencing-related genes and plant resistance to RNA pathogens. // *Plant Physiol Biochem.* 2014. Vol. 77. Pp. 35–73.
4. Vlot A.C., Dempsey D.A., Klessig D.F. Salicylic Acid, a multifaceted hormone to combat disease. // *Annu Rev Phytopathol.* 2009; Vol. 47. Pp. 177–206.
5. Audenaert K1, De Meyer GB, Höfte MM. Abscisic acid determines basal susceptibility of tomato to *Botrytis cinerea* and suppresses salicylic acid-dependent signaling mechanisms // *Plant Physiol.* 2002. Vol. 128, № 2. Pp. 491–501.
6. Kondrateva V. V. Semenova M. V. Voronkova T. V. Shelepova O. V. Izmenenie nekotoryh fiziologo-biohimicheskikh harakteristik tkaney pochki vozobnovleniya tyulpana EHyhlera *Tulipa eichleri* Regel v processe zimovki. [Changes in some physiological and biochemical characteristics of tulipa eichleri regel buds tissues during wintering] // *Nauchn Ved BGU Estestv nauki. [Scientific. Bulletin BSU. (Natural. Sciences)].* 2011. №3. (98) Vol. 14/1. Pp. 339–345.
7. Shelepova O. V., Kondrateva V. V. Voronkova T. V. i dr. Fiziologo-biohimicheskie aspekty dlitel'nogo vozdeystviya sveta neizmennogo spektral'nogo sostava na myatu (*Mentha*). [Physiological-biochemical aspects of prolonged constant spectral quality lighting action on mint (*Mentha*)] // *Byul. Gl. botan. sada. [Byul. Main Botan Garden].* 2012. Vol. 198. №2. Pp. 68–73.
8. Mauch-Mani B., Mauch F. The role of abscisic acid in plant-pathogen interactions. // *Curr Opin Plant Biol.* 2005; Vol.8, № 4. Pp. 409–414.
9. Maksimov I. V. Abscizovaya kislota vo vzaimootnosheniyah rasteniy i mikroorganizmov. // [Abscisic acid in the plants-pathogen interaction] *Russian Journal of Plant Physiology.* 2009. Vol. 56, №6 – Pp. 824–835.

Информация об авторах

В.В. Кондратьева, канд. биол. наук, старший научный сотрудник
М.В. Семенова, канд. биол. наук, научный сотрудник
Л.С. Олехнович, младший научный сотрудник
Н.Н. Данилина, научный сотрудник
Т.В. Воронкова, канд. биол. наук, старший научный сотрудник
 E-mail: lab-physiol@mail.ru
 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН
 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4

Information about the authors

V.V. Kondrat'eva, Ph.D. Biologists, Senior research
M.V. Semenova, Ph.D. Biologists, Research
L.S. Olecknovich, Junior research
T.V. Voronkova, Ph.D. Biologists, Senior research
N.N. Danilina, Research
 E-mail: lab-physiol@mail.ru
 Federal State Budgetary Institution of Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsina RAS
 127276, Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya, 4

Т.А.Кирдей

канд.биол.наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение ВПО Ивановская Гос.С/Х академия им. акад. Д.К.Беляева

E-mail: t.a.kirdey@mail.ru

И.Н.Борисова

Директор

Ботанический сад Ивановского государственного университета

E-mail: i371159@mail.ru

Эффективность регуляторов роста при размножении сортов *Thuja occidentalis* L.

Изучали эффективность регуляторов роста корневин и гумат из торфа при черенковании различных сортов туи западной (*Thuja occidentalis* L.) – 'Cristata', 'Smaragd' и 'Abel Twa'. Черенки длиной 10–12 см нарезали с пряморастущих боковых побегов в начале вегетации (конец апреля), обрабатывали растворами регуляторов роста в течение 20 часов и высаживали в грунт в соответствии с вариантами опыта в трехкратной повторности. Установлено, что изучаемые сорта туи западной обладают различной регенерационной способностью – туя 'Smaragd' существенно уступает сортам 'Cristata' и 'Abel Twa'. По интенсивности развития корневой системы черенков сорта туи можно расположить в следующий убывающий ряд: 'Abel Twa' > 'Cristata' > 'Smaragd'. Регуляторы роста стимулировали как корнеобразовательную способность черенков, так и развитие корневой системы черенков всех изученных сортов туи западной. Гумат существенно усилил развитие корневой системы черенков всех изучаемых сортов туи западной, а также повысил укореняемость черенков 'Smaragd' и 'Abel Twa'. Наиболее сильный синергетический эффект совместного применения корневина и гумата наблюдался при развитии корневой системы черенков туи 'Abel Twa'.

Ключевые слова: регуляторы роста, корневин, гумат, туя западная, черенки, укореняемость.

T.A. Kirdey

Cand. Sci. Biol. As. Professor

E-mail: t.a.kirdey@mail.ru

Ivanovo Federal State Budgetary Agricultural Academy named after D.K. Belyaev

E-mail: t.a.kirdey@mail.ru

I.N. Borisova

Director

Ivanovo State University Botanic Garden

E-mail: i371159@mail.ru

The efficiency of growth regulators in propagation of *Thuja occidentalis* L. varieties

The process of vegetative propagation by cuttings is described in detail for three varieties: 'Cristata', 'Smaragd' and 'Abel Twa'. Two growth regulators – 'Komevin' and HUMATE – were used for cutting treatment. The regeneration ability of varieties was different, and it weakened in the following order: 'Abel Twa' > 'Cristata' > 'Smaragd'. The growth regulators, especially HUMATE, favored the development of roots. The most pronounced synergetic effect of combined application of 'Komevin' and HUMATE was determined in variety 'Abel Twa'.

Keywords: growth regulators, 'Komevin', HUMATE, *Thuja occidentalis* L., cuttings, rooting ability.

Введение

Туя западная (*Thuja occidentalis* L.) наиболее популярна и востребована среди хвойных интродуцентов. Родина туи западной – атлантическое побережье Северной Америки. В начале XVI века туя была интродуцирована в Европу и названа «деревом жизни». В России североамериканские виды хвойных древесных растений впервые появились в XVIII столетии, когда были завезены туя западная, можжевельник виргинский, сосна Веймутова и ряд листопадных деревьев. Туя западная характеризуется многообразием сортов (более 120), стабильной декоративностью, хорошо переносит загазованность и загрязненность воздуха, практически не поражается вредителями, обладает высокой экологической пластичностью, относится к группе растений с выраженной фитонцидной активностью [1]. Сорты туи западной отличаются характером роста, ветвления, габитусом, окраской хвои:

Вегетативное размножение ценных видов и форм позволяет в короткие сроки получить высококачественный посадочный материал, полностью сохраняющий признаки материнского растения. Черенкование – эффективный прием вегетативного размножения. Черенок, являющийся частью побега, огаеленного от материнского растения, попадает в новые, экстремальные условия среды, вызванные отсутствием корневой системы. Адаптация черенка к стрессу происходит путем перестройки тканей черенка в корневые зачатки придаточных корней и связана с активизацией камбия [2, 3]. Регуляторами приспособительных процессов в ходе восстановления целостности организма из черенков являются фитогормоны ауксин и цитокинин. Они индуцируют процессы морфогенеза корней и регулируют метаболические циклы, усиливая приток питательных веществ в зону корнеобразования зеленых черенков [4, 5]. На этом основан метод предпосадочной обработки черенков регуляторами роста класса ауксина (индолилмасляная кислота, индолилуксусная кислота и др.) [6–8].

В немногочисленных исследованиях показано стимулирующее влияние гуминовых препаратов, полученных из различного природного сырья, на процессы корнеобразования черенков [9, 10]. Гуминовые вещества – уникальные высокомолекулярные природные соединения, образующиеся в процессе гумификации – разложения растительных тканей во влажной среде при затрудненном доступе кислорода. Высокая физиологическая активность гуминовых веществ была известна еще во времена Древнего Египта. Впервые гуминовые соединения были выделены из торфа немецким ученым Ф.Ахардом в 1786 г. В настоящее время определены важнейшие свойства гуминовых веществ, изучено их влияние на почву, растения, микроорганизмы и животных [11, 12]. Гуминовые вещества имеют различный состав, но обладают общими свойствами и типом строения

– состоят из «ядерной» части (системы конденсированных бензольных колец) и периферических открытых цепей. Высокая активность гуминовых кислот – наиболее реакционноспособной части гуминовых веществ – может быть обусловлена в том числе и физиологически активными веществами, входящими в их состав. Так, в образовании торфяных гуминовых кислот участвуют вещества растений – торфообразователей, а также вещества, синтезируемые микроорганизмами. Некоторые из торфообразующих растений являются лекарственными и содержат различные гликозиды, алкалоиды, дубильные вещества, эфирные масла; микроорганизмы продуцируют антибиотики, ферменты, витамины. При гидролизе гуминовых веществ и раствор переходят низкомолекулярные фрагменты, аминсахара, аминокислоты, витамины, антибиотики, фитогормоны.

Механизм действия гуминовых веществ на морфогенез корней и развитие корневой системы черенков заключается, предположительно, в воздействии на регуляторную систему растений. Известно, что при использовании гуматов наблюдается усиление генной активности [13], обнаружен фитогормональный эффект гуматов – цитокининовая активность, ауксиноподобный эффект гуминовых препаратов [14, 15]. Под влиянием гуматов изменяется содержание калия, кальция, магния, железа в клетках растений, в связи с чем происходит активизация многих ферментных систем. Увеличение мембранной проницаемости может быть обусловлено поверхностной активностью гуминовых соединений, их способностью вызывать конформационные изменения структуры мембран [16]. Физиологической эффективностью обладают соли гуминовых кислот – гуматы, которые получают из различного природного сырья – углей, торфов, сапропелей. Таким образом, представляет интерес изучение эффективных способов вегетативного размножения интродуцированных растений, в том числе с использованием гуминовых препаратов.

Цель работы заключалась в изучении эффективности регулятора роста ауксипового типа – корневина (индолилмасляная кислота) и гумата, полученного из торфа [17], а также их совместного действия при черенковании туи западной.

Материалы и методы

Известно, что на процесс корнеобразования влияет вид и сорт, возраст материнских растений, сроки черенкования и типы черенков, а также условия укоренения черенков. При более раннем черенковании хвойных значительная часть черенков укореняется в первый год. Для черенкования использовали верхушечные боковые побеги материнских растений трех различных сортов туи западной – *Cristata*, *Smaragd* и *Abel Twa*. Возраст материнских растений – 10–12 лет. Характеристика изучаемых сортов:

'Смарагд' ('Smaragd') – высота до 2, крона конусовидная, ветвится слабо. Побеги расположены в вертикальной плоскости. Веточки далеко отстоят друг от друга, глянцевые, сохраняет изумрудно-зеленый цвет зимой.

'Крилата' ('Cristata'), Гребенчатая – высота 3–5 м, крона округлая, приплюснутая. Ветки короткие, направлены гребневидно вверх, закручены. Хвоя серозеленая. Зимостойка. В культуре известна с 1867 года.

'Абель Тва' ('Abel Twa') – мощный густой широкий хвойный кустарник, высотой до 2,5–3 м. В начале крона более шаровидная, затем по мере роста вытягивается и приобретает ширококонусовидную форму. Растет медленно, в 10 лет высота не превышает 1,5 м. Ветви тонкие, многочисленные, со свисающими концами. Хвоя мягкая, серо-зеленая, зимой буреет. Морозостойкость высокая, может повреждаться под тяжестью снега. Предпочитает солнечные участки, влажные, хорошо дренированные почвы, плохо переносит засуху.

Черенки длиной 10–12 см нарезали с пряморастущих боковых побегов в начале вегетации (конец апреля), выдерживали в растворах регуляторов роста в течение 20 часов и высаживали в грунт в соответствии с вариантами опыта в трехкратной повторности. Затем черенки обрабатывали регуляторами роста через 14 дней после высадки, через месяц и в конце вегетационного периода. Учет укорененных черенков проводили в сентябре. Измеряли длину всех корней на каждом черенке (20 шт на повторении) и рассчитывали среднюю длину корней в каждом варианте.

Экспериментальный участок располагается в полутени. Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, содержание гумуса 4,3 %, содержание фосфора и калия высокое. Соновый бор, окружающий ботанический сад, и водохранилище на реке Талка создают мягкий микроклимат, благоприятный для интродукции и акклиматизации растений. Оптимальная влажность воздуха для укоренения черенков – 98–100 %, поэтому для поддержания влажности использовали полиэтиленовую пленку.

Статистическую обработку данных проводили при помощи программы Excel с использованием дисперсионного анализа. В таблице приведены средние значения и их стандартные ошибки.

Результаты

Укореняемость черенков различных сортов туи западной без регуляторов роста была невысокой – 13–27 % (табл. 1). Наименьшая регенерационная способность отмечена у туи 'Smaragd'.

Корнеобразовательная способность черенков существенно повысилась при использовании регуляторов роста. Корневин достоверно увеличил укореняемость черенков туи 'Smaragd' и 'Cristata' – в 4 и в 2,5 раза по сравнению с контролем соответственно. Высокая эффективность гумата установлена для туи 'Smaragd' и 'Abel Twa' – укореняемость повысилась в 4,5 и в 2,7 раза соответственно. При укоренении черенков туи 'Smaragd' и 'Abel Twa' наблюдался синергизм совместного использования корневина и гумата – укореняемость черенков повысилась на 27–33 % и на 20–27 % соответственно по сравнению с отдельным применением регуляторов.

Изучаемые сорта туи западной различались и по степени развития корневой системы – наиболее интенсивно корневая система формировалась у черенков туи 'Abel Twa'. У черенков туи 'Cristata' длина корней была меньше в 4 раза, чем у туи 'Abel Twa', а у черенков туи 'Smaragd' образовался только каллус (Рис. 1).

Регуляторы роста увеличили длину корней черенков. Корневин стимулировал рост корней у черенков туи 'Smaragd' – длина корней составила 61 см. У черенков туи 'Cristata' длина корней при использовании корневина увеличилась почти в 5 раз, туи 'Abel Twa' – в 3,3 раза по сравнению с контролем. Гумат существенно усилил развитие корневой системы черенков всех изучаемых сортов туи западной – длина корней туи 'Smaragd' составила 79 см, длина корней форм 'Abel Twa' и 'Cristata' увеличилась в 2,6 и в 10 раз соответственно по сравнению с контролем. Гумат был более эффективен, чем корневин для черенков туи 'Smaragd' и 'Cristata'. Синергетический эффект совместного использования корневина и гумата наблюдался только у черенков туи 'Abel Twa' – длина корней увеличилась в 2–2,4 раза по сравнению с отдельным применением регуляторов.

Заключение

Таким образом, установлено, что изучаемые сорта туи западной обладают различной регенерационной

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на укореняемость черенков сортов туи западной

Вариант	Укореняемость, %		
	'Smaragd'	'Cristata'	'Abel Twa'
Контроль	13,33 ± 6,67	26,67 ± 6,67	26,67 ± 6,67
Корневин	53,33 ± 6,67	66,67 ± 17,64	46,67 ± 6,67
Гумат	60,00 ± 11,55	53,33 ± 6,67	53,33 ± 6,67
Корневин + гумат	86,67 ± 6,67	66,67 ± 6,67	73,33 ± 6,67
HCP ₀₅	26,67	34,44	21,78

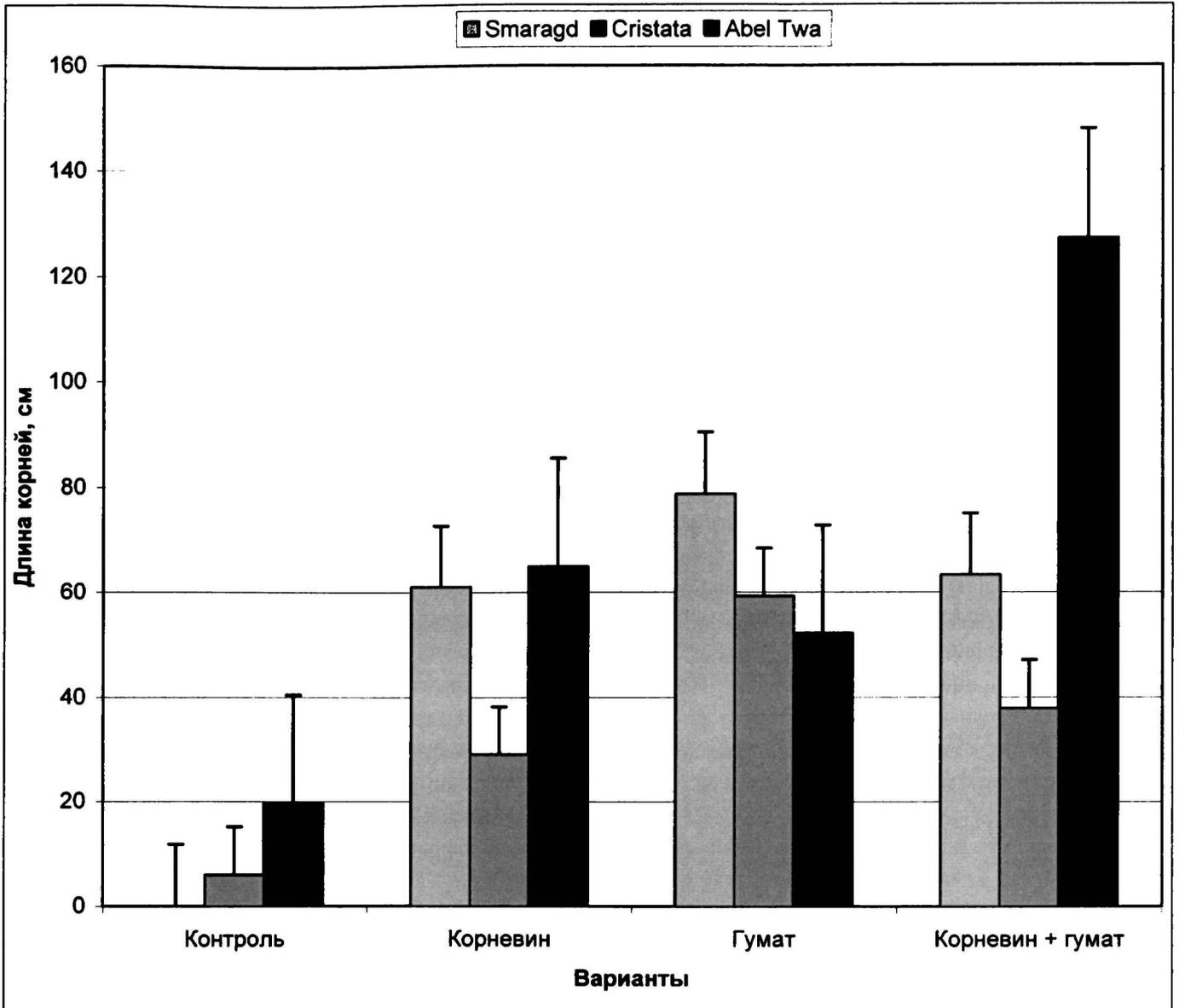


Рис. 1. Влияние регуляторов роста на развитие корневой системы черенков туи западной. (Бары на диаграмме показывают значения HCP_{05})

способностью – туя 'Smaragd' существенно уступает сортам 'Cristata' и 'Abel Twa'. По интенсивности развития корневой системы черенков формы туи можно расположить в следующий убывающий ряд: 'Abel Twa' > 'Cristata' >> 'Smaragd'.

Регуляторы роста – корневин и гумат – стимулировали корнеобразовательную способность черенков всех изученных сортов туи западной, причем у 'Smaragd' и 'Abel Twa' наблюдался синергетический эффект при совместном использовании регуляторов. Корневин и гумат усилили развитие корневой системы черенков, при этом влияние гумата было наиболее существенным для 'Smaragd' и 'Cristata'. Совместное применение корневина и гумата вызвало сильный синергетический эффект при развитии корневой системы черенков туи 'Abel Twa'.

Список литературы

1. Воскресенская О.Л. Эколого-физиологические адаптации туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в городских условиях Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т., 2006. 130 с.
2. Соколова А.И. Размножение можжевельника и туи западной // Цветоводство, 2000. № 1. С. 11.
3. Фаустов В.В. Биологические основы технологии зеленого черенкования садовых культур: Автореф. дисс. д.с.-х. наук. М., 1991. 35 с.
4. Чайлахян М. Х. Гормональная регуляция онтогенеза растений М.: Наука, 1984. С. 9–21.
5. Ловцова Н.М. Влияние фитогормонов на экофизиологические адаптационные процессы укореняющихся зеленых и одревесневших черенков облепихи. Дис... канд. биол. наук. Улан-Удэ, 1998. 146 с.

6. Jackson M.B., Harley P.M. Rooting cofactors indolacetic acid and adventitious root initiation // *Canad. Journ. Bot.*, 1970. Vol. 48, № 5. Pp. 943
7. Jarvis B.C., Yasmin S. Plant growths regulators and adventitious root development in relation to auxin // *Biol. Plant.*, 1987. Vol. 29, № 3. Pp. 189–198
8. Quilan I.D. The use of growth regulators for shaping young fruit trees // *Acta Hort.*, 1978. Vol. 80. Pp. 39–45.
9. Артемова Е.В., Рейхерт Л.А., Токунова Е.А. Влияние биопрепаратов на укоренение зеленых черенков плодово-ягодных и декоративных культур // *Применение гуминовых удобрений в сельском хозяйстве: Матер. конф. Бийск: Изд-во АлтГТУ, 2000. С. 55–58.*
10. Гасимова Г.А., Барсуков П.А., Врачев А.Ф., Павлова И.Е. Применение гуминовых препаратов при возделывании интродуцентов // *Учен. записки Казанской гос. академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2013. Т. 215. С. 70–74.*
11. Христева Л.А. К природе действия физиологически активных гумусовых веществ на растения в экстремальных условиях // *Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. Днепропетровск, 1977. Т. 6. С. 3–15.*
12. Орлов Д.С. Свойства и функции гуминовых веществ // *Гуминовые вещества в биосфере. М.: Наука, 1993. С. 16–26.*
13. Горовая А.И. Влияние физиологически активных форм гуминовых кислот на специфическую деятельность меристематических клеток и рост проростков кукурузы // *Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. Киев, 1968. Ч. 3. С. 130–135.*
14. Аверина Н.Г. Поликарпова Н.Н., Колосова Е.И. Цитокининовая активность регуляторов роста и развития растений, выделенных из торфов // *Физиология растений, 1987. Т. 34. Вып. 3. С. 577–582.*
15. Хардикова С.В., Тихонова М.А., Колодина С.Ю. Влияние гуматов на ризогенез одревесневших черенков винограда, выращенных в условиях степного Предуралья // *Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 30. С. 104–111.*
16. Вахмистров Д.Б., Зверкова О.А., Дебец Е.Ю., Мишустина Н.Е. Гуминовые кислоты – связь между поверхностной активностью и стимуляцией роста растений // *Докл. АН СССР, 1987. Т. 293, № 5. С. 1277–1280.*
17. Калинин Ю.А., Вашурина И.Ю., Кирдей Т.А. Способ получения жидких торфяных гуматов / Патент на изобретение № 2310633. Бюл. № 32, 2007.

References

1. Voskresenskaja O.L. Ekologo-fiziologicheskie adaptatsii tui zapadnoi (*Thuja occidentalis* L.) v gorodskikh usloviyakh. [Ecological and physiological adaptation western arborvitae (*Thuja occidentalis* L.) in urban environments] *Mar. gos. un-t. Ioshkar-Ola* [Mar. state. Univ. Yoshkar-Ola], 2006. 130 p.
2. Sokolova A.I. Razmnozhenie mozhzhevel'nika i tui zapadnoi [Reproduction of juniper and arborvitae west]. *Tsvetovodstvo* [Floriculture], 2000. № 1. Pp. 11.
3. Faustov V.V. Biologicheskie osnovy tekhnologii zelenogo cherenkovaniia sadovykh kul'tur: Avtoref. na soisk. stepeni d.s.-kh. nauk. [Biological basis of green grafting technology of horticultural crops: Author. on soisk. degree DS agricultural nauk]. *Moskva* [Moscow], 1991. 35 p.
4. Chajlahjan M. X. Gormonal'naia reguliatsiia ontogeneza rastenii [Hormonal regulation of plant ontogenesis]. *M. : Nauka* [Moscow: Publishing House «Science»], 1984. Pp. 9–21.
5. Lovcova N.M. Vliianie fitogormonov na ekofiziologicheskie adaptatsionnye protsessy ukoreniaiushchikhsia zelenykh i odrevesnevshikh cherenkov oblepikhi. *Diss... kand.biol.nauk.* [Effect of phytohormones on ecophysiological adaptation processes rooting hardwood cuttings of green and sea buckthorn. *Dis ... kand.biol.nauk.*] *Ulan-Ude, 1998. 146 p.*
6. Jackson M.B., Harley P.M. Rooting cofactors indolacetic acid and adventitious root initiation // *Canad. Journ. Bot.*, 1970. Vol. 48, № 5 .Pp. 943.
7. Jarvis B.C., Yasmin S. Plant growths regulators and adventitious root development in relation to auxin // *Biol. Plant.* 1987. Vol. 29, № 3. Pp. 189–198.
8. Quilan I.D. The use of growth regulators for shaping young fruit trees // *Acta Hort.*, 1978. Vol. 80. Pp. 39–45.
9. Artemova E.V., Rejhert L.A., Tokunova E.A. Vliianie biopreparatov na ukorenenie zelenykh cherenkov plodovo-iagodnykh i dekorativnykh kul'tur [Influence of biological products on the rooting of cuttings of green fruit and ornamental crops]. *Primenenie guminovykh udobrenii v sel'skom khoziaistve: Mat. konf. Biisk: izd-vo AltGTU* [Application of humic fertilizers in agriculture: *Mat. konf.- Biisk: Publ AltSTU*], 2000. Pp.55–58.
10. Gasimova G.A., Barsukov P.A., Vrachev A.F., Pavlova I.E. *Primenenie guminovykh preparatov pri vzdelyvanii introdutsentov* [Application of humic substances in the

cultivation of exotic species]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman.* [Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine. NE Bauman]. Kazan', 2013. Vol. 215. Pp.70–74.

11. Hristeva L.A. K prirode deistviia fiziologicheskii aktivnykh gumusovykh veshchestv na rasteniia v ekstremal'nykh usloviakh [By the nature of the action of physiologically active humic substances on plants in extreme conditions]. *Guminovye udobreniia. Teoriia i praktika ikh primeneniia* [Humic fertilizers. Theory and practice of their application]. Dnepropetrovsk, 1977. Vol. 6. Pp. 3–15.

12. Orlov D.S. Properties and functions of humic substances [Svoistva i funktsii guminovykh veshchestv]. *Guminovye veshchestva v biosfere* [Humic substances in the biosphere]. M.:Nauka, [Moscow: Publishing House «Science»], 1993. Pp. 16–26.

13. Gorovaja A.I. Vliianie fiziologicheskii aktivnykh form guminovykh kislot na spetsificheskuiu deiatel'nost' meristematicheskikh kletok i rost prorostkov kukuruzy [Influence of physiologically active form of humic acids on the specific activity of meristematic cells and the growth of maize seedlings]. *Guminovye udobreniia. Teoriia i praktika ikh primeneniia* [Humic fertilizers. Theory

and practice of their application]. Kiev, 1968. Vol. 3. Pp. 130–135.

14. Averina N.G., Polikarpova N.N., Kolosova E.I. Tsitokininoiaktivnost' regulatorov rosta i razvitiia rastenii, vydelennykh iz torfov [Cytokinin activity regulators of growth and development of plants extracted from peat]. *Fiziologiya rastenii* [Plant Physiology]. 1987. Vol. 34, № 3. Pp. 577–582.

15. Hardikova S.V., Tihonova M.A., Kolodina S.Ju. Vliianie gumatov na rizogenez odrevesnevshikh cherenkov vinograda, vyrashchennykh v usloviakh stepnogo Predural'ia [Effect of humate on rizogenez hardwood cuttings of grapes grown in the steppe Urals]. *Plodovodstvo i iagodovodstvo Rossii* [Fruit and berry-culture of Russia]. 2012. Vol. 30. Pp. 104–111.

16. Vakhmistrov D.B., Zverkova O.A., Debetz E.Y., Mishustina N.E. Guminovye kisloty – sviaz' mezhdu poverkhnostnoi aktivnost'iu i stimulatsiei rosta rastenii [Humic acids – the relationship between surface activity and stimulation of plant growth]. *Dokl. AN SSSR* [Dokl. USSR Academy of Sciences], 1987. Vol. 293, № 5. Pp. 1277–1280.

17. Kalinnikov Ju.A., Vashurina I.Ju., Kirdej T.A. Spособ polucheniia zhidkikh torfiannykh gumatov [A process for producing liquid peat humate]. Patent na izobretenie № 2310633 [patent for the invention № 2310633]. *Bul. № 32*, 2007.

Информация об авторах

Кирдей Татьяна Александровна, канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВПО Ивановская ГСХА им. акад. Д.К.Беляева 153012. Российская Федерация, г. Иваново, ул. Советская, 45

E-mail: t.a.Kirdey@mail.ru

Борисова Ирина Николаевна, директор

ФГБОУ ВПО Ботанический сад Ивановского государственного университета

153025. Российская Федерация, г. Иваново, ул. Ермака, д.39

E-mail: i371159@mail.ru

Information about the authors

Kirdey Tatiana Aleksandrovna, Cand. Sci. Biol., Assoc. Prof.

Federal State Budgetary Institution Ivanovo State Agricultural Academy named after academician D.K. Belyaev 153012. Russian Federation. Ivanovo, Sovetskaya Str. 45

E-mail: t.a.Kirdey@mail.ru

Borisova Irina Nikolaevna, Director

Federal State Budgetary Institution Botanical Garden of Ivanovo State University

153025. Russian Federation, Ivanovo, Ermaka Str., 39

E-mail: i371159@mail.ru

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

ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ СТАТЕЙ

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

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

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



Puc. 1. Paphiopedilum concolor



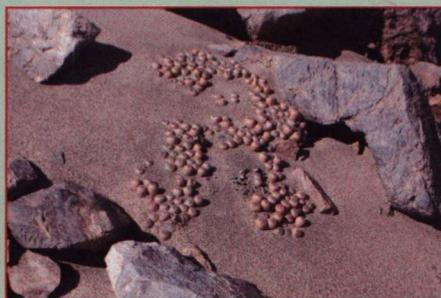
Puc. 2. Phragmipedium schlimii



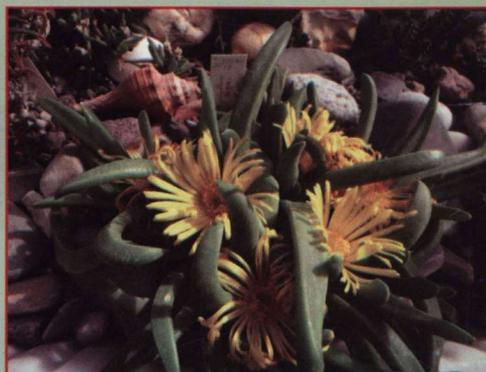
Puc. 3. Encephalartos horridus



Puc. 4. Encephalartos altensteinii



Puc. 5. Fenestraria rhopalophylla



Puc. 6. Glottiphyllum regium



Puc. 8. Elegia capensis



Puc. 7. Haworthia bayerii



Puc. 9. Welwitschia mirabilis

Иллюстративный материал к статье Г.Л. Коломейцевой, С.Ю. Золкина, Л.В. Озеровой
«Редкие тропические и субтропические растения в коллекции Фондовой оранжереи ГБС РАН»