



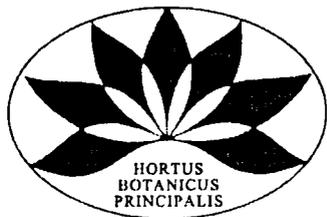
ISSN: 0366-502X

БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

1/2016

(Выпуск 202)





БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

1/2016 (Выпуск 202)

ISSN: 0366-502X

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

Л.М. Абрамова, О.А. Каримова

Некоторые итоги интродукции видов Красной книги России в ботаническом саду-институте УНЦ РАН (Уфа) 3

М.А. Павлова

Итоги интродукционного изучения *Sisyrinchium angustifolium* Mill. в Донецком ботаническом саду 12

З.И. Смирнова

Сохранение биологического разнообразия и расширение ассортимента декоративных древесных растений в ГБС РАН 17

О.В. Шелепова, Л.И. Возна

Сравнительная оценка влияния опада древесных растений на свойства дерново-подзолистых почв дендрария ГБС РАН 22

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

В.И. Шатило, В.В. Кондратьева, Л.С. Олехнович,

Г.Ф. Бидюкова, О.Л. Енина, О.В. Шелепова

Влияние естественного и спектрального света на устойчивость растений *Tagetes patula* L. к солевому стрессу 27

Ж.А. Рупасова, А.П. Яковлев, И.И. Лиштвак, В.Н. Решетников,

Т.И. Василевская, Н.Б. Креницкая, С.Ф. Жданец,

Л.В. Гончарова, Е.В. Тишкова

Влияние ростовых стимуляторов на развитие вегетативной сферы растений *Vaccinium macrocarpum* Ait. на торфяных выработках Припятского Полесья 32

АНАТОМИЯ, МОРФОЛОГИЯ

А.И. Уралов, В.П. Печеницын

Биоморфологические особенности видов *Allium* L. подрода *Melanocrotmyum* (Webb. et Berth.) Royu 39

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕHOBOДСТВО

Л.П. Калмыкова, Н.Л. Кузнецова, А.В. Фисенко,

Н.П. Кузьмина, В.П. Упелниек

Изучение качества зерна глиадиновых биотипов сорта озимой мягкой пшеницы Рубежная 47

П.О. Лошакова, Л.П. Калмыкова, В.П. Упелниек

Качество зерна гибридов F₅, полученных от скрещивания НППАД с *Elymus farctus* 52

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

А.Г. Куклина, О.А. Каштанова, Ю.К. Виноградова

Энтомо-фитопатологическое обследование некоторых видов семейства Rhamnaceae в ГБС РАН 58

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Ю.И. Долгих

Рецензия на книгу М.А. Саркисовой «Опережая время или Наука Бессмертия. Раиса Георгиевна Бутенко. У истоков отечественной биотехнологии растений» 66

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
Бондрина И.А. доктор биол. наук, Россия
Виноградова Ю.К. доктор биол. наук (зам. гл. редактора), Россия
Горбунов Ю.Н. доктор биол. наук, Казахстан
Иманбаева А.А. канд. биол. наук, Казахстан
Кузьмин З.Е. канд. с/х наук, Россия
Молканова О.И. канд. с/х наук, Россия
Плотникова Л.С. доктор биол. наук, проф. Россия

Решетников В.Н. доктор биол. наук, проф., Беларусь
Семихов В.Ф. доктор биол. наук, проф. Россия

Ткаченко О.Б. доктор биол. наук, Россия
Черевченко 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
Шабловская И.Ю.

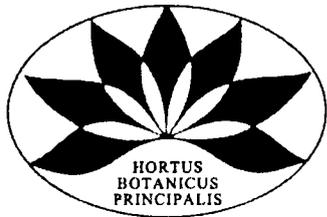
Адрес редакции:

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 26.02.2016 г.
Формат 60x88 1/8. Бумага офсетная
Печать офсетная. Усл.-печ. л. 12,4.
Уч.-изд. л. 14,5. Заказ № 868
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

1/2016 (Выпуск 202)

ISSN: 0366-502X

CONTENTS

INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION

- L.M. Abramova, O.A. Karimova**
Introduction of Plant Species, Included in the Red Book of the Russian Federation, into the Botanical-Garden Institute of Ufa Research Center RAS (the city of Ufa): some results 3
- M.A. Pavlova**
The Results of *Sisyrinchium angustifolium* Mill. Introduction into Donetsk Botanical Garden 12
- Z.I. Smirnova**
Biological Diversity Conservation and Expanding of the Ornamental Woody Plant Assortment in the MBG RAS 17
- O.V. Shelepova, L.I. Vozna**
Comparative Evaluation of the Effect of Woody Plant Leaf Litter on Sod-podzolic Soils in Arboretum of the MBG RAS 22

PHYSIOLOGY, BIOCHEMISTRY

- V.I. Shatilo, V.V. Kondrateva, L.S. Olecknovich, Bidukova G.F., O.L. Enina, O.V. Shelepova**
Effect of Natural and Spectral Light on *Tagetes patula* L. Plant Resistance to Salt Stress 27
- Zh.A. Rupasova, A.P. Yakovlev, I.I. Lishtvan, V.N. Reshetnikov, T.I. Vasilevskaya, N.B. Krinitskaya, S.F. Zhdanets, L.V. Goncharova, T.V. Tishkovskaya**
Effect of Growth Regulators on Development of Vegetative Organs in *Vaccinium macrocarpum* Ait. on Peat Workings in Woodlands in the Basin of the Pripyat River 32

ANATOMY, MORPHOLOGY

- A.I. Uralov, V.P. Pechenitsin**
Morphological Characteristics of *Allium* Species in the Subgenus *Melanocrommyum* 39

SELECTION AND SEED-GROWING

- L.P. Kalmykova, N.L. Kuznetsova, A.V. Fisenko, N.P. Kuzmina**
The Study on Gliadin Biotypes in the Winter Soft Wheat Cultivar 'Rubezhnaya' 47
- P.O. Loshakova, L.P. Kalmykova, V.P. Upelniak**
Grain Quality of Hybrids F_2 , Obtained by Crossing Incomplete Wheat-wheatgrass Amphidiploids (IWWAD) with *Elymus farctus* Runemark ex Melderis 52

PLANT PROTECTION

- A.G. Kuklina, O.A. Kashtanova, Yu.K. Vinogradova**
Entomological and Phytopathological Study in Some Rhamnaceae Species in the Main Botanical Garden RAS 58

REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY

- Yu.I. Dolgikh**
Book Reviews M.A. Sarkisova «Ahead of the Time or the Science of Immortality. Raisa Georgievna Butenko. The Founder of Plant Biotechnology in Russia» 66

Founders:

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

Publisher:

Ltd. «Nauchtehlitizdat»

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

Certifi Cate of Print Media Registration № Фс77-46435

Subscription Numbers:

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

Editor-In-Chief

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

Editorial Board:

Belyaeva Yu.E., Cand. Sci. Biol.
Bondarina I.A., Dr. Sci. Biol.
Vinogradova Yu.K., Dr. Sci. Biol.
(Deputy Editor-in-Chief)
Gorbunov Yu.N., Dr. Sci. Biol.
Imanbaeva A.A., Cand. Sci. Biol.
Kuzmin Z.E., Cand. Sci. Agriculture
Molkanova O.I., Cand. Sci. Agriculture
Plotnikova L.S., Dr. Sci. Biol., Prof.
Reshetnikov V.N., Dr. Sci. Biol., Prof.
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

Shablovskaya I.Yu.

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 26.02.2016

Format: 60×88 1/8

Text Magazine Paper. Offset Printing

12,4 Conventional Printer's Sheets

14,5 Conventional Publisher's Signatures

The Order № 868

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

Л.М. Абрамова

д-р биол. наук, проф.

E-mail: abramova.lm@mail.ru

О.А. Каримова

канд. биол. наук, ст. н. с.

E-mail: karimova07@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Ботанический сад-институт
Уфимского научного центра РАН

Некоторые итоги интродукции видов Красной книги России в ботаническом саду-институте УНЦ РАН (Уфа)

Глобальная стратегия сохранения растений, Конвенция о биологическом разнообразии и Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия ставят целью сохранение 60 % исчезающих видов растений в ботанических садах. В статье анализируются результаты интродукционного испытания 29 редких видов из Красной книги РФ в лесостепной зоне Южного Урала. На разных экспозициях Ботанического сада г. Уфы в общей сложности произрастает 52 редких вида России, в числе которых 14 древесных, 33 травянистых, 5 видов выращиваются в закрытом грунте. Оценка успешности интродукции 29 видов показала, что высокоустойчивы – 5 видов, устойчивы – 17 видов, слабоустойчивы – 4 вида, не устойчивы – 1 вид. Редкие декоративные виды растений могут успешно применяться в фитодизайне. Интродукция редких видов рассматривается как форма охраны биоразнообразия *ex situ* и основа для восстановления природных популяций редких видов.

Ключевые слова: редкие виды, Красная книга РФ, интродукция, Южный Урал, охрана биоразнообразия *ex situ*, устойчивость.

L.M. Abramova

Dr. Sci. Biol., Prof.

E-mail: abramova.lm@mail.ru

O.A. Karimova

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: karimova07@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution
for Science Botanical Garden-Institute
of Ufa Scientific Centre of RAS

Introduction of Plant Species, Included in the Red Book of the Russian Federation, into the Botanical-Garden Institute of Ufa Research Center RAS (the city of Ufa): some results

The Global Strategy for Plant Conservation, the Convention on Biological Diversity and the Strategy for Biodiversity Conservation in Botanical Gardens in Russia are aimed at preserving at least 60 % of threatened plant species in botanical gardens. The article analyzes the results of the introduction of 29 rare species, included in the Red Data Book of the Russian Federation, into steppe zone of the Southern Urals. In all in the Botanical Garden-Institute the collection of rare plant species, included in the Red Data Book of the Russian Federation, comprises 52 species, among them 14 woody species, 33 herbaceous species, and 5 species, cultivated in the conditions of a greenhouse. Following the introduction test of 29 plant species, five species proved to be very promising ones, 17 species – promising, 4 species – weakly stable, and one species – having no prospects. Rare ornamental plant species can be recommended for use in landscaping. Introduction of rare species has been considered as a form of biodiversity conservation *ex situ* and the basis for restoration of rare plant species populations in nature.

Keywords: rare plant species, the Red Data Book of the Russian Federation, plant introduction, the South Urals, biodiversity conservation *ex situ*, stability.

Одной из наиболее опасных тенденций современной динамики экосистем является потеря биологического разнообразия в результате хозяйственной деятельности человека. Главные причины исчезновения видов – уничтожение и изменение биотопов, усиленная эксплуатация (декоративные, лекарственные и др. группы полезных растений), а также общее загрязнение среды обитания.

В результате антропогенных нарушений экосистем многие виды в настоящее время выживают в виде малых изолированных популяций в остаточных интактных местообитаниях [1], и существует реальная опасность их полного исчезновения. Биология и экология редких видов растений и причины сокращения их численности на сегодня изучены недостаточно.

Ботанические сады с момента своего возникновения активно включились в процесс изучения и освоения ресурсов растительного мира. В течение длительного исторического периода ведущим направлением их деятельности была интродукция и акклиматизация растений из других регионов, в результате чего были накоплены богатейшие коллекционные фонды. В последние десятилетия ботанические сады приобретают все большее значение в области охраны растительного мира. Важнейшей задачей ботанических садов была и остается организация сохранения генофонда редких и исчезающих видов *ex situ* [2–4], что зафиксировано в Глобальной стратегии сохранения растений, Конвенции о биологическом разнообразии и Стратегии ботанических садов России по сохранению биоразнообразия [5]. Интродукционные исследования редких и исчезающих видов во многих ботанических садах показали эффективность этого метода изучения и охраны растений [3–10].

В Ботаническом саду-институте УИЦ РАН (г. Уфа) на протяжении последних 50 лет проводятся работы по интродукции и изучению биологических особенностей «краснокнижных» видов [11–26]. Многолетний опыт исследований этой группы растений, как в природных местообитаниях, так и в условиях интродукции привел нас к мнению, что стратегия сохранения редких растений должна включать не только сохранение природных популяций, но и как альтернативу – размножение вида в культуре (*ex situ*). Интродукционное изучение биологических особенностей редких видов позволяет выявить причины редкости и обосновать возможности их сохранения в естественных условиях, а размножение – дать необходимый для восстановления природных популяций семенной и посадочный материал.

В последнее издание Красной книги Республики Башкортостан (РБ) [27] включено 232 редких вида высших растений, более половины из них прошли интродукционное испытание на экспозиционном участке редких и исчезающих видов растений Южного Урала ботанического сада. Итоги интродукции 131 вида из регионального красного списка, были предметом отдельной статьи [28]. Последние 10 лет коллекция целенаправленно пополнялась видами из Красной книги Российской Федерации (РФ) [29], результаты интродукционного испытания которых мы приводим в настоящем сообщении.

Ботанический сад находится в юго-восточной части г. Уфы в междуречье Уфа-Сутолока. Территория ботанического сада ограничена с запада рекой Сутолокой, с востока и юга – шоссеиной магистралью, с севера – лесопарком Уфимского лесхоза. Высшая точка – 177 м над уровнем моря. В ландшафтном отношении территория ботанического сада представляет собой склон западной экспозиции с крутизной от 3° до 6°. В геологическом строении принимают участие пермские известняки. Почвообразующими породами служат элювий и делювиальные желто-бурые тяжелые суглинки. Выделяются следующие типы почв: темно-серые, темно-серые лесные остаточнокоричневые, серые лесные слабоэродированные с

различной мощностью всего почвенного профиля. Содержание гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте серых лесных почв 3–5,5, а в почвах, находящихся под лесом – 6–7%. Реакция среды слабо-кислая и близкая к нейтральной [30].

Среднегодовая температура воздуха равна +2,6 °С. Среднемесячная температура воздуха зимних месяцев колеблется в пределах от –12 °С до –16,6 °С. Абсолютный минимум был отмечен в –42 °С. Иногда бывают и сильные оттепели до +7 °С. Лето жаркое и сухое. Среднемесячная температура воздуха колеблется от +17,1 °С до +19,4 °С. Абсолютный максимум достигает до +37 °С. Среднемесячное количество осадков в летние месяцы колеблется в пределах от 54 до 69 мм. Среднегодовое количество осадков равно 580 мм. Безморозный период продолжается в среднем 144 дня. Для климата характерно раннее наступление осенних заморозков (в среднем 28 сентября) и поздние заморозки весной (6 мая) [31].

Экспозиционный участок редких и исчезающих видов растений Южного Урала заложен в 1982 г. с целью интродукционных исследований редких видов растений, а также в учебных целях (проведение экскурсий для студентов и школьников). Коллекционный фонд редких растений для интродукционных работ мобилизовывался в виде семян и живых растений в естественных условиях местообитания редких видов на территории РБ, или был получен по обмену семян с другими ботаническими садами России. Всего на разных экспозициях ботанического сада (дендрарий, участок декоративных многолетников, защищенный грунт) произрастает 52 редких вида РФ [29], в числе которых 14 древесных видов, 33 травянистых вида, 5 видов (3 древесных и 2 травянистых) выращиваются в закрытом грунте. В настоящей статье анализируются результаты интродукционного испытания 29 редких видов РФ, произрастающих в основном на экспозиции редких растений, а также в тенистом саду и на коллекционном участке луков.

В таблице 1 приведен список редких видов РФ, выращиваемых лабораторией дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений БСИ УИЦ РАН, с указанием статуса вида, происхождения образца, числа экземпляров, полноты прохождения жизненного цикла, устойчивости в культуре. В их числе 3 вида категории 1 (находящиеся под угрозой исчезновения), 13 видов категории 2 (сокращающиеся в численности), 13 видов категории 3 (редкие). 11 видов входят в Красный список МСОП (Международный союз охраны природы) [32, 33]: 5 видов категории E (находящиеся под угрозой исчезновения), 1 вид категории V (сокращающиеся в численности), 5 видов категории R (редкие). В составе исследованных видов – 1 реликтовый и 9 эндемичных видов.

Оценка успешности интродукции и перспективности видов в культуре проведена на основе комплекса биолого-хозяйственных признаков по Н.В. Трулевич [9]: I – неустойчивые, II – слабоустойчивые, III – устойчивые, IV – высокоустойчивые. Из 29 наблюдавшихся нами редких и исчезающих видов в культуре неустойчивым оказался только 1 вид – *Silene cretacea*, он не проходит полного

Интродукция и акклиматизация

Таблица 1. Коллекционный фонд видов Красной книги РФ (2008) в Ботаническом саду-институте УНЦ РАН

№	Виды	Статус по Красной книге РФ	Статус по МСОП	Эндемики, реликты	Год получения образца	Происхождение материала	Место в ботаническом саду	Кол-во экз.	Полнота цикла развития	Размножение	Устойчивость в культуре
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<i>Allium neriniflorum</i> (Herb.) Backer	2	–	–	2009	г. Сыктывкар, БС	коллекция луков	10	пл.	семенное, вегетативное	III
2	<i>Antemis trozkiana</i> Claus	3	R	Эндемик Среднего Поволжья и Северного Кавказа	2014	Оренбургская обл., Гайский р-н	уч-к редких растений	7	пл.	семенное	–
3	<i>Astragalus helmii</i> Fisch. var. <i>Permianensis</i> (С.А. Мсy.) Korsh.	3	R	–	1999	РБ, Давлекановский р-н.	уч-к редких растений	5	пл.	семенное	III
4	<i>Colchicum speciosum</i> Stev.	2	–	–	2012	г. Москва, ГБС РАН	теневого сад	10	пл.	вегетативное	III
5	<i>Cypripedium macranthon</i> Sw.	3	–	–	1999	г. Екатеринбург, БС	уч-к редких растений	2	цв.	вегетативное	II
6	<i>Dioscorea nipponica</i> Makino	2	–	–	2008	г. Йошкар-Ола, БС	уч-к редких растений	2	цв.	семенное	III
7	<i>Epimedium colchicum</i> (Boiss.) Trautv.	3	E	–	2007	г. Москва, ГБС РАН	теневого сад	5	пл.	вегетативное	III
8	<i>Epimedium koreanum</i> Nakai	1	–	–	2007	г. Москва, ГБС РАН	теневого сад	5	пл.	вегетативное	III
9	<i>Erigeron composites</i> Pursh	3	E	–	2012	г. Соликамск, БС	уч-к редких растений	10	пл.	семенное	IV
10	<i>Fritillaria ruthenica</i> Wikstr.	3	–	–	1996	РБ, Зианчуринский р-н	уч-к редких растений	10	пл.	вегетативное, семенное	III
11.	<i>Galanthus lagodechianus</i> Kem.-Nath.	3	R	Эндемик Кавказа	2011	г. Москва, Ботанический сад МГУ	теневого сад	5	цв.	вегетативное	II
12	<i>Galanthus plicatus</i> Bieb.	3	–	–	2011	г. Москва, Ботанический сад МГУ	теневого сад	5	цв.	вегетативное	II
13	<i>Globularia punctata</i> Lapeyr.	2	–	Ксеротермический реликт	1995	РБ, Бижбулякский р-н	уч-к редких растений	20	пл.	семенное	IV
14	<i>Hedysarum grandiflorum</i> Pall.	3	–	–	2001	РБ, Кармаскалинский р-н	уч-к редких растений	5	пл.	семенное	II
15	<i>Iris aphylla</i> L.	2	–	–	2008	г. Йошкар-Ола, БС	уч-к редких растений	7	пл.	вегетативное, семенное	IV

Интродукция и акклиматизация

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	<i>Iris pumila</i> L.	2	–	–	2009	РБ, Зианчуринский р-н	уч-к редких растений	>30	пл.	вегетативное, семенное	IV
17	<i>Iris scariosa</i> Willd. ex Link	2	–	Эндемик юго-востока Европейской части России	2013	РБ, Хайбуллинский р-н	уч-к редких растений	10	пл.	вегетативное, семенное	III
18	<i>Iris vorobievii</i> N.S. Pavlova	1	–	Условный эндемик	2008	г. Йошкар-Ола, БС	уч-к редких растений	7	пл.	вегетативное, семенное	III
19	<i>Koeleria sclero- phylla</i> P. Smirn.	2	E	Условный эндемик юго-восточной Европы	1996	РБ, Чишминский р-н	уч-к редких растений	15	пл.	семенное	III
20	<i>Medicago cancellata</i> Bieb.	2	V	Эндемик Европейкой России. Реликт	2012	РБ, Давлекановский р-н	уч-к редких растений	7	пл.	семенное	III
21	<i>Minuartia krascheninnikivii</i> Schischk.	3	R	Эндемик Среднего и Южного Урала	1995	РБ, Абзелиловский р-н	уч-к редких растений	9	пл.	вегетативное, семенное	IV
22	<i>Paeonia tenifolia</i> L.	3	–	–	1965	г. Москва, ГБС	уч-к декор. многол-ков	>20	пл.	семенное	III
23	<i>Primula juliae</i> Kusn.	2	I	Эндемик восточной части Большого Кавказа	1999	г. Самара, БС	уч-к редких растений	5	пл.	вегетативное	III
24	<i>Pulsatilla vulgaris</i> Mill.	1	–	–	1995	г. Ставрополь, БС	уч-к редких растений	10	пл.	семенное	III
25	<i>Rhodiola rosea</i> L.	3	–	–	2007	Чехия, г. Брно, БС	уч-к редких растений	10	пл.	семенное	III
26	<i>Silene cretacea</i> Fisch. ex Spreng.	3	1	Эндемик Восточной Европы и Казахстана	2013	г. Волгоград, БС	уч-к редких растений	2	пл.	семенное	I
27	<i>Stipa pennata</i> L.	2	–	–	1995	РБ, Бижбулякский р-н	уч-к редких растений	3	пл.	семенное	III
28	<i>Stipa pulcherrima</i> C. Koch.	2	–	–	1997	РБ, Салаватский р-н	уч-к редких растений	3	пл.	семенное	III
29	<i>Stipa zaleskii</i> Wilensky	2	R	–	1999	РБ, Баймакский р-н	уч-к редких растений	3	пл.	семенное	III

Примечание: БС – Ботанический сад, ГБС – Главный ботанический сад

Таблица 2. Характеристика развития редких растений в Ботаническом саду-институте УНЦ РАН

№	Виды	Экологическая группа	Феноритмотип	Характеристика цветения	Характеристика плодоношения
1	2	3	4	5	6
1	<i>Allium neriniflorum</i> (Herb.) Backer	Ксеромезофит	Весенне-летне- осеннезеленый	Умеренное ежегодное	Слабое ежегодное
2	<i>Antemis trotzkiana</i> Claus	Ксерофит	Весенне-летне- осеннезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
3	<i>Astragalus helmii</i> Fisch. Var. <i>Permiansis</i> (С.А. Мсy.) Korsh.	Мезоксерофит	Весенне-летне- осеннезеленый	Умеренное ежегодное	Слабое ежегодное

Интродукция и акклиматизация

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
4	<i>Colchicum speciosum</i> Stev.	Мезофит	Весенне-осеннезеленый	Хорошее ежегодное	Не плодоносит
5	<i>Cypripedium macranthon</i> Sw.	Мезофит	Летнезеленый	Слабое не ежегодное	Не плодоносит
6	<i>Dioscorea nipponica</i> Makino	Мезофит	Весенне-летнезеленый	Умеренное ежегодное	Умеренное ежегодное
7	<i>Epimedium colchicum</i> (Boiss.) Trautv.	Мезофит	Весенне-летне-осенне-зимне-зеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
8	<i>Epimedium koreanum</i> Nakai	Мезофит	Весенне-летне-осенне-зимне-зеленый	Хорошее ежегодное	Слабое ежегодное
9	<i>Erigeron composites</i> Pursh	Ксерофит	Весенне-летне-осеннезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
10	<i>Fritillaria ruthenica</i> Wikstr.	Ксеромезофит	Весенне-зеленый	Хорошее ежегодное	Слабое ежегодное
11	<i>Galanthus lagodechianus</i> Kem.-Nath.	Мезофит	Весенне-летнезеленый	Слабое не ежегодное	Не плодоносит
12	<i>Galanthus plicatus</i> Bieb.	Мезофит	Весенне-летнезеленый	Слабое не ежегодное	Не плодоносит
13	<i>Globularia punctata</i> Lapczg.	Мезоксерофит	Весенне-летне-осенне-зимне-зеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
14	<i>Hedysarum grandiflorum</i> Pall.	Мезоксерофит	Весенне-летне-осеннезеленый	Слабое не ежегодное	Не плодоносит
15	<i>Iris aphylla</i> L.	Ксеромезофит	Весенне-летне-осеннезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
16	<i>Iris pumila</i> L.	Ксерофит	Весенне-летнезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
17	<i>Iris scariosa</i> Willd. ex Link	Мезоксерофит	Весенне-летнезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
18	<i>Iris vorobievii</i> N.S. Pavlova	Ксеромезофит	Весенне-летне-осеннезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
19	<i>Koeleria sclerophylla</i> P. Smirn.	Ксерофит	Весенне-летне-осеннезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
20	<i>Medicago cancellata</i> Bieb.	Ксерофит	Весенне-летне-осеннезеленый	Хорошее ежегодное	Слабое ежегодное
21	<i>Minuartia krascheninnikivii</i> Schischk.	Ксеромезофит	Весенне-летне-осеннезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
22	<i>Paeonia tenuifolia</i> L.	Ксеромезофит	Весенне-летнезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
23	<i>Primula juliae</i> Kusn.	Мезофит	Весенне-летне-осеннезеленый	Умеренное ежегодное	Не плодоносит
24	<i>Pulsatilla vulgaris</i> Mill.	Ксеромезофит	Весенне-летне-осеннезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
25	<i>Rhodiola rosea</i> L.	Мезофит	Весенне-летне-осеннезеленый	Умеренное ежегодное	Слабое ежегодное
26	<i>Silene cretacea</i> Fisch. ex Spreng.	Ксерофит	Весенне-летнезеленый	Умеренное ежегодное	Слабое не ежегодное
27	<i>Stipa pennata</i> L.	Ксеромезофит	Весенне-летнезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
28	<i>Stipa pulcherrima</i> C. Koch.	Мезоксерофит	Весенне-летнезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное
29	<i>Stipa zalesskii</i> Wilensky	Ксерофит	Весенне-летнезеленый	Хорошее ежегодное	Хорошее ежегодное

годового цикла развития побегов, ритмические процессы нарушены, жизненное состояние год от года ухудшается; слабоустойчивы – 4 вида (*Cypripedium macranthum*, *Galanthus lagodechianus*, *Galanthus plicatus*, *Hedysarum grandiflorum*), они проходят годичный цикл развития побегов нерегулярно, жизненное состояние в сравнении с растениями природных местообитаний ослаблено, самостоятельно не возобновляются; устойчивы – 17 видов (*Allium neriniflorum*, *Iris scariosa*, *Medicago cancellata*, *Paeonia tenuifolia* и др.), они проходят полный цикл развития побегов; ритмические процессы стабильны и отличаются от природных некоторой смещенностью календарных сроков, приспособлены к местным климатическим условиям, жизненное состояние высокое, по продуктивности, размерам эти растения соответствуют природным, жизненная форма сохраняется, самостоятельно не возобновляются, не образуют самосева, но успешно размножаются искусственным путем; высокоустойчивы – 5 видов (*Erigeron composites*, *Globularia punctata*, *Iris aphylla*, *Iris pumila*, *Minuartia krascheninnikivii*), они проходят полный годичный цикл развития побегов, характеризуются стабильностью ритмических процессов и их приспособленностью к местным климатическим и погодным условиям; жизненное состояние высокое, продуктивность и размеры соответствуют природным, а чаще существенно превышают их; жизненная форма сохраняется, растения интенсивно размножаются, способны к самовозобновлению, ежегодно хорошо плодоносят, имеют высокий процент завязывания семян, в культуре увеличивается их биологическая продуктивность, они весьма устойчивы к почвенно-климатическим условиям Южного Урала, что свидетельствует об их экологической пластичности и высокой интродукционной способности.

За годы наблюдения отмечено, что семенами размножаются 15 видов. Вегетативное самораспространение свойственно 7 видам. Семенами и вегетативно можно размножить 7 видов.

В таблице 2 приведен анализ общего развития редких видов в условиях культуры. Выявлены следующие феноритмотипы: 1) весенне-летне-осеннезеленый – 13 видов; 2) весенне-летне-осенне-зимне-зеленый – 3 вида; 3) весенне-осеннезеленый – 1 вид; 4) летнезеленый – 1 вид; 5) весенне-летнезеленый – 10 видов. Оценка основных параметров сезонных ритмов развития показала, что хорошее ежегодное цветение и плодоношение имеют 15 видов. Остальные виды отличаются более слабым цветением и не ежегодным плодоношением.

Изученные растения относятся к разным экологическим группам: ксерофиты (растения сухих мест обитания, способные переносить продолжительную засуху и воздействие высоких температур) – *Antemisia trozkiana*, *Erigeron composites*, *Iris pumila*, *Koeleria sclerophylla*, *Medicago cancellata*, *Silene cretacea*, *Stipa zalesskii*; мезофиты (растения, которые приспособлены к обитанию в среде с более или менее достаточным, но не избыточным увлажнением почвы) – *Colchicum speciosum*, *Cypripedium macranthum*, *Dioscorea nipponica*, *Epimedium colchicum*, *Epimedium*

koreanum. Остальные виды относятся к промежуточным группам – ксеромезофитам, мезоксерофитам.

Основную часть перспективных для культивирования видов составляют декоративные растения. Традиционный ассортимент растений для озеленения может быть существенно расширен за счет редких декоративных растений, что в свою очередь позволит сохранить их биоразнообразие. Применение растений природной флоры для улучшения экологической обстановки в городах и населенных пунктах является одним из путей их рационального использования [34]. Для создания каменистых горок и рокариев пригодны следующие редкие виды: *Antemisia trozkiana*, *Astragalus helmii*, *Globularia punctata*, *Hedysarum grandiflorum*, *Erigeron composites*, *Iris aphylla*, *Iris pumila*, *Iris scariosa*, *Medicago cancellata*, *Minuartia krascheninnikivii*, *Rhodiola rosea*, *Stipa pennata*, *Stipa pulcherrima*, *Stipa zalesskii*. Также среди исследуемых растений имеются лесные, т.е. теневыносливые виды, поэтому предлагаемые виды можно использовать для озеленения парков и создания теневых садов. К таким видам относятся: *Epimedium colchicum*, *Epimedium koreanum*, *Galanthus lagodechianus*, *Galanthus plicatus*, *Primula juliae*. Для одиночных (солитеры) или групповых посадок рекомендуются красивоцветущие виды: *Colchicum speciosum*, *Fritillaria ruthenica*, *Iris vorobievii*, *Paeonia tenuifolia*, *Pulsatilla vulgaris*.

Таким образом, культивирование редких видов может считаться эффективным методом охраны их биоразнообразия. Стратегия сохранения редких растений должна включать не только охрану природных популяций, но и как альтернативу – размножение вида в культуре, которое может стать основой для восстановления и поддержания природных популяций исчезающих растений (реинтродукции). В этой связи деятельность ботанических садов по изучению, сохранению и размножению редких растений должна оцениваться как в высшей степени актуальная.

Список литературы

1. Fischer M. Über die Ursachen der Gefährdung lokaler Pflanzenpopulationen // *Bauhinia*, 1998. Vol. 12, № 1–2. С. 9–21.
2. Андреев Л.Н., Горбунов Ю.Н. Охрана редких и исчезающих видов растений – приоритетная задача ботанических садов // *Сибирский экол. журн.* 1997. № 1. С. 3–6.
3. Томилова Л.И. Эндемики Урала в Ботаническом саду в Свердловске // *Бюл. Гл. ботан. сада.* 1982. Вып. 126. С. 25–31.
4. Соболевская К.А. Исчезающие растения Сибири в интродукции. Новосибирск: Наука, 1984. 221 с.
5. Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений. М.: Красная звезда, 2003. 32 с.
6. Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивируемые в ботанических садах и других интродукционных центрах страны М.: Наука, 1983. 304 с.
7. Горбунов Ю.Н., Орленко М.Л. Растения Красной книги России в коллекциях ботанических садов и дендрариев М.-Тула: Гриф и К, 2005. 143 с.

8. Генофонд растений Красной книги Российской Федерации, сохраняемый в коллекциях ботанических садов и дендрариев. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 220 с.
9. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 200 с.
10. Семенова Г.П. Интродукция и охрана редких и исчезающих видов флоры Сибири // Сиб. экол. журн. 1997. Т. 4, № 1. С. 19–27.
11. Кучеров В.В. Охрана редких видов растений на Южном Урале. М.: Наука, 1987. 203 с.
12. Абрамова Л.М., Каримова О.А., Ибрагимов Г.М. Интродукция редких и ресурсных видов Башкирии как форма охраны биоразнообразия // Фауна и флора Республики Башкортостан: проблемы их изучения и охраны. Мат-лы докл. науч. конф. Уфа, 1999. С. 95–99.
13. Каримова О.А., Абрамова Л.М. Интродукция редких видов Башкортостана как способ сохранения биоразнообразия // География и регион. V. Биогеография и биоразнообразие Прикамья. Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Пермь, 2002. С. 65–70.
14. Каримова О.А. Коллекция редких и исчезающих видов растений Южного Урала в ботаническом саду г. Уфы // Природные ресурсы Башкортостана. Межвуз. сб. науч. статей к 30-летию ИГФ. Уфа, 2003. С. 76–78.
15. Каримова О.А., Абрамова Л.М. Интродукционное изучение редких и исчезающих растений Республики Башкортостан // Охрана растительного и животного мира Поволжья и сопредельных территорий. Мат-лы Всерос. науч. конф., посв. 130-летию со дня рожд. И.И.Спрыгина. Пенза, 2003. С. 322–324.
16. Маслова Н.В., Каримова О.А., Абрамова Л.М. Интродукция реликтов Южного Урала // Растения в муссонном климате. Мат-лы 3-й Междунар. конф. Владивосток, 2003. С. 384–387.
17. Абрамова Л.М., Маслова Н.В. Некоторые итоги интродукции редких видов Башкортостана в Ботаническом саду г. Уфы // Ботанические исследования в азиатской России. Мат-лы XI съезда РБО. Т. 3. Барнаул, 2003. С. 134–135.
18. Абрамова Л.М., Каримова О.А., Шигапов З.Х. Охрана биоразнообразия *ex situ* в Башкортостане: состояние проблемы, стратегия и перспективы // Вестн. АН РБ. 2004. № 4. С. 60–68.
19. Каримова О.А. Интродукция некоторых редких видов растений в лесостепной зоне Предуралья Башкортостана. Дис... канд. биол. наук. Пермь, 2004. 190 с.
20. Каримова О.А. Интродукция редких декоративных видов в Башкортостане // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства. Матер. Междунар. науч. конф., посв. 75-летию со дня образования Центр. ботан. сада НАН Беларуси. Т. 1. Минск, 2007. С. 346–348.
21. Абрамова Л.М., Каримова О.А. Виды Красной книги РФ в Ботаническом саду г. Уфы // Вест. Оренбург. гос. ун-та. 2009. № 6 (100). С. 15–17.
22. Каримова О.А., Маслова Н.В., Абрамова Л.М. Коллекция семейства Fabaceae в Ботаническом саду г. Уфы // Биоразнообразие растений на Южном Урале и при интродукции. Тр. Бот. сада-ин-та УНЦ РАН к 75-летию образования. Уфа, 2009. С. 65–80.
23. Тухватуллина Л.А. Сохранение биоразнообразия некоторых редких луков в условиях культуры // Изв. Самар. НЦ РАН. 2010. Т. 12 (33). № 1 (3). С. 832–834.
24. Тухватуллина Л.А., Абрамова Л.М. Редкие виды рода *Allium* L. в интродукции в Ботаническом саду г. Уфы // Науч. ведомости Белгород. гос. ун-та. (Сер. естеств. наук.) 2011. Вып. 14/1. № 3 (98). С. 68–74.
25. Каримова О.А. Интродукция некоторых редких и ресурсных видов семейства сельдерейных в Республике Башкортостан // Бюл. Гл. ботан. сада. 2012. Вып. 198. № 2. С. 26–31.
26. Абрамова Л.М., Каримова О.А. Виды Красной книги РФ в Ботаническом саду г. Уфы // Роль ботанических садов в изучении и сохранении генетических ресурсов природной и культурной флоры. Матер. Всерос. конф. Махачкала, 2013. С. 19–21.
27. Красная книга Республики Башкортостан. Растения и грибы. Т. 1. Уфа: Медиа Принт, 2011. 384 с.
28. Абрамова Л.М., Маслова Н.В., Каримова О.А. Интродукция редких видов как способ сохранения биоразнообразия (на примере Республики Башкортостан) // Бюл. Гл. ботан. сада. 2004. Вып. 188. С. 110–118.
29. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2008. 855 с.
30. Яппаров Ф.Ш., Хайбуллин Р.И., Мукатанов А.Х. Рациональное использование почвенных ландшафтов ботанических садов // Ботанические исследования на Урале. Свердловск: УрО АН, 1990. 128 с.
31. Кадильников Е.В. Климат района г. Уфы // Зап. Башкирск. Фил. Геогр. Общ-ва СССР. Уфа. 1960. С. 61–71.
32. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Ч. 3.1 (Семенные растения). М., 2004 (2005). 352 с.
33. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Ч. 3.2 (Семенные растения). М., 2004 (2005). 360 с.
34. Каримова О.А. Применение редких видов растений Башкортостана в фитодизайне // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Матер. 4 Междунар. конф. СПб., 2007. С. 140–142.

References

1. Fischer M. Über die Ursachen der Gefährdung lokaler Pflanzenpopulationen. *Bauhinia*. 1998. Vol. 12, № 1–2. Pp. 9–21.
2. Andreev L.N., Gorbunov Yu.N. Okhrana redkikh i ischezayushchikh vidov rasteniy – prioritnaya zadacha botanicheskikh sadov [Protection of rare and endangered plant species – priority botanical gardens]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* [Contemporary problems of ecology]. 1997. № 1. Pp. 3–6.

3. Tomilova L.I. Endemiki Urala v Botanicheskom sadu v Sverdlovsk [Endemic to the Urals in the Botanical Garden in Sverdlovsk]. Byulleten Glavnogo Botanicheskogo sada [Bul. Main Botan. Garden]. 1982. Iss. 126. Pp. 25–31.
4. Sobolevskaya K.A. Ischezayushchie rasteniya Sibiri v introduktsii [Endangered Plants of Siberia in the introduction]. Novosibirsk: Nauka [Novosibirsk: Publishing house «Science»], 1984. 221 p.
5. Strategiya botanicheskikh sadov Rossii po sokhraneniyu bioraznoobraziya rasteniy [Strategy of Botanical Gardens of Russia to preserve plant biodiversity]. M.: Krasnaya Zvezda [Moscow: Publishing House «Red Star»], 2003. 32 p.
6. Redkie i ischezayushchie vidy prirodnoy flory SSSR, kultiviruemye v botanicheskikh sadakh i drugikh introduktsionnykh tsentrah strany [Rare and endangered species of the native flora of the USSR cultivated in the botanical gardens and other centers of the country of introduction]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1983. 304 p.
7. Gorbunov Yu.N., Orlenko M.L. Rasteniya Krasnoy knigi Rossii v kollektsiyakh botanicheskikh sadov i dendrariy [Plants Red Book of Russia in the collections of botanical gardens and arboreta]. Gl. botan.sad im N.V. Tsitsina RAN. M.-Tula: Grif i K [Moscow-Tula: Publishing House «Grief and the company»], 2005. 143 p.
8. Genofond rasteniy Krasnoy knigi Rossiyskoy federatsii, sokhranyayemy v kollektsiyakh botanicheskikh sadov i dendrariy [The gene pool of plants of the Red Book of the Russian Federation, stored in the collections of botanical gardens and arboreta] M.: Tovarishestvo nanchnykh izdaniy KMK [Moscow: KMK Scientific Press Ltd.], 2012. 220 p.
9. Trulevich N.V. Ekologo-fitotsenoticheskie osnovy introduktsii rasteniy [Ecological and Phytosenotichesky bases introduction plants]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1991. 200 p.
10. Semenova G.P. Introduktsiya i okhrana redkikh i ischezayushchikh vidov flory Sibiri [Introduction and protection of rare and endangered species of flora of Siberia]. Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal [Contemporary problems of ecology]. 1997. Vol. 4, № 1. Pp. 19–27.
11. Kucherov E.V. Okhrana redkikh vidov rasteniy na Yuzhnom Urale [Protection of rare plant species in the Southern Urals]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1987. 203 p.
12. Abramova L.M., Karimova O.A., Ibragimova G.M. Introduktsiya redkikh i resursnykh vidov Bashkirii kak forma okhrany bioraznoobraziya [Introduction of rare and resource types Bashkiria as a form of protection of biodiversity]. Fauna i flora Respubliki Bashkortostan: problemy ikh izucheniya i okhrany [The fauna and flora of the Republic of Bashkortostan: the problem of their study and protection]. Mat-ly dokl. nauch. konf. [Materials Science Conference report]. Ufa, 1999. Pp. 95–99.
13. Karimova O.A., Abramova L.M. Introduktsiya redkikh vidov Bashkortostana kak sposob sokhraneniya bioraznoobraziya [Introduction of rare species of Bashkortostan as a way of preserving biodiversity Introduction of rare species of Bashkortostan as a way of preserving biodiversity]. Geografiya i region. V. Biogeografiya i bioraznoobraziye Prikamya. [Geography and region V. Biogeography and Biodiversity Kama region]. Mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Proceedings of the international scientific-practical conference]. Perm, 2002. Pp. 65–70.
14. Karimova O.A. Kolleksiya redkikh i ischezayushchikh vidov rasteniy Yuzhnogo Urala v botanicheskom sadu g. Ufy [A collection of rare and endangered plant species in the Southern Urals city of Ufa Botanical Garden]. Prirodnye resursy Bashkortostana [Natural resources of Bashkortostan]. Mezhvuz. sb. nauch. statey k 30-letiyu EGF [Interuniversity collection of scientific papers for the 30th anniversary of the Faculty of Natural Sciences and Geography]. Ufa, 2003. Pp. 76–78.
15. Karimova O.A., Abramova L.M. Introduktsionnoe izuchenie redkikh i ischezayushchikh rasteniy Respubliki Bashkortostan [Introduction study of rare and endangered plants of the Republic of Bashkortostan]. Okhrana rastitelnogo i zhivotnogo mira Povolzhya i sopredelnykh territoriy [Protection of flora and fauna of the Volga region and adjacent territories]. Mat-ly Vseross. nauch. konf., posv. 130-letiyu so dnya rozhd. I.I. Sprygina [Proceedings of the scientific conference devoted to the 130th anniversary of the birth I.I. Sprygin]. Penza, 2003. Pp. 322–324.
16. Maslova N.V., Karimova O.A., Abramova L.M. Introduktsiya reliktov Yuzhnogo Urala [Introduction relics of the Southern Urals]. Rasteniya v mussonnom klimate [Plants in the monsoon climate]. Mat-ly 3-y Mezhdunar. konf [Proceedings of the 3rd International Conference]. Vladivostok, 2003. Pp. 384–387.
17. Abramova L.M., Maslova N.V. Nekotorye itogi introduktsii redkikh vidov Bashkortostana v Botanicheskom sadu g.Ufy [Some results of the introduction of rare species in the botanical garden of Bashkortostan Ufa]. Botanicheskie issledovaniya v aziatskoy Rossii [Botanical studies in Asian Russia]. Mat-ly XI sezda RBO [Materials the XI Congress of DB]. T. 3 [Vol. 3]. Barnaul, 2003. Pp. 134–135.
18. Abramova L.M., Karimova O.A., Shigapov Z.Kh. Okhrana bioraznoobraziya *ex situ* v Bashkortostane: sostoyaniye problemy, strategiya i perspektivy [Protection of biodiversity *ex situ*, Bashkortostan: state of problem, strategy and prospects]. Vestnik AN RB [Journal of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan]. 2004. № 4. Pp. 60–68.
19. Karimova O.A. Introduktsiya nekotorykh redkikh vidov rasteniy v lesostepnoy zone Preduralya Bashkortostana [Introduction of some rare species of plants in the forest-steppe zone of Bashkortostan Urals]. Diss... kand. biol. nauk [Dissertation of the Candidate of Biology]. Perm, 2004. 190 p.
20. Karimova O.A. Introduktsiya redkikh dekorativnykh vidov v Bashkortostane [Introduction of rare ornamental species in Bashkortostan]. Teoreticheskie i prikladnye aspekty introduktsii rasteniy kak perspektivnogo napravleniya razvitiya nauki i narodnogo khozyaystva [Theoretical and applied aspects of plant introduction as a promising directions of development of science and economy]. Mater. Mezhdunar. nauch. konf., posv. 75-letiyu so dnya obrazovaniya Tsentr. Botan. sada NAN Belarusi [Proceedings of the international scientific

conference dedicated to the 75th anniversary of the founding of the Central Botanical Garden of NAS of Belarus]. T. 1 [Vol. 1]. Minsk, 2007. Pp. 346–348.

21. Abramova L.M., Karimova O.A. Vidy Krasnoy knigi RF v Botanicheskom sadu g. Ufy [Species of the Red Book of the Russian Federation in the Botanical Garden of Ufa]. Vest. Orenburg. gos. un-ta [Bul. Orenburg State Univ.]. 2009. № 6 (100). Pp. 15–17.

22. Karimova O.A., Maslova N.V., Abramova L.M. Kolleksiya semeystva Fabaceae v Botanicheskom sadu g. Ufy [Collection family Fabaceae in the Botanical Garden of Ufa]. Bioraznoobrazie rasteniy na Yuzhnom Urale i pri introduktsii. Tr. Bot. sada-instituta UNTs RAN k 75-letiyu obrazovaniya [Biodiversity of plants in the Southern Urals and introductions. Proceedings of the Botanical Garden-Institute, Ufa Science Centre, Russian Academy of Sciences on the 75th anniversary of the]. Ufa, 2009. Pp. 65–80.

23. Tukhvatullina L.A. Sokhraneniye bioraznoobraziya nekotorykh redkikh lukov v usloviyakh kultury [Biodiversity conservation of some rare bows in culture]. Izvestiya Samar. NTs RAN [Proceedings of the Samara Scientific Center RAS]. 2010. Vol. 12 (33). № 1 (3). Pp. 832–834.

24. Tukhvatullina L.A., Abramova L.M. Redkie vidy roda Allium L. v introduktsii v Botanicheskom sadu g. Ufy. [Rare species of the genus Allium L. In the introduction to the Botanical Garden of the city of Ufa Scientific]. Nauch. vedomosti Belgorod. gos. un-ta. Ser. Estestv. nauki [Scientific sheets Belgorod State University. Science Series]. 2011. Vol. 14/1. № 3 (98). Pp. 68–74.

25. Karimova O.A. Introduktsiya nekotorykh redkikh i resursnykh vidov semeystva seldereynykh v Respublike Bashkortostan [The introduction of some rare species of resource and celery in the Republic of Bashkortostan]. Byull. Glav. botan. sada [Bul. Main Botan. Garden]. 2012. Iss. 198, № 2. Pp. 26–31.

26. Abramova L.M., Karimova O.A. Vidy Krasnoy knigi RF v Botanicheskom sadu g. Ufy [Species of the Red Book of the Russian Federation in the Botanical Garden of Ufa]. Rol botanicheskikh sadov v izuchenii i sokhraneniye genicheskikh resursov prirodnoy i kulturnoy flory [The role of botanical gardens in the study and conservation of genetic resources, natural and cultural flora]. Mater. Vseros. konf [Materials Russian conference]. Makhachkala, 2013. Pp. 19–21.

27. Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan. Rasteniya i griby [Red List of Bashkortostan Republico. Plants and fungi]. T. 1 [Vol. 1]. Ufa: Media Print, 2011. 384 p.

28. Abramova L.M., Maslova N.V., Karimova O.A. Introduktsiya redkikh vidov kak sposob sokhraneniya bioraznoobraziya (na primere Respubliki Bashkortostan) [Introduction of rare species as a way of preserving biodiversity (for example, the Republic of Bashkortostan)]. Byull. Glav. botan. sada [Bul. Main Botan. Garden]. 2004. Iss. 188. Pp. 110–118.

29. Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby) [The Red Book of the Russian Federation (plants and fungi)]. M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK [Moscow: KMK Scientific Press Ltd.], 2008. 855 p.

30. Yapparov F.Sh., Khaybullin R.I., Mukatanov A.Kh. Ratsionalnoye ispolzovanie pochvennykh landshaftov botanicheskikh sadov [Rational use of soil landscapes of botanical gardens] // Botanicheskie issledovaniya na Urale [Botanical studies in the Urals]. Sverdlovsk: UrO AN [Sverdlovsk: Publishing house «Ural Branch of the Academy of Sciences», 1990. 128 p.

31. Kadilnikov E.V. Klimat rayona g. Ufy [The climate of the city of Ufa]. Zapiski Bashkirskogo filiala Geograficheskogo obshchestva SSSR [Notes of the Bashkir Branch of the USSR Geographical Society]. Ufa, 1960. Pp. 61–71.

32. Krasnyy spisok osobo okhranyaemykh redkikh i nakhodyashchikhsya pod ugrozoy ischeznoveniya zhivotnykh i rasteniy. CH. 3.1 (Semennye rasteniya) [The red list of rare and being under the threat of disappearance animals and plants which are especially protected. Part. 3.1 (Seed plants)]. M. [Moscow], 2004. 352 p.

33. Krasnyy spisok osobo ohranyaemykh redkikh i nakhodyashchikhsya pod ugrozoy ischeznoveniya zhivotnykh i rasteniy. CH. 3.2 (Semennye rasteniya) [The red list of rare and being under the threat of disappearance animals and plants which are especially protected. Part. 3.1 (Seed plants)]. M. [Moscow], 2004. 360 p.

34. Karimova O.A. Primeneniye redkikh vidov rasteniy Bashkortostana v fitodizayne [The use of rare species of plants in Bashkortostan phytodesign]. Biologicheskoe raznoobrazie. Introduktsiya rasteniy [Biological diversity. Plant introduction]. Mater. 4-y Mezhdunar. konf [Proceedings of the 4th International Conference]. SPb. [St. Petersburg]. 2007. Pp. 140–142.

Информация об авторах

Абрамова Лариса Михайловна, д-р биол. наук, проф.
E-mail: abramova.lm@mail.ru

Каримова Ольга Александровна, канд. биол. наук,
ст. н. с.

E-mail: karimova07@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад-институт Уфимского научного центра Российской академии наук

450080, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195, корп. 3

Information about the authors

Abramova Larisa Mikhaylovna, Dr. Sci. Biol., Prof.
E-mail: abramova.lm@mail.ru

Karimova Olga Aleksandrovna, Cand. Sci. Biol., Senior
Researcher

E-mail: karimova07@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution for Science Botanical Garden-Institute of Ufa Scientific Centre of Russian Academy of Sciences

450080, Russian Federation, Ufa, Mendeleev Str., 195/3

М.А. Павлова
канд. биол. наук. н. с.
E-mail: mario777@list.ru
Донецкий ботанический сад

Итоги интродукционного изучения *Sisyrinchium angustifolium* Mill. в Донецком ботаническом саду

В статье изложены результаты многолетнего интродукционного эксперимента по культивированию *Sisyrinchium angustifolium* Mill. в Донецком ботаническом саду. Изучены морфология вегетативных и генеративных органов, сезонный ритм развития, способность к репродукции, онтогенез. По итогам проведенных интродукционных исследований установлено, что в засушливых условиях юго-востока Украины вид, являющийся гигромезофитом, характеризуется достаточно высоким уровнем адаптации, что проявляется в завершении малого жизненного цикла, прохождении всех фенофаз сезонного ритма, в частности, цветении и плодоношении, образовании полноценных семян. Установлено, что в течение четырех лет сеянцы последовательно проходят следующие возрастные состояния: проросток, ювенильное, имматурное, виргинильное, молодое и зрелое генеративное. Оценка успешности интродукции вида достаточно высока: 6 баллов по 7-балльной шкале. Выявленное явление вивипарии позволяет получать дополнительный посадочный материал вегетативным путем, достаточно высокие реальная семенная продуктивность и всхожесть семян гарантируют семенное размножение вида для его использования в озеленении региона. Растения рекомендуются использовать в экспозициях ландшафтного типа: возле водоемов, в гравийных садах, рокариях.

Ключевые слова: интродукция, *Sisyrinchium angustifolium* Mill., онтогенез, возрастное состояние, репродукция, вивипария.

М.А. Pavlova
Cand. Sci. Biol., Researcher
E-mail: mario777@list.ru
Donetsk Botanical Garden

The Results of *Sisyrinchium angustifolium* Mill. Introduction into Donetsk Botanical Garden

The results of long-term introduction of *Sisyrinchium angustifolium* Mill. into Donetsk Botanical Garden are presented. The morphology of vegetative and generative organs, seasonal development rhythm, reproduction ability, and ontogeny have been studied. Under arid conditions in the South-East of the Ukraine *S. angustifolium* has proved itself as a hygromesophyte. It is characterized by high level of adaptation: it completes small-scale life cycle and goes through all the phases of seasonal rhythm, especially flowering, fruitage and plump seed-bearing. For four years the seedlings have successively demonstrated several age statuses: germ plant, juvenile, immature, virgin, and young and mature generative one. The prospects of introduction proved to be very good: six points on a seven-point scale. Due to the revealed phenomenon of viviparity one can get additional planting stock of *S. angustifolium*. Rather high seed production and germination energy guarantee successful propagation by seeds. The plants of *S. angustifolium* are recommended for use in landscaping: on the shore of ponds, in gravel and rocky gardens.

Keywords: introduction, *Sisyrinchium angustifolium* Mill., ontogeny, age status, reproduction, viviparity.

Интродукция декоративных многолетников – одно из приоритетных направлений работы лаборатории цветоводства Донецкого ботанического сада (ДБС). Она позволяет постоянно расширять ассортимент цветочно-декоративных растений, устойчивых к условиям региона, за счет освоения ресурсов мировой флоры и одновременно решать задачу сохранения редких и исчезающих видов. Интересными и оригинальными растениями для пополнения ассортимента декоративных многолетников открытого грунта на юго-востоке Украины являются виды рода *Sisyrinchium* L. Этот род по некоторым оценкам включает около 100 видов,

распространенных главным образом в субтропиках и тропиках Северной и Южной Америки, а также на Фолклендских и Сандвичевых островах и в Гренландии [1, 2].

Аридные условия степной зоны Украины предъявляют к интродуцентам определенные требования, среди которых на первом месте стоит их засухоустойчивость, а потому наиболее успешно здесь осуществляется интродукция ксерофитов и ксеромезофитов. Тем не менее, наряду с растениями этих гидроморф на участках ДБС произрастают мезофиты и даже гигрофиты, что дает основания привлекать в коллекции

растения из местообитаний с избыточным увлажнением. Успешные многолетние интродукционные испытания *S. angustifolium* Mill., являющегося гигромезофитом, подтверждают правомерность такой практики.

Цель работы: оценка адаптационных возможностей и определение перспективности использования в озеленении *S. angustifolium* по итогам его комплексных интродукционных исследований в условиях юго-востока Украины.

S. angustifolium (сизиринхиум узколистый) распространен в прериях, на болотах, в трещинах скал от теплоумеренной до субтропической зоны США и Канады, в горах в среднем поясе, заносно в Европе и Австралии [3, 4]. В ДБС интродуцирован семенами, полученными по обменным каталогам из России (Санкт-Петербург, 1985 г.) и Германии (Цюрих, 1988 г.).

Изучение морфологических особенностей и сезонного ритма развития проводили по общепринятой методике с учетом основных этапов вегетации [5], определение феноритмики – в соответствии с разработками И.В. Борисовой [6], для определения жизненной формы использовали классификацию А.Б. Безделева, Т.А. Безделевой [7], онтогенетическое развитие изучали в соответствии с индексацией возрастных состояний Т.А. Работнова [8] с дополнениями А.А. Уранова [9] по методике И.И. Игнатъевой [10], семенную продуктивность генеративных особей определяли по И.В. Вайнагий [11]. Успешность интродукции оценивали по 7-балльной шкале для декоративных многолетников [12]. Исследования проводили в течение 15 лет.

В условиях ДБС *S. angustifolium* – многолетний летнезеленый травянистый короткочерешно-кистекорневой плотнодерновинный симподиально нарастающий поликарпик с полурозеточным постоянным побегом. Надземная часть взрослого растения высотой 20–22 см, 16–20 см в диаметре состоит из 9–25 вегетативных побегов (вееров). В каждом веере 5–6 листьев длиной 15–18 см, шириной 0,2–0,3 см. Корни многочисленные, темно-желтые, тонкие, ветвятся до второго-третьего порядка, проникая на

глубину до 6 см. Цветонос высотой 15–20 см заканчивается зонтиковидной кистью из 3–6 цветков диаметром 1,7 см, высотой 1,1 см. Цветки яркие, синевато-фиолетовые с желтым зевом, длительность цветения каждого – 1 день, однако за счет большого количества генеративных побегов (12–25) период цветения особи составляет не менее двух недель.

По характеру фенологического развития *S. angustifolium* относится к весенне-летне-осеннезеленым видам поздневесеннего-раннелетнего цветения. Начало вегетации отмечено в конце марта или в первой половине апреля, в зависимости от сроков наступления устойчивых положительных температур, окончание – в начале ноября. Цветение с 12–18 мая по 1–4 июня, семена созревают ежегодно в конце июня-начале июля. Зрелые плоды – трехгнездные коробочки, коричневые, шаровидно-сплюснутые, 0,5–0,7 см диаметром, 0,45–0,60 см высотой. Семена очень мелкие, черные, шаровидные (рис. 1). Реальная семенная продуктивность элементарной единицы (плода) составляет $22,62 \pm 0,87$ шт., генеративного побега – $76,55 \pm 5,35$ шт.

При выращивании на поливном участке растения дают единичный жизнеспособный самосев, искусственное семенное размножение можно осуществлять как осенним посевом семян в открытый грунт (конец октября-начало ноября), так и весенним посевом в теплице (март-первая половина апреля), полевая всхожесть составляет 60–80 %.

При осеннем посеве всходы появляются весной следующего года, после чего в течение 4-х лет отмечены последовательно сменяющие друг друга следующие возрастные состояния: проросток, ювенильное, имматурное, виргинильное (рис. 2), молодое и зрелое генеративные (рис. 3). Продолжительность малого жизненного цикла *S. angustifolium* (от семени до семени) в условиях интродукционного пункта составляет 3 года. В первый год растения проходят 3 возрастных состояния прегенеративного периода развития – от проростков до имматурных особей.

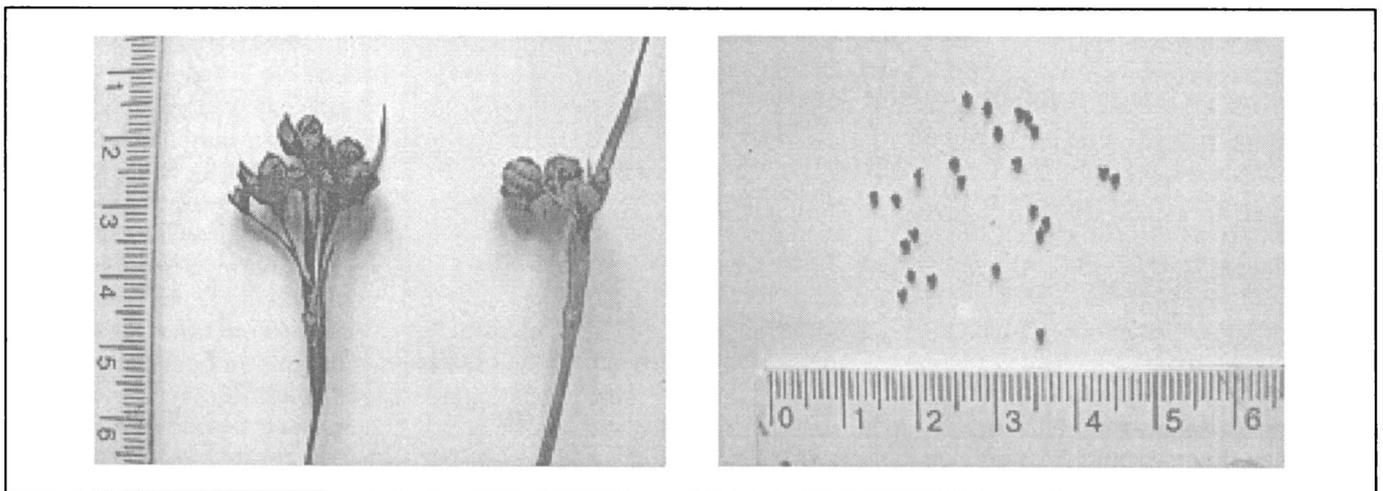


Рис. 1. Зрелые плоды (А) и семена (Б) *Sisyrrinchium angustifolium* Mill.

Прорастание эпигеальное: на поверхность почвы выносятся ярко-зеленый нитевидный семядольный лист, при этом семенная кожура в большинстве случаев остается под землей. Семядольный лист появляется над поверхностью почвы в виде петли, постепенно распрямляясь и увеличиваясь в размерах, достигая 1,7–2,2 см, длина главного корня в это время составляет около 2,0 см.

Через 10–15 дней появляется и растет первый, затем второй настоящий лист, достигая 1,7–2,3 см длины, главный корень замедляет рост и начинает слабо ветвиться до второго порядка, одновременно появляются один-два придаточных корешка – возрастное состояние сеянцев ювенильное. Его продолжительность составляет 22–30 дней, после чего происходит переход в имматурное возрастное состояние. Моноподальное нарастание побега сохраняется, развивается третий настоящий лист 2,0–3,2 см длиной, 1–3 придаточных корня ветвятся до второго порядка. Главный корень сохраняется и продолжает ветвиться. Через два месяца семядольный лист достигает 9–11 см длины, настоящие листья – 9,5–12,5 см. Параллельно происходит дальнейшее развитие корневой системы: общее количество корней достигает 5, а их длина – от 1,2 до 5,0 см. До окончания вегетационного периода семядольный лист засыхает, появляется четвертый настоящий лист длиной 10–13 см, шириной 0,8–1,0 мм. С наступлением холодов листья бурсеют и полегают, в таком состоянии растения зимуют.

На втором году развития все сеянцы переходят в виргинильное возрастное состояние. Отличительная его особенность – становление жизненной формы в результате перехода к симподиальному нарастанию (кущению) и образование первичного куста. В течение вегетационного периода формируются все новые вегетативные побеги, и к августу надземная часть каждой особи представлена 2–4 всрами из 5–6 листьев длиной 12–16 см, шириной 0,2–0,3 см. Многочисленные корни темно-желтого цвета ветвятся до второго порядка, длина корневой системы достигает 5,5 см.

На третий год развития растения переходят в молодое генеративное возрастное состояние (рис. 3, А). Надземная часть в середине мая кроме вегетативных побегов представлена 4–6 генеративными высотой 15–20 см, каждый из них несет 1–4 цветка диаметром 1,7 см, высотой 1,1 см. Только один цветок (редко два) развивается в коробочку с 10–16-ю полноценными семенами.

На четвертый и в последующие годы после посева возрастное состояние сеянцев – зрелое генеративное (рис. 3, Б), в дальнейшем они ежегодно цветут и дают полноценные семена, их основные морфометрические параметры такие же, как и у материнских растений. Мощность их увеличивается за счет формирования все новых вееров, количество которых достигает 9–25 и более.

В условиях интродукционного пункта у зрелых генеративных особей *S. angustifolium* нами выявлено явление вивипарии. По мере созревания плодов в пазухе листа, отходящего от верхнего узла генеративного побега, из выводковой почки формируется надземный вегетативный побег (дочерний веер) (рис. 4). Постепенно он обособливается, в его базальной части появляются зачатки корней. На некоторых цветоносах может образоваться 2–3 таких веера. В конце августа-начале сентября их можно легко отделить и высадить

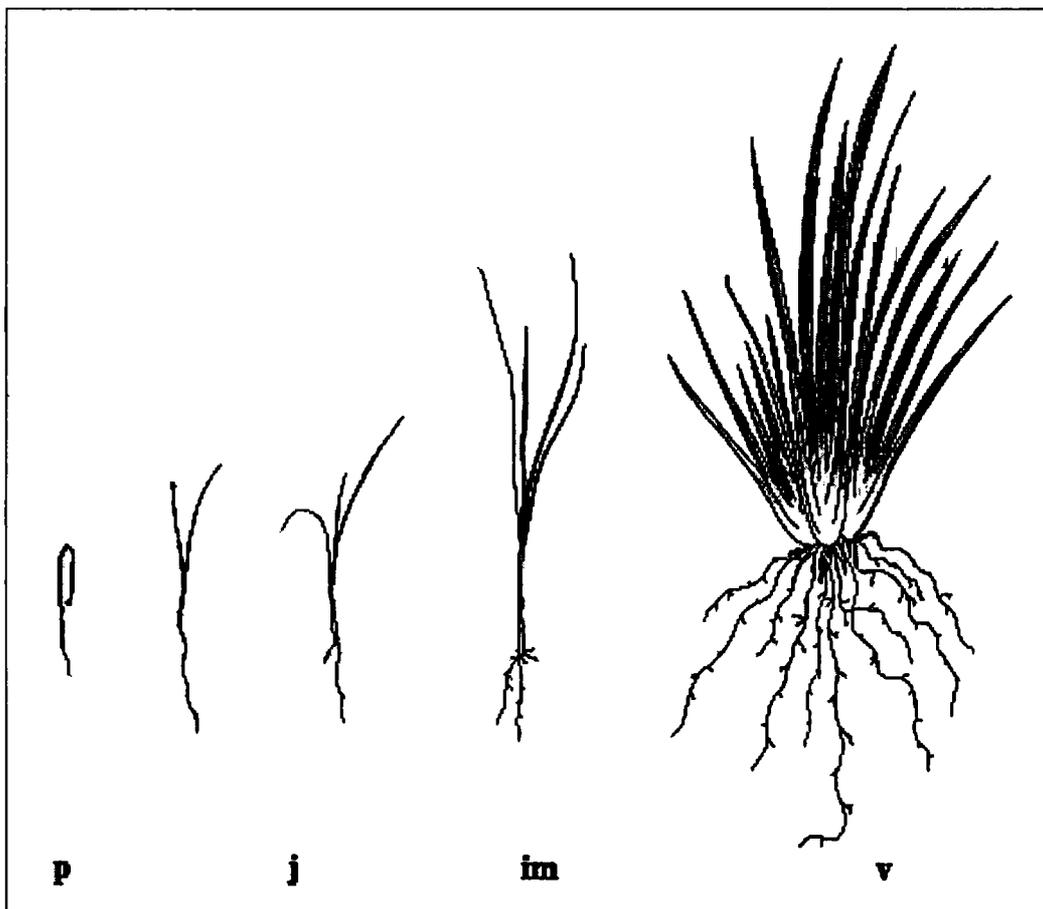


Рис. 2. Схема развития *Sisyrrinchium angustifolium* Mill. в прегенеративном периоде онтогенеза: проросток (p), ювенильные (j), имматурная (im) и виргинильная (v) особи

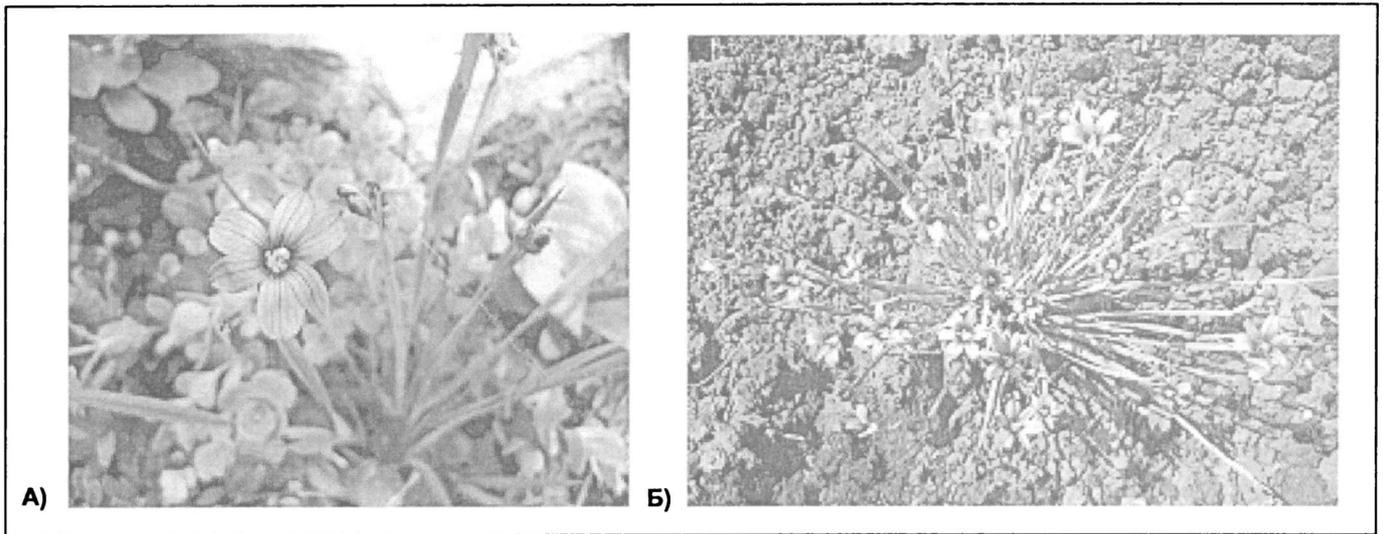


Рис. 3. Молодая (А) и зрелая (Б) генеративные особи *Sisyrrinchium angustifolium* Mill.

в почву. При этом естественным путем веер не отделяется, генеративный побег не полегает, в результате чего к естественному вегетативному размножению явление вивипарии в условиях интродукционного пункта не приводит. Сведений в литературных источниках о том, может ли таким образом *S. angustifolium* размножаться в природных местообитаниях, мы не нашли, но, поскольку на родине этот вид произрастает в условиях избыточного увлажнения, это не исключено. В наших же условиях в конце лета стоит засуха, а в осенний период, когда надземная часть растений полегает при наступлении холодов, укоренение дочерних вееров исключено из-за низких температур, поэтому с окончанием вегетационного периода они засыхают. Высаженные же в смести с землесмесью и помещенные в теплицу, молодые растения укореняются и в течение следующего года развиваются в виргинильные, а через год в генеративные особи.

Искусственное вегетативное размножение взрослых растений также можно осуществлять делением куста: зрелые генеративные особи легко и без повреждений корневой системы распадаются на фрагменты. Весной растения можно делить по количеству вееров, в расчете на разрастание в период вегетации, осенью посадочная единица должна быть крупнее и состоять из 3–4 вееров.

На основании 15-летних исследований успешность интродукции *S. angustifolium* в степной зоне Украины нами оценена в 6 баллов, что свидетельствует о достаточно высоком уровне адаптации вида в новых условиях: растения достаточно зимостойки и засухоустойчивы, не повреждаются болезнями и вредителями, проходят полный цикл сезонного развития и способны к самовозобновлению. *S. angustifolium* нами рекомендуется как оригинальное, декоративное и неприхотливое растение для использования в зеленом строительстве региона. Он прекрасно смотрится в рокариях и гравийных садах, у водоемов и в низких миксбордерах, в цветниках ландшафтного типа в сочетании с почвопокровными растениями.

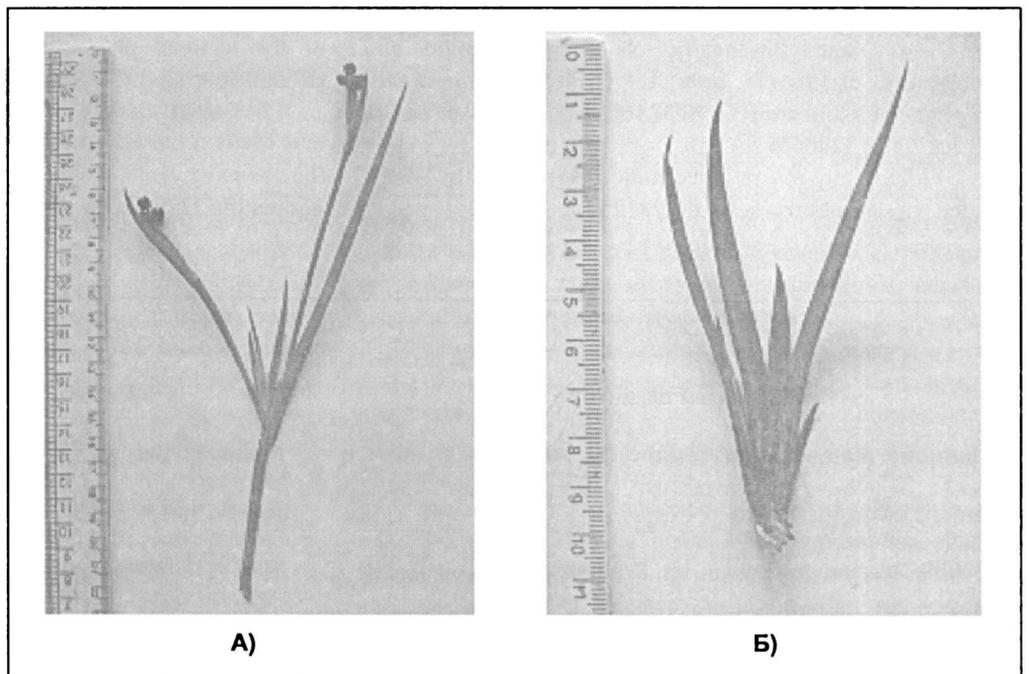


Рис. 4. Явление вивипарии *Sisyrrinchium angustifolium* Mill.
А – часть генеративного побега с формирующимся дочерним веером;
Б – дочерний веер, отделенный от генеративного побега

Список литературы

1. Lisa Diane. Phylogeny, character evolution and biogeography of *Sisyrinchium* L. (Iridaceae) by Karst, <http://gradworks.umi.com/32/46/3246651.html>; DAI-B 68/01, p. 32, Jul 2007; 3246651.

2. Электронный ресурс: <http://florabase.dcc.wa.gov.au/browse/profile/21257>.

3. Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР. Л.: Наука, 1977. Т. 1. С. 298.

4. Электронный ресурс: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=242101890

5. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М., 1975. 42 с.

6. Борисова И.В. Сезонная динамика растительного сообщества // Полевая геоботаника. 1972. Т. 4. С. 5–136.

7. Безделев А.Б., Безделева Т.А. Жизненные формы семенных растений российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2006. 296 с.

8. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. 1965. Сер. 3. № 6. С. 7–204.

9. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.

10. Игнатъева И.П. Онтогенетический морфогенез вегетативных органов травянистых растений. М., 1983. 55 с.

11. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. 1974. Т. 59, № 6. С. 826–831.

12. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. Киев: Наукова думка, 1984. 155 с.

3. Dekorativnye travyanistye rasteniya dlya otkrytogo grunta SSSR [Ornamental perennials for the open air in the USSR]. L.: Nauka [Leningrad: Publishing House «Science»], 1977. Vol. 1. 298 p.

4. Elektronnyy resurs [Electronic resource]: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=242101890

5. Metodika fenologicheskikh nablyudeniy v botanicheskikh sadakh SSSR [Methodology of phenological observations in the botanical gardens of the USSR]. M. [Moscow], 1975. 42 p.

6. Borisova I.V. Sezonnaya dinamika rastitelnogo soobshchestva [Seasonal dynamics of a plant community] // Polevaya Geobotanika [Field Geobotany]. Vol. 4. 1972. Pp. 5–136.

7. Bezdelev A.B., Bezdeleva T.A. Zhiznennyye formy semennykh rasteniy rossiyskogo Dalnego vostoka [Plant biotopes in seed plants of the Russian Far East]. Vladivostok: Dalnauka [Vladivostok: Publishing House «Dalnauka»], 2006. 296 p.

8. Rabotnov T.A. Zhiznennyy tsikl mnogoletnikh travyanistykh rasteniy v lugovykh senozakh [The life cycle of perennial herbaceous plants in the grassland cenoses] // Tr. BIN AN SSSR [Proc. of the Botanical Institute of the USSR]. 1965. Ser. 3. № 6. Pp. 7–204.

9. Uranov A.A. Vozrastnoy spektr fitotsenopopulyatsiy kak funktsiya vremeni i energeticheskikh protsessov [Age spectrum of plant cenopopulations as a function of the time and energetic processes] // Biol. nauki [Biol. Sci.]. 1975. № 2. Pp. 7–34.

10. Ignateva I.P. Metodika izucheniya morfogeneza vegetativnykh organov travyanistykh polikarpikov [Method for studying of vegetative organs morphogenesis in herbaceous polycarpic plants]. M. [Moscow], 1983. 55 p.

11. Vaynagiy I.V. O metodike izucheniya semennoy produktivnosti rasteniy [About methodology of study of the seminal productivity of plants] // Botan. zhurnal [Botan. Journ.]. 1974. Vol. 59, № 6. Pp. 826–831.

12. Bakanova V.V. Tsvetochno-dekorativnye mnogoletniki dlya otkrytogo grunta [Flower ornamental perennials for the open air]. Kiev: Naukova Dumka [Kiev: Publishing House «Scientific Thought»]. 1984. 155 p.

References

1. Lisa Diane. Phylogeny, character evolution and biogeography of *Sisyrinchium* L. (Iridaceae) by Karst, <http://gradworks.umi.com/32/46/3246651.html>; DAI-B 68/01, p. 32, Jul 2007; 3246651.

2. Elektronnyy resurs [Electronic resource]: <http://florabase.dcc.wa.gov.au/browse/profile/21257>

Информация об авторе

Павлова Марина Александровна, канд. биол. наук, н. с.

E-mail: mario777@list.ru

Донецкий ботанический сад

83059, Украина, г. Донецк, пр. Ильича, д. 110

Information about the author

Pavlova Marina Aleksandrovna, Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: mario777@list.ru

Donetsk Botanical Garden

83059, Ukraine, Donetsk, Ilich Ave., 110

З.И. Смирнова

канд. биол. наук, зав. отделом

E-mail: zsmirn@mail.ru

Федеральное государственное

бюджетное учреждение науки

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

Сохранение биологического разнообразия и расширение ассортимента декоративных древесных растений в ГБС РАН

В статье представлены результаты 11-летних испытаний новых видов и сортов декоративных растений, поступающих из Западной Европы на российский рынок.

Рассматриваются вопросы размножения, выращивания и развития растений в условиях Средней полосы России. Приводятся конкретные рекомендации по успешному выращиванию отдельных видов. Представлены списки наиболее декоративных видов и сортов, успешно зарекомендовавших себя в наших климатических условиях.

Ключевые слова: интродукция, декоративные растения, размножение и агротехника.

Z.I. Smirnova

Cand. Sci. Biol., Head of Laboratory

E-mail: zsmirn@mail.ru

Federal State Budgetary Institution

for Science Main Botanical Garden

named after N.V. Tsitsin RAS,

Moscow

Biological Diversity Conservation and Expanding of the Ornamental Woody Plant Assortment in the MBG RAS

The article presents the results of 11-year trials on introduction of new species and varieties of ornamental plants, coming from Western Europe to the Russian market. The questions on propagation, cultivation and development of plants in Central Russia are considered. Specific recommendations for successful cultivation of the certain species are provided. The lists of the most ornamental species and varieties, successfully established in our climatic conditions are offered.

Keywords: introduction, ornamental plants, cultivation, agrotechnics.

Важнейшей задачей ботанических садов по сохранению и расширению биологического разнообразия является привлечение в интродукцию новых перспективных видов и форм растений. Одна из основных целей интродукции – введение в культуру растений с разнообразными ценными свойствами, особенно такими, которые редки или вовсе отсутствуют у растений местной флоры. В первую очередь, необходимо привлекать растения с высокой адаптивной способностью к неблагоприятным факторам среды, а именно – суровости климата и менее продолжительному вегетационному периоду. Успешными могут быть растения с коротким периодом вегетации, ритмы роста и развития которых приближены к феноритмам местных видов.

В последние 10–15 лет идет массовый завоз импортного посадочного материала декоративных растений в нашу страну из Западной Европы, который пользуется большой популярностью у покупателей, но не все эти растения способны успешно расти и развиваться в наших климатических условиях.

В связи с этим, в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН, в отделе внедрения научно-технических разработок, совместно с питомником декоративных растений ООО «Паер +», в течение 11 лет проводятся испытания таких растений, выявление оптимальных условий их размножения и выращивания.

Успешность интродукционных исследований в новых условиях среды во многом зависит от комплекса агротехнических мероприятий. Поэтому большое внимание уделялось разработке методов ускоренного размножения и выращивания интродуцентов.

Из всех известных способов вегетативного размножения самым доступным и массовым является черенкование декоративных древесных, как зелеными черенками, так и одревесневшими [1]. Зеленое черенкование проводилось в оптимальные сроки для каждого конкретного вида растений. Черенки заготавливались с маточных растений, с полуодревесневших побегов текущего года и соответствующим образом подготавливались для обработки стимуляторами корнеобразования. Некоторые виды успешно

укоренялись и без обработки стимуляторами [2]. Наилучшие стимуляторы – ИМК – (индолил-масляная кислота), корневин, как в сухом виде, так и в жидкой форме. Для зеленых черенков использовали 0,1 % р-р ИМК, при экспозиции 6–8 часов, 0,05 % р-р ИМК для полуодревесневших и хвойных от 16 до 24 часов. После обработки черенки высаживали в парники с туманообразующими установками для укоренения [2]. Укоренение происходило в субстрате из перегнойной земли и песка в соотношении 1:1. Для успешного укоренения черенков, в течение лета, в парниках осуществлялись автоматический полив, прополки, подкормки. В ноябре, укорененный материал закрывали укрывным материалом (агротексом) для перезимовки. В период укоренения черенков в парниках происходило первоначальное образование каллуса, затем молодых корешков и к концу сезона наблюдалось достаточно мощное развитие корневой системы у большинства декоративных растений.

Практиковалось и укоренение одревесневшими побегами. Так, в конце марта, были взяты черенки с 2–3-х летних растений по 20–25 см длиной, у 3 сортов *Cornus alba* и 1 сорта *Cornus stolonifera*, а также 3 видов рода *Salix*. Основания черенков припудривали сухим корневином и непосредственно загибали в утрамбованную сырую почву гряд на глубину 5–7 см. под углом 45 градусов. В течение всего лета, черенки прикрывали укрывным материалом и поддерживали достаточную влажность почвы. Осенью, – 82,9 % черенков хорошо укоренились и были готовы для весенней пересадки в гряды.

Экспериментальные данные по черенкованию представлены в таблице 1.

Результаты по черенкованию новых видов растений, вводимых в ассортимент питомника, показали, достаточно высокий процент укоренения растительного материала.

Исключение составили виды: *Syringa vulgaris* – 3 сорта – (30–50 %), *Pentaphiloides fruticosa* «Marion Red Robin» – 60,0 %, «Pink Queen» – 53,8 %, *Sambucus racemosa* «Plumosa Aurea» – 50 %, *Juniperus chinensis* «Stricta» – 25 %, *Juniperus horizontalis* «Blue Forest» – 50 %, *Juniperus media* «Pfitzeriana Aurea» – 41,6 %, «Hetzii» – 0 %,

Hydrangea paniculata «Phantom» – 52 %, *Tardiva* – 53,3 %, *Hydrangea arborescens* «Invincibell» – 37,5 %, *Spiraea japonica* «Country Red» – 42,8 %. Были виды и сорта растений, которые в первые годы размножения слабо укоренялись, но с ними велась работа по подбору стимуляторов, концентраций, определению сроков снятия черенков, созданию определенных условий укоренения. В последующие годы удалось найти оптимальные условия для успешного размножения этих видов и показатели укоренения черенков резко пошли вверх. Например, *Thuja occidentalis* «Brabant» – 47,9 %, затем 57,0 % и 91,6 %, *Hydrangea paniculata* «Pinky Winky» – 40,2 % – 66,6 % – 87,5 %, «Magical Fire» – 59,1 % – 75,0 % – 78,7 %, «Magical Cande» – 43,6 % – 83,8 %, *Salix intugra* «Hakuro-Nishiki» – 41,7 % – 65,0 % – 82,3 %, *Berberis thunbergii* «Orange Rocket» – 44,4 % – 100 %, *Juniperus horizontalis* «Agnes» – 12,5 % – 88,8 %

В дальнейшем, укоренные черенки декоративных растений высаживались, как в открытый грунт на полях питомника, так и в контейнеры для последующего выращивания. Наблюдения за ростовыми процессами, укорененных черенков, взятых с собственных маточников открытого грунта и маточников в контейнерах, показали, что первые развивались намного лучше. Саженцы имели больший прирост, больше новых побегов, активнее шло формирование куста. Развитие маточных растений, полученных в контейнерах, а затем высаженные в открытый грунт, шло медленнее, возникала необходимость, до высадки в грунт, «расплетать» корневую систему, занимающую весь объем контейнера, выравнивать и подрезать ее, тем самым, нанося растению дополнительное травмирование. А вот черенки, полученные от таких растений, укорененные и высаженные в гряды, прекрасно развивались и быстро превосходили в росте маточные растения. Аналогичная картина наблюдалась с различными сортами чубушников, спирей и гортензий.

В дальнейшем, в течение 3–5 лет, велись наблюдения за активностью развития растений, морозоустойчивостью, степенью обмерзания надземной части, особенно,

Таблица 1. Пополнение ассортимента новыми видами декоративных растений в 2005–2015 гг.

Год	Ботанический состав			Черенкование (шт)			Новинки	
	род	вид	ф/с	взято	укоренилось	% укорен	вид	ф/с
2005		25	72	5261	3667	69,7	11	35
2006	19	29	38	6638	5519	83,1	21	26
2007	12	27	42	4790	4005	83,3	11	17
2008	14	19	35	4296	3488	81,3	8	25
2009	11	17	47	7750	6386	82,4	9	44
2010	10	18	47	4849	3816	78,7	8	11
2011	12	20	36	4850	3860	79,6	12	34
2012	7	12	29	3087	2514	82,3	12	29
2013	7	14	30	3191	2650	80,5	13	22
2014	11	13	52	5230	3275	93,5	13	52
2015	13	18	49	6352	5666	89,2	17	47

в первые годы выращивания, отмечались сроки цветения и т.д. Испытывались различные приемы ухода за растениями, т.п. рекомендовали определенную обрезку, оптимальные составы субстратов, подкормки, способы укрытия некоторых видов на зиму. Впоследствии все наблюдения обобщали и для каждого, конкретного вида или сорта были предложены свои рекомендации.

Благодаря многолетним поступлениям новинок посадочного материала из Западной Европы нам удалось на питомнике собрать интересные коллекции некоторых видов декоративных растений.

Наша коллекция клематисов (*Clematis*) одна из самых крупных и интересных в ботанических садах России, в ней представлены 13 видов, 2 формы, 150 сортов.

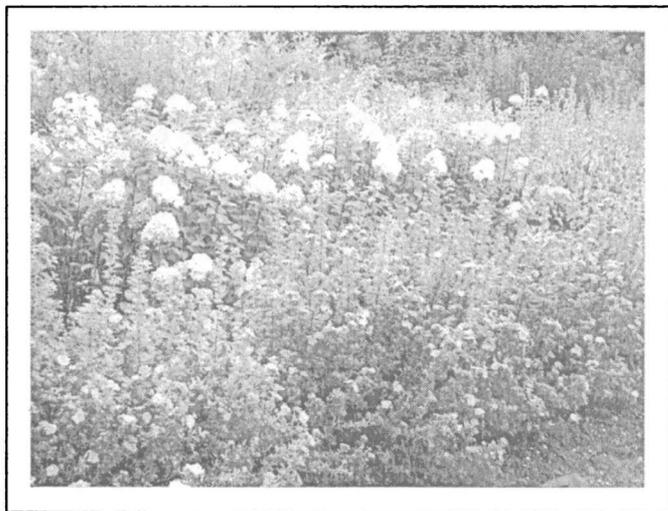
В процессе пополнения находится коллекция чубушников *Philadelphus*, она была восстановлена и переоценена из ранее имеющихся сортов французской и российской селекции. Всего собрано 38 сортов, 21 сорт – находится в массовом размножении, 12 сортов – на стадии начального размножения, 5 сортов – требуют подтверждения сортовой принадлежности. Из махровых и полумахровых заслуживают внимания сорта:

Алебастр, Арктика, Балет Мотыльков, Глетчер, Жемчуг, Зоя Космодемьянская, Казбек, Монблан, Юннат, Эльбрус, из немахровых – Ромашка, Лемуана, Эректус, Лавина, многие из них имеют земляничный аромат.

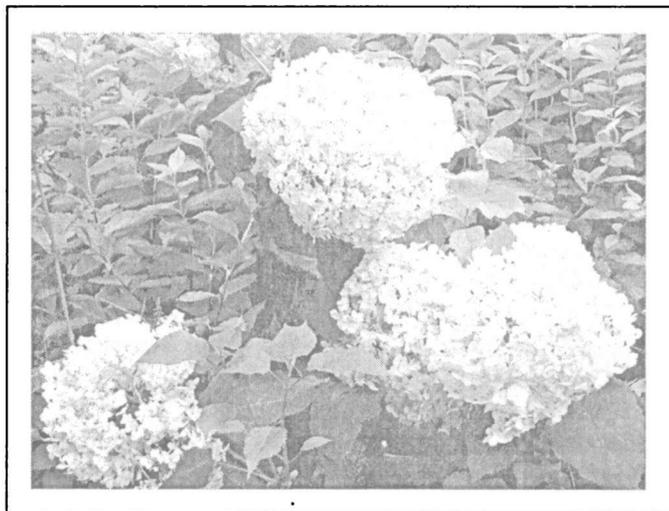
Так, 5-летние наблюдения за одним из самых интересных сортов чубушника

Belle Etoile с шарлахово-красной серединой цветка показали, что для него критическими являются первые 2 года после перемещения в наши климатические условия, он может подмерзнуть, слабо развиваться и не цвести. В дальнейшем, у него происходит адаптация к факторам внешней среды, успешная перезимовка, нормальное развитие и полноценное цветение. Черенки, полученные с адаптированных растений, успешно укоренялись. Аналогичные явления наблюдались у чубушника сорта *Natchez*, он очень сильно обмерзает и плохо укореняется.

В настоящее время активно пополняется коллекция гортензий, представленная 5 сортами *Hydrangea arborescens* – *Annabelle*, *Grandiflora*, *White Dome*, *Invicibell*, *Pink Pincushin*, цветки собраны в шаровидные белые и бело-зеленые соцветия диаметром 20–25 см. Цветение во 2 половине лета, делает гортензию исключительно ценной в



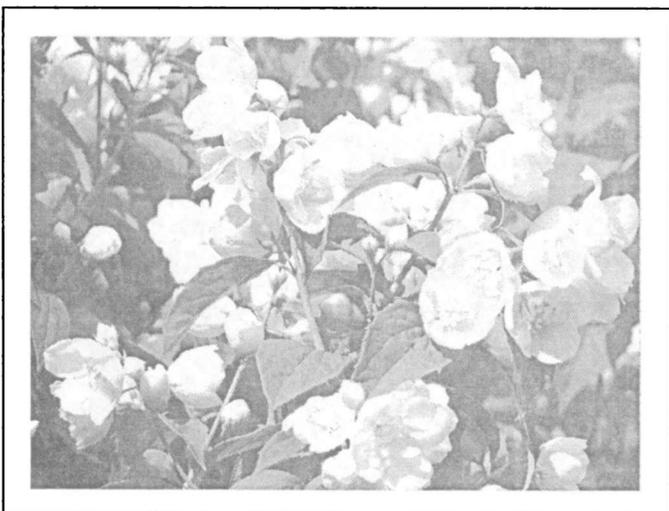
Hydrangea paniculata «Limelight»



Hydrangea arborescens «Annabelle»



Philadelphus «Virginal»



Philadelphus «Glacier»

озеленении(3). *Hydrangea paniculata*, представлена 18 сортами, самые декоративные из них: Grandiflora, Limelight, Flora, Kyushu, Pinky Winky, Phantom, Vanille Fraise, Magical Fire, Magical Candle, Wim's Red, Tardiva, «Pink Diamond», «Taiwan From», «White Lady», «Silver Dollar», «Early Sensation», представляют собой пирамидальные соцветия белых цветков, достигающих 30см. в длину, в конце цветения, цветки окрашиваются в различные оттенки розовые цвета.

Проведенные эксперименты показали, что способы посадки и площадь питания являются решающими факторами для успешного роста и развития чубушников и гортензий. Традиционная схема посадки 3 растения в ряд через 15 см себя совершенно не оправдывает. При высадке в ряды шириной 1 м, необходимое расстояние между растениями 30 см, причем посадка должна быть в шахматном порядке. Только при таких условиях, за 2 года выращивания, можно вырастить кондиционный посадочный материал, с правильно сформированной надземной частью и мощной корневой системой.

Собранная коллекция спиреи представлена 19 видами, 15 сортами, главным образом, *Spiraea bumalda* и *Spiraea japonica*, все они успешно растут и развиваются в наших климатических условиях. Из новинок особенно привлекательны *S. bumalda* – «Goldflamer», «Antony Waterer», «Dart's Red», «L'rocbelii», *S. japonica* – «Gold Alpina», «Macrophylla», «Golden Princess», «Little Princess», «Crispa», «Shirobana», «Rubirima», «Bullata», *S. cinerea* – «Grefsheim», *S. nipponica* – «Snowmound». Спиреи ценятся за обильное и продолжительное цветение, цветки декоративны, собраны в самые разнообразные соцветия и окраска их варьирует от белой до малиновой. Существование 2-х групп сортов спирей – весеннецветущих и летнецветущих, позволяет, при умелом подборе, добиться непрерывного цветения с весны до глубокой осени [4, 5].

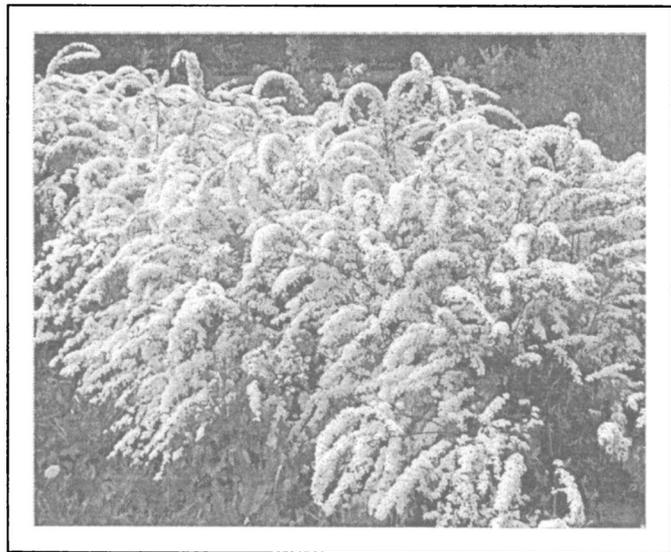
Лапчатки – Испытано большое количество сортов *Pentaphiloides fruticosa*, отличающихся обильным и продолжительным цветением, засухоустойчивостью,

неприхотливостью к внешним условиям. Для сохранения декоративности периодически требуется омолаживающая обрезка. Особенно хороши и устойчивы сорта с желтой, белой и розовой окраской цветков, собранных в рыхлые соцветия «Klondyke», «Gold drops», «Goldfinger», «Princess», «Abbotswood», «Elizabeth», «Pretty Pole», «Lovely Pink», «Tilford Cream», «Tangerine». Сорта лапчатки кустарниковой с оранжевыми и красными цветками мало пригодны для выращивания в нашей зоне, т.к. цветение у них начинается только в сентябре.

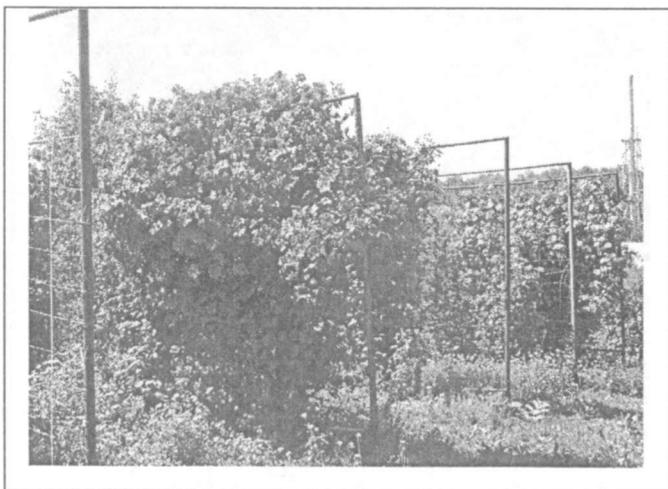
Пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius*) – декоративный, быстрорастущий кустарник, предпочитает плодородные почвы, засухоустойчив, теневынослив, поддается формировке. Используется в групповых посадках, в качестве живой изгороди, хорошо смотрится в композиции из зеленых, золотистых и пурпурных сортов «Luteus», «Diabolo», «Red Baron», «Dart's Gold».

Коллекция барбарисов – *Berberis* представлена 4 видами, 20 формами и сортами, – это листопадные и вечнозеленые кустарники, хорошо переносят городские условия, зимостойки, светолюбивы, легко формируются. Наиболее эффектными являются сорта *Berberis thunbergii* – «Atropurpurea», «Aurea», «Gold Ring», «Erecta», «Red Chief», «Green Carpet», «Rose Glow», «Silver Beauty», «Maria», «Dart's Red Lady», «Red Pillar», «Bonanza Gold», «Orange Rocket», «Red Juwel», «Kelletis», *Berberis ottawensis* «Superba».

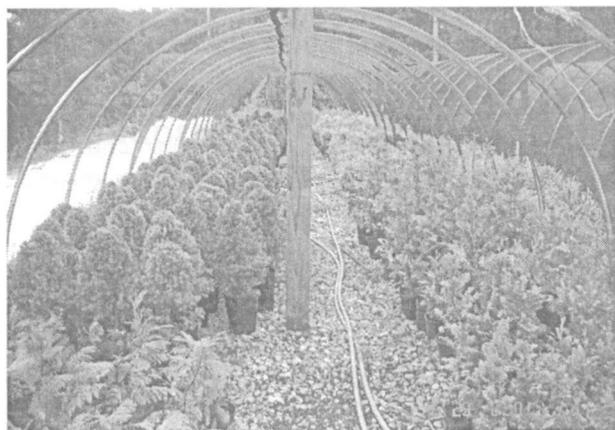
Туи *Thuja occidentalis* – основной вид, представлен 20 сортами зимостойкий, газоустойчивый, медленно растущий, хорошо переносит пересадку, прекрасно стрижется. Многообразие декоративных форм, является богатейшим материалом для зеленого строительства. Экспериментальные данные показали, что ускоренное выращивание укорененных черенков хвойных может быть эффективным первые 2–3 года выращивания их в контейнерах, после чего, для более интенсивного роста и развития, необходимо высаживать растения в открытый грунт. Наилучшие сорта, заслуживающие внимания – «Golden Globe», «Hoseri», «Smaragd», «Aureo-Spicata», «Brabant», «Globosa», «Danica», «Cristata», «Little Chimpion», «Spiralis», «Ericoides», «Sankist», «Wareana».



Spiraea cinerea «Grefsheim»



Clematis «Victoria»



Выращивание растений в контейнерах

Таким образом, за последние 11 лет было испытано более 50000 растений импортного посадочного материала, ассортимент размножаемых на питомнике растений пополнился **95** новыми видами, **212** образцами. Многие растения имеют исключительные декоративные качества и благодаря высокой жизнеспособности перспективны для дальнейшего массового размножения и использования в озеленении. В настоящее время, мы имеем достаточное количество новых видов, сформированы маточники и начато массовое размножение наиболее перспективных из них.

Список литературы

1. Мак-Миллан Броуз Ф. Размножение растений. М.: Мир, 1987. 122 с.
2. Боровиков В.В. Структура производства отечественного посадочного материала для озеленения на основе специализации российских питомников // Сб. докл.



Выращивание растений в открытом грунте

VI конференции АППМ «Российские питомники. Перспективы роста». М., 2013. С. 20–34.

3. Дубенюк А.П., Константинова Е.А. и др. Гортензии. Виды и сорта для российских садов. М.: Фитон XXI, 2014. 88 с.

4. Плотникова Л.С. Спиреи. Практическое пособие. М.: Изд. дом МСП, 2004. 42 с.

5. Плотникова Л.С. Декоративные деревья, кустарники и лианы. М.: ЗАО «Фитон +», 2007. 127 с.

References

1. McMillan Browz F. Razmnozhenie rasteniy [Plant Breeding]. M. [Moscow]: Mir [World], 1987. 122 p.
2. Borovikov V.V. [The structure of the domestic production of plant material for landscaping on the basis of specialization of Russian nurseries]Sb. dokladov VI konferentsii APPM «Rossiyskie pitomniki. Perspektivy rosta» [Coll. rep. USFDA VI Conference «Russian nurseries. Prospects for growth»]. M. [Moscow], 2013. Pp. 20–34.
3. Dubenyuk A.P., Konstantinova E.A. et al. Gortenzii. Vidy i sorta dlya rossiyskikh sadov [Hydrangea. Species and varieties for Russian gardens]. M. [Moscow]: Fiton XXI, 2014. 88 p.
4. Plotnikova L.S. Spirei. Prakticheskoe posobie [Spirea. Practical guide]. M. [Moscow]: Izd. dom MSP [SME Publishing House], 2004. 42 p.
5. Plotnikova L.S. Dekorativnye derevya, kustarniki i liany [Ornamental trees, shrubs and lianas]. M. [Moscow]: ZAO «Fiton +» [CJS Company «Fiton +»], 2007. 127 p.

Информация об авторе

Смирнова Зарема Ибрагимовна, канд. биол. наук, зав. отделом
E-mail: zsmirn@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН
127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, д. 4

Information about the author

Smirnova Zarema Ibragimovna, Cand. Sci. Biol., Head of Department
E-mail: zsmirn@mail.ru
Federal State Budgetary Institution for Science Main Botanical Garden RAS
127276, Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

О.В. Шелепова

канд. биол. наук, ст. н. с.

Л.И. Возна

н.с.

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки

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

Сравнительная оценка влияния опада древесных растений на свойства дерново-подзолистых почв дендрария ГБС РАН

Приведен сравнительный анализ основных характеристик листового опада и агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы дендрария ГБС РАН в культурах клена платановидного, груши уссурийской и туи западной. Почва в культуре клена платановидного и туи западной имеет в 3,5–4,8 раза ниже гидролитическую кислотность, содержит в 2,5–3 раза больше обменных оснований, а степень насыщенности ими на 56 % выше, содержание обменного кальция в 1,5–2,2 раза и нитратных форм азота в 0,7–1,8 раза больше, подвижных форм фосфора в 1,3–1,8 раз и калия в 2,2–3,6 раз меньше по сравнению с почвой в культуре груши уссурийской.

Установлено, что почва в культурах в целом характеризуется более высоким плодородием и улучшенными агрохимическими свойствами по сравнению с целинной почвой.

Ключевые слова: культуры клена платановидного, груши уссурийской и туи западной, листового опад, плодородие почв, агрохимические показатели.

O.V. Shelepova

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

L.I. Vozna

Researcher

E-mail: lab-physiol@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science

Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS,
Moscow

Comparative Evaluation of the Effect of Woody Plant Leaf Litter on Sod-podzolic Soils in Arboretum of the MBG RAS

The study has been carried out at expositions of *Acer platanoides*, *Pyrus ussuriensis*, and *Thuja occidentalis*. Compared with plantation of *Pyrus ussuriensis*, hydrolytic acidity at the expositions of *Acer platanoides* and *Thuja occidentalis* was 3.5–4.8 times lower; content of exchangeable bases – 2.5–3 times higher; degree of saturation – 56 % higher, content of exchangeable calcium and nitrate forms of nitrogen – 1.5–2.2 times higher and 0.7–1.8 times higher, respectively; content of mobile forms of phosphorus and potassium – 1.3–1.8 times lower and 2.2–3.6 times lower, respectively. Compared with sites outside the plantations, fertility and agrochemical characteristics of the soil within the area of tree plantations are typically higher.

Keyword: *Acer platanoides*, *Pyrus ussuriensis*, *Thuja occidentalis*, plantations, leaf litter, soil fertility, agrochemical characteristics.

Плодородие дерново-подзолистых почв дендрария ГБС РАН воспроизводится и регулируется растительными сообществами, произрастающими на этих почвах, и в тоже время от него зависит состояние биогеоценозов. Влияние интродуцентов на почву, прежде всего, проявляется в образовании нового органического горизонта – подстилки-опада [1]. Известно, что ее накопление и последующие превращения

зависят от количества, состава и времени поступления опада, а также скорости его разложения, определяемой климатическим, почвенными и биотическим факторами. В опаде происходит значительное накопление элементов питания и вторичных метаболитов – полифенолов, танинов, лигнина. Большая часть почвенных биоценозов для обеспечения своих жизненных потребностей в пище и энергии используют

водорастворимые низко- и среднимолекулярные органические вещества, которые поступают в почву непосредственно из листового опада [2]. При всех благоприятных условиях процессы разложения органического вещества опада протекают интенсивно, часть из них минерализуется до углекислого газа и воды. Некоторая часть поступающего органического вещества частично иотребляется почвенными организмами, а частично конденсируется в сложные гуминоподобные соединения, менее подверженные различного рода трансформациям. Постепенное преобразование этих веществ и обеспечивает плодородие почв.

Характер и скорость разложения листового опада, скорость гумусообразования поступающих органических веществ зависит от многих экологических факторов, основными из которых являются степень увлажнения, температурный режим, доступность кислорода воздуха [3].

Целью данной работы было исследование влияния листового опада разного состава на плодородие почв и оценка возможности его использования как естественного удобрения, поддерживающего плодородие почв дендрария.

Материалы и методы исследований

В качестве объектов исследования отобраны монопосадки клена платанолистного (*Acer platanoides* L.), груши уссурийской (*Pyrus ussuriensis* Максим. ex Rupr.) и туи западной (*Thuja occidentalis* L.), при этом контролем была целина (участок без растительности). В 2014 г. в течение вегетационного периода (27 мая, 30 июня, 27 июля и 29 сентября) были отобраны смешанные образцы из слоя 0–10 см. В образцах почвы определяли нитратный азот дисульфифеноловым методом в модификации Шаркова, обменную кислотность (рН солевой) ионометрически, гидролитическую кислотность по Кашену, степень насыщенности основаниями, обменный кальций, подвижный фосфор и калий по Кирсанову.

Дерново-подзолистая почва дендрария без посадок имела следующие химические показатели: рН 6,7; гидролитическая кислотность 1,6 мг-экв/100 г; сумма легкорастворимых солей 84,1 мкСм; степень насыщенности основаниями 95,7 %; содержание обменного кальция 212 мг/100 г; гумуса 6,05 %; нитратных форм азота 0,1 мг/100 г; подвижного фосфора 51,0 мг/100 г; подвижного калия – 11,0 мг/100 г.

Год наблюдения (2014 г.) несколько отличался от средних многолетних наблюдений по температурному режиму и количеству выпавших осадков в течение вегетационного периода. Май был на 2,9 °С теплее среднего многолетнего и общая сумма осадков на 137 % выше нормы. А в целом весна этого года была теплее – средняя температура составила +8,6 °С (аномалия +3,0 °С), но осадкам при норме 129 мм выпало 110 мм (85 % от нормы). Средняя температура за

летние месяцы в 2014 году была +18,8 °С, количество выпавших осадков – 162 мм. Аномалия по температуре составила +1,7, по количеству выпавших осадков – 66 % (максимально засушливым был июль – 4 % месячной нормы осадков). Сентябрь был одним из самых сухих месяцев с 1948 года – 65 мм (58 % месячной нормы осадков).

Результаты исследований и обсуждение

На экспозициях вещества, поступающие с опадом растительных остатков в почву, в большинстве случаев не выносятся за пределы данного биогеоценоза и почти полностью реализуются на месте. На почву под древесными культурами ежегодно поступает значительное количество опада, который представляет собой сложный многокомпонентный комплекс. Хвою, листья, труху, чешуйки, семена, траву и мелкие (диаметром до 5 мм) ветки объединяют в активную фракцию, играющую наиболее важную роль в гумусообразовании [4]. Высокое содержание активной фракции указывает на благоприятные условия для разложения опада и высокие темпы этого процесса. Напротив, преобладание полуразложившихся растительных остатков свидетельствует о заторможенной минерализации опада [5]. Почти 85 % опада в посадках груши уссурийской и клена платанолистного представлено активной фракцией, что на 20–25 % превышает аналогичный показатель культуры туи западной. При этом содержание и запас неактивной фракции (шишки, кора, более крупные ветки) в данных опадах заметно меньше. Это является еще одним подтверждением более быстрых, в сравнении с опадом туи, темпов ее разложения и биологического круговорота в целом [4]. В немаловажной степени это обусловлено гораздо большей населенностью посадок груши уссурийской и клена платанолистного почвенными микроорганизмами и беспозвоночными животными, играющими важную роль в трансформации органических остатков. Кроме того, опад груши уссурийской и клена платанолистного содержит большее количество зольных соединений и обогащен азотом, что также способствует более быстрой его трансформации – к концу июня опад груши уссурийской и клена платанолистного был полностью минерализован, тогда как в культуре туи западной присутствовала подстилка из опада прошлого года, что указывает на более слабую степень его разложения.

Рассмотрим влияние разложения и минерализации листового опада на свойства почвы. Как видно из таблицы 1, почва в посадке клена платанолистного и туи западной характеризуется менее кислой реакцией, почти 3,5–4,8 раза меньшей гидролитической кислотностью (2,6–3,5 и 12,4 мг-экв. / 100 г), содержит в 2,5–3 раза больше обменных оснований, а степень насыщенности ими на 56 % выше (89,2–89,7 и 42,0 %), содержание обменного кальция в 1,5–2,2 раза выше по сравнению с

Таблица 1. Агрохимические показатели почв в культурах (июнь 2014 г.)

Показатель	Груша уссурийская	Клен платанолистный	Туя западная
Влажность, %	19,4	19,1	24,2
pH	4,5	6,4	6,0
Гумус, %	5,43	6,93	7,03
Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г	12,4	2,6	3,5
Σ легкорастворимых солей, мкСм	165,4	54,3	108,9
Сумма обменных оснований, мг/100 г	9,0	22,6	29,0
Степень насыщенности основаниями	42,0	89,7	89,2
Обменный Са, мг/100 г	136,0	207,0	300,0
Нитратный азот, мг/100 г	0,97	0,72	1,75
Подвижный фосфор, мг/100 г	85	68	44
Подвижный калий, мг/100 г	48,0	22,0	13,5

почвой в культуре груши уссурийской. При этом влажность почвы в культуре туи западной была на 5 % выше, чем в культурах клена платанолистного и груши уссурийской. Такие физико-химические показатели в сочетании с экологическими факторами (температурным режимом и осадками) способствуют активному разложению опада микроорганизмами разных групп: в кислой среде – сапрофитными бактериями и гнилостными грибами, в нейтральной – спорообразующими бактериями и актиномицетами [3].

Учитывая важную роль опада в образовании гумуса в почвах, следовало ожидать несколько большее его содержание в минеральных горизонтах под культурами по сравнению с целиной. Однако, полученные нами результаты неоднозначны. Так, в сравнении с целиной содержание гумуса в горизонте 0–10 см в посадках клена платанолистного и туи западной оказалось выше, а в посадках груши уссурийской – ниже. Последнее, возможно, связано с тем, что в составе гумуса почв культуры груши преобладают фульвокислоты, обладающих высокой подвижностью и миграционной способностью в нижележащие горизонты [2].

Известно, что одним из основных компонентов гумуса является азот. Поэтому содержание нитратных форм элемента в исследуемых почвах в целом отражает распределение в них гумуса. По сравнению с культурой туи западной, в почве под культурой груши уссурийской содержание нитратных форм азота в 1,8 раза меньше.

В отличие от азота, общее содержание фосфора и калия не обнаруживает четкой взаимосвязи с гумусом. Это объясняется тем, что основная масса их соединений сосредоточена в минеральной части почвы, вследствие чего значения данных показателей в большей степени обусловлены ее минералогическим составом, который, в свою очередь, тесно взаимосвязан с составом гранулометрическим. Минеральные горизонты в культурах клена платанолистного и груши уссурийской тяжелые суглинки, основная часть фракции физической глины, доминирующей в этих почвах, состоит

из вторичных глинистых минералов, которые являются главным источником калия. Тогда как почвы в культуре туи западной – легкий суглинок, с достаточно высоким содержанием супеси. Это во многом объясняет различия содержания подвижных форм калия: минимальное количество элемента в культуре туи западной и более высокие его уровни в культурах груши уссурийской и клена платанолистного. Кроме того, в целом большее содержание калия в минеральной толще под грушей уссурийской, в известной мере, может быть обусловлено и его поступлением из опада, где содержание данного элемента значительно выше [6]. По этой же причине значительно больше (в 1,3–1,9 раза) содержится в почве данной культуры и соединений фосфора. И это несмотря на кислую реакцию среды, способствующую вымыванию данных элементов в нижележащие горизонты.

Для оценки трансформации плодородия почв дендрария ГБС РАН под влиянием листового опада и взаимосвязи «растительность–почва» наиболее информативными показателями являются динамические характеристики плодородия почв (рис. 1).

Результаты наших исследований показали, что содержание обменного кальция, элемента способствующего разложению органического вещества на всех стадиях из-за стимуляции роста грибов белой гнили [7], мало подвержено изменениям в течение вегетационного периода (рис. 1а). Наблюдалось снижение (~ 10 %) содержания элемента в самый засушливый период в почвах с практически нейтральной средой в культурах клена платанолистного и туи западной. И было стабильным в течение всего периода наблюдений в кислой почве культуры груши уссурийской.

Наиболее противоречивые данные наблюдались в динамике суммы легкорастворимых солей в почвах (рис. 1б). При ожидаемом повышении уровня данного показателя в самый засушливый период (июль) за счет насыщенности и высокой концентрации солей в почвенном растворе, оно не зафиксировано ни в почвах культуры клена платанолистного, ни в культуре

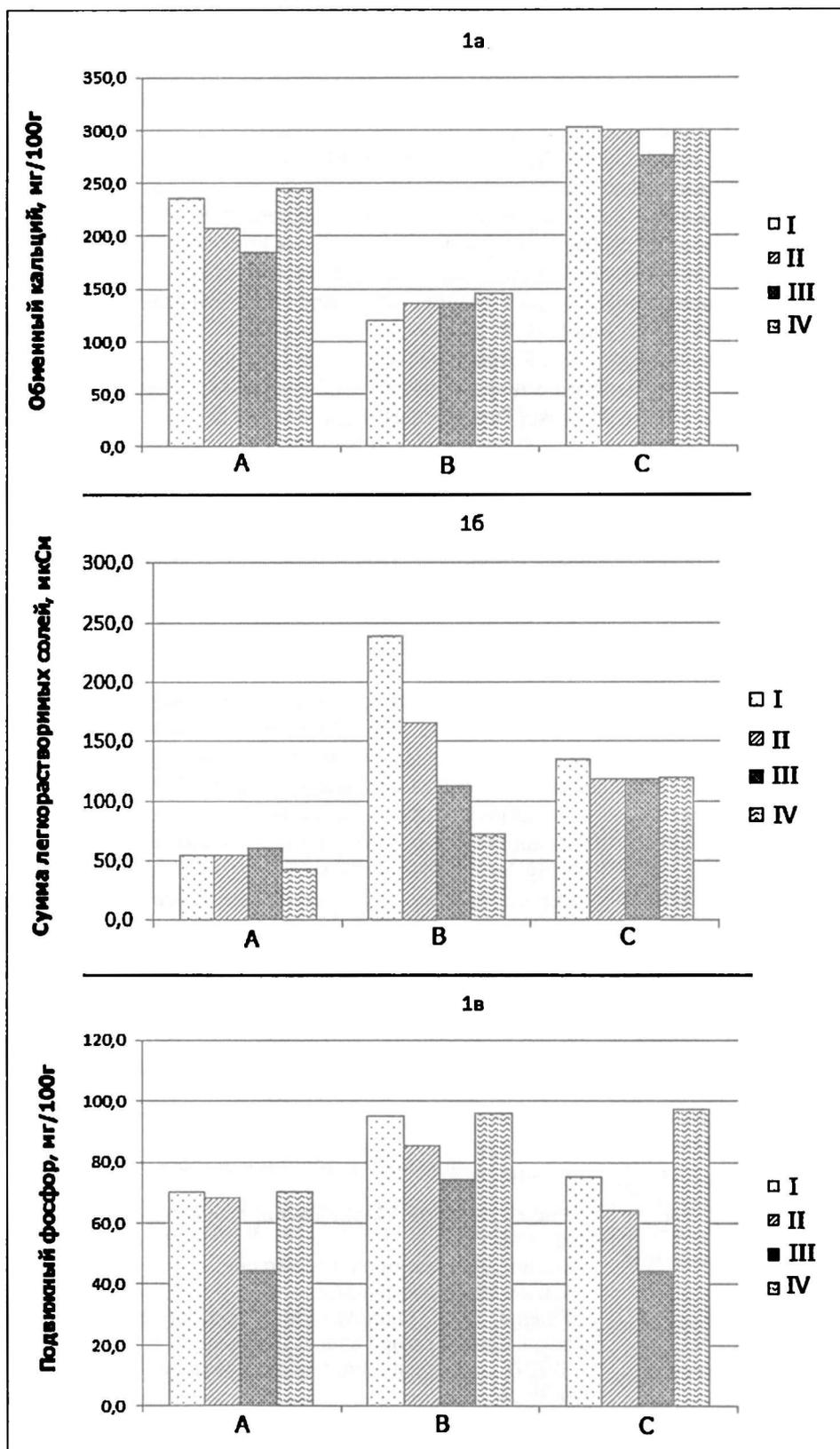


Рис. 1. а) Динамика обменного кальция в почвах
 б) Динамика суммы легкорастворимых солей в почвах
 в) Динамика подвижного фосфора в почвах.
 А – клен платанолистный; В – груша уссурийская;
 С – туя западная;
 I – май, II – июнь, III – июль, IV – сентябрь

туи западной. А в почвах культуры груши уссурийской даже наблюдалось снижение суммы легкорастворимых солей на 32 % по сравнению с июнем.

В целом за весь период наблюдений содержание подвижных форм фосфора было выше в почвах в культуре груши уссурийской, чем в культурах туи западной и клена платанолистного (рис. 1в). В динамике элемента во всех вариантах зафиксировано два пика повышения содержания (в мае и сентябре) и минимум в июле.

Наиболее информативным показателем трансформации плодородия в зависимости от экологических факторов может быть динамика нитратных форм азота в почвах, коррелирующая с количеством выпавших осадков и температурным режимом. Эти два фактора определяют интенсивность микробиологической деятельности и миграции элемента в нижележащие горизонты. В динамике нитратных форм азота наблюдался максимум в конце мая (май был теплее и более влажным по сравнению со средними многолетними показателями) за счет интенсивной деструкции органического материала опада. И минимум – в самом засушливом месяце наблюдений июле. К концу наблюдений в сентябре при поступлении нового опада и с началом его минерализации наблюдалось повышение содержания (в 5–9 раз) нитратных форм азота в почвах всех культур.

Таким образом, проведенные сравнительные исследования обнаружили в целом несколько лучшие агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы в культурах клена платанолистного, груши уссурийской и туи западной в сравнении с целинными почвами. Поэтому лиственный опад следует использовать как естественное удобрение, поддерживающее плодородие почв дендрария.

Список литературы

1. Белякова О.И. Многолетняя динамика разложения растительного опада в основных экосистемах Центральной лесостепи // Дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 2001. 201 с.
2. Дидур О.А. Экологические особенности взаимодействия листового опада и почв ольховых биогенценозов в эксперименте // Экология и ноосферология. 2003. Т. 14, № 3–4. С. 98–104.
3. Громова В.С. Разложение растительного опада сухостепной зоны под влиянием различных факторов // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1973. 25 с.
4. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. М.: Лесн. Промышленность, 1981. 264 с.
5. Попова Э.П., Горбачев В.Н. Особенности формирования и свойства подстилок лесных биогенценозов Среднего Приангарья // Почвоведение. 1988. № 1. С. 109–116.
6. Бариева Р.Н. Анализ химического состава и листового опада в комплексе мероприятий по мониторингу атмосферы Нижнекамской промышленной зоны // Дис. ... канд. хим. наук. Казань, 2014. 190 с.
7. Орлова М.А. Элементарная единица лесного биогенотического покрова для оценки экосистемных функций лесов // Тр. Карельского научного центра РАН. 2013. № 6. С. 126–132.

References

1. Belyakova O.I. MnoGolctnyaya dinamika razlozheniya rastitel'nogo opada v osnovnykh ekosistemakh Tsentral'noy lesostepi [Long-term dynamics of deciduous litter decomposition in the major forest ecosystems of Central] // Diss. na soiskanie stepeni kand. biol. Nauk [Diss. for the degree of PhD. them. sciences]. Voronezh, 2001. 201 p.

2. Didur O.A. Ekologicheskie osobennosti vzaimodeystviya listovogo opada i pochv olkhovykh biogeotsenozov v eksperimente [Ecological features of the interaction of deciduous litter and soil alder biogeocenosis experiment] // Ekologiya i noosferologiya [Ecology and noosferologiya]. 2003. Vol. 14. № 3–4. Pp. 98–104.

3. Gromova V.S. Razlozhenie rastitel'nogo opada sukhastepnoy zony pod vliyaniem razlichnykh faktorov [The decomposition of deciduous litter dry steppe zone under the influence of various factors] // Aftoref. dis. kand. biol. Nauk [Author. Dis. cand. biol. sciences]. M. [Moscow], 1973. 25 p.

4. Karpachevskiy L.O. Les i lesnye pochvy [Forest and forest soils] // L.O. Karpachevskiy. M. [Moscow]: Lesn. Prom-st [Timber industry], 1981. 264 p.

5. Popova E.P., Gorbachev V.N. Osobennosti formirovaniya i svoystva podstilok lesnykh biogeotsenozov Srednego Priangarya [Features of the formation and properties of the deciduous litter of forest ecosystems of the Middle Angara region] // Pochvovedenie [Eurasian Soil Science]. 1988. № 1. Pp. 109–116.

6. Barieva R.N. Analiz khimicheskogo sostava i listovogo opada v komplekse meropriyatii po monitoringu atmosfery Nizhnekamskoy promyshlennoy zony [Analysis of the chemical composition and deciduous litter in a complex of measures for monitoring the atmosphere of Nizhnekamsk industrial zone] // Diss. na soiskanie stepeni kand. him. nauk [Diss. for the degree of PhD of him. sciences]. Kazan, 2014. 190 p.

7. Orlova M.A. Elementarnaya edinitsa lesnogo biogeotsenoticheskogo pokrova dlya otsenki ekosistemnykh funktsiy lesov [The elementary unit of forest cover biogeocenotic to assess forest ecosystem functions] // Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN [Transactions of Karelian Research Centre of Russian Academy of Sciences]. 2013. № 6. Pp. 126–132.

Информация об авторах

Шелепова Ольга Владимировна, ст. н. с., канд. биол. наук

Возна Лилия Ивановна, н. с.

E-mail: lab-physiol@mail.ru

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

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

Information about the authors

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

Vozna Liliya Ivanovna, Researcher

E-mail: lab-physiol@mail.ru

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

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

В.И. Шатило

канд. биол. наук, ст. н. с.

В.В. Кондратьева

канд. биол. наук, ст. н. с.

Л.С. Олехнович

М.Н.С.,

Г.Ф. Бидюкова

М.Н.С.

О.Л. Енина

инженер

О.В. Шелепова

канд. биол. наук, ст. н. с.

E-mail: lab-physiol@mail.ru

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

Влияние естественного и спектрального света на устойчивость растений *Tagetes patula* L. к солевому стрессу

Изучали влияние дополнительной к естественному освещению двенадцатичасовой досветки красным светом (max 660 нм) или синим светом (max 400 нм) на устойчивость к солевому стрессу растений *Tagetes patula* L. Установлено, что спектральный свет не влиял на рост и сроки наступления фазы цветения. Красный свет вызывал снижение накопления ионов Na^+ и Cl^- , а синий свет – выхода электролитов. Действие красного света сопровождалось существенным повышением уровня салициловой кислоты, а синего света – незначительным увеличением содержания АБК.

Ключевые слова: спектральный свет, *Tagetes patula* L., солевой стресс, салициловая кислота, АБК.

V.I. Shatilo

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

V.V. Kondrateva

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

L.S. Olecknovich

Junior Research

G.F. Bidukova

Junior Researcher

O.L. Enina

Engineer

O.V. Shelepova

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: lab-physiol@mail.ru

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

Effect of Natural and Spectral Light on *Tagetes patula* L. Plant Resistance to Salt Stress

The plants, grown under natural light conditions, were exposed to additional spectral light for 12 hours daily, in two variants: spectral red light (max 660 nm) or blue one (max 400 nm). Spectral light was shown to have no effect on growth characteristics and time of flowering. Red light caused a reduction of accumulation of Na^+ and Cl^- ions and significant increase of salicylic acid content. Blue light caused a reduction of electrolyte leakage and slight increase of ABA content.

Keywords: spectral light, *Tagetes patula* L., salt stress, salicylic acid, ABA.

Спектральный свет в сочетании с естественным освещением может существенно изменить интенсивность ряда метаболических процессов (фотосинтез, усвоение азота)

у оранжевых культур, что приводит к повышению их урожайности [1]. В последнее время большое внимание уделяется изучению роли света в стрессоустойчивости

растений, в том числе к засолению [2]. Большая концентрация солей в городских почвах от применения антигололедных реагентов в зимний период, оказывает негативное влияние на рассадку декоративных растений, используемых в городском озеленении. Солевой стресс значительно снижает рост растений, биомассу, подавляет энзиматическую активность, вызывает возрастание уровня свободных радикалов, особенно соединений активного кислорода, результатом чего является окислительный и, как следствие, осмотический стресс. Установлено, что и фоторецепторы красного света фитохромы, и фоторецепторы синего света криптохромы участвуют в формировании защитных реакций на засоление [3, 4]. В ряде экспериментов показано, что у растений, экспонируемых на свету, обогащенном красным светом, изменяется метаболизм фотосинтеза, в их клетках индуцируется синтез веществ, способствующих адаптации к засухе и почвенному засолению [3]. Положительное влияние на рост и развитие овсяницы тростниковой на фоне солевого стресса оказал красный свет гелий-неонового лазера (632,8 нм). Предварительное облучение ее проростков уменьшало снижение веса, количество свободных радикалов, способствовало активности антиоксидантных ферментов и, в итоге, улучшало рост и развитие растений [5].

Пути трансдукции светового сигнала и ответного сигнала на абиотические стрессоры взаимодействуют в формировании защитной сигнальной системы растения. Неотъемлемой составной частью каскадных протекторных механизмов является абсцизовая (АБК) и салициловая (СК) кислоты.

СК участвует в регуляции важнейших физиологических процессов, таких как фотосинтез, метаболизм азота, пролина, глицилбетаина, сохранении водного баланса растений, активации пусковых механизмов антиоксидантных протекторных систем в ответе растений на абиотические стрессы [6]. Роль СК в индукции толерантности к солевому стрессу была неоднократно отмечена у ряда растений [7–9]. В частности, на горчице показано, что обработка 0,5 мМСК смягчала солевой стресс, вызванный применением 100 мМNaCl: улучшала фотосинтез и рост растений, повышая уровень ферментов аскорбат-глутатионового пути и вызывая стабилизацию редокс-баланса [7].

АБК является одним из основных компонентов пусковой системы каскадных реакций формирующих ответы на абиотический стресс, в том числе и на солевой. Возникающая при засолении почвы дегидратация клеток и, как следствие этого, осмотический стресс инициируют биосинтез эндогенной АБК, которая играет роль триггера в запуске системы протекторных реакций растения [10].

Экзогенное применение АБК для обработки семян риса существенно уменьшило солевой стресс, снижая в клетках концентрацию ионов Na^+ и Cl^- , соотношение K^+/Na^+ , способствовало возрастанию концентрации ионов K^+ и Ca^{2+} , накоплению пролина и растворимых сахаров [11].

Поглощение ионов Na^+ и Cl^- из почвы и распределение этих ионов в растении является существенным компонентом солевой устойчивости. Для сохранения клеточного

ионного гомеостаза важно накопление ионов Na^+ и Cl^- в вакуолях и поддержание физиологической концентрации K^+ в цитоплазме. Способность растений исключать ионы Na^+ и Cl^- из транспирационного потока от корней в побеги связана с солевой толерантностью у многих видов. Поддержание интенсивного поглощения K^+ и высокого соотношения K^+/Na^+ в цитоплазме является также существенным, поэтому содержание этих ионов часто используется для характеристики солевой толерантности растений [12].

На синтез веществ, участвующих в каскаде протекторных реакций может влиять спектральный свет. Литературные источники указывают на неоднозначный ответ на его воздействие. Так, иррадиация красным светом вызывала повышение уровня СК, синтезированной *de novo* у сои. Аналогичная реакция отмечена при облучении дальним красным светом у подсолнечника, но синий свет и красный свет снижали уровень СК в тканях его проростков [13, 14]. Возможно, обработка спектральным светом позволяет растениям подготовиться к переключению метаболических процессов на адаптационный режим.

Целью нашей работы было определить влияние совместного освещения естественным и спектральным (красным или синим) светом на устойчивость растений *Tagetes patula* к засолению почвы.

О степени адаптации растений судили по их морфологическому состоянию, изменению целостности мембран клеток листьев, выходу из клеток ионов Na^+ , K^+ , Cl^- , уровню СК и АБК в тканях листьев.

Материалы и методы

Объектом исследования был выбран низкорослый сорт *Tagetes patula* Кармен, используемый в городском озеленении, где почва часто бывает засолена химическими антигололедными реагентами. Опыт проводили в лаборатории экологической физиологии и иммунитета растений ГБС, методом песчаной культуры. Рассадку тагетеса в фазе 5–7 листа высаживали в сосуды с песком по 25 растений в варианте в трехкратной повторности. Полив дистиллированной водой. Питание – смесь Кнопа. В течение 34 суток растения подвергали дополнительной к естественному освещению досветке красным светом (max 600 нм) или синим светом (max 400 нм) по 12 часов в сутки ($t^{\circ} +18^{\circ}$, влажность воздуха 85 %). В качестве источника спектрального света использовали светодиодные лампы компании Фокус (Россия) модели ПС – 2 (УСС – 12). Контролем служили растения, выращенные при естественном освещении. В день окончания досветки было проведено засоление почвы 137 мМоль NaCl у половины растений во всех трех вариантах, вторая половина – контроль без засоления.

Пробы для биохимических анализов СК и АБК брали на второй день после засоления. Анализы проводили в трех повторностях (по 5 растений каждая). О состоянии мембран клеток судили по общему выходу электролитов из клеток листьев. Навеску листьев 0,3 гр заливали 25 мл бидистиллированной воды и помещали в

термостат (22 °С) на 24 часа. После измерения на кондуктометре электропроводности растворов, листья с элюатом в течение 0,5 часа подвергали кипячению на водяной бане для полной деструкции клеточных мембран. Далее вычисляли процент выхода электролитов по отношению к их общему содержанию, которое измеряли после кипячения. Общую концентрацию ионов K^+ , Na^+ и Cl^- в клетках листа определяли потенциометрически с использованием ионоселективных электродов. Содержание СК и АБК определяли из одной навески. 1 гр сырых листьев заливали 96° этанолом (1:30) и растирали в ступке, после остывания экстракт сливали, твердый остаток заливали 80° этанолом (1:20), помещали на 1 час при $t^{\circ} +3$ °С. Процедуру повторяли два раза. Объединенный экстракт упаривали на ротационном испарителе ($t^{\circ} +50$ °С) до водного остатка, который делили на две равные части. Далее очистка для выделения СК и АБК проводилась по модернизированным в лаборатории методикам [15, 16]. На заключительном этапе использовали метод ВЭЖХ на изократической системе Стайлер (Россия), колонка с обращенной фазой RP-18 (фирма Phenomenex), подвижная фаза – ацетонитрил: вода: уксусная кислота (50:50:1), спектрофотометрическое детектирование при 254 нм по внешнему стандарту.

Результаты и обсуждение

После окончания 34-х суточной досветки красным и синим светом существенных различий по морфологическому состоянию растений не выявлено. Как у опытных, так и у контрольных растений отмечен хороший тургор развитых листьев, во всех вариантах началась бутонизация у 30 % растений, а в варианте с синим светом бутоны были лучше развиты почти у 50 % растений. Выход электролитов из клеток листьев после окончания досветки повысился по сравнению с исходным, но в опытных вариантах меньше, чем в контроле. Воздействие красного света вызвало увеличение содержания салициловой и абсцизовой кислот. Все это указывает на изменение гомеостаза клеток листьев и начало перестройки метаболических процессов.

В первый день после засоления в вариантах с дополнительным красным светом или синим светом не было признаков увядания и осмотического стресса, тогда как у растений на естественном свету началось интенсивное увядание листьев. При этом во всех опытных вариантах солевой стресс сопровождался повышенным накоплением ионов Na^+ , однако, если в варианте с естественным освещением этот показатель составил 1,3 раза, а в варианте с дополнительным синим светом 1,5 раза, то в варианте с красным светом разница с контролем без засоления была несущественной (рис. 1А). Концентрация ионов Cl^- во всех изученных вариантах существенно возросла при засолении по сравнению с контролем, однако наименьшим этот показатель был в варианте с досветкой красным светом (рис. 1Б). Важным показателем нарушения ионного гомеостаза клеток растений при солевом стрессе является снижение содержания ионов K^+ . Оно было максимальным в варианте с

красным светом – в 3,6 раза по сравнению с контролем, и минимальным при естественном освещении (рис. 1В). Общий выход электролитов из клеток листьев возрос во всех вариантах по сравнению с контролем (рис. 2). При этом в варианте без досветки процент прироста был максимальным – 25 %, в варианте с досветкой синим светом он составил 10 %, а с красным светом – почти 20 %. Полученные результаты указывают на начало деструктивных процессов в тканях листьев. Однако, по совокупности показателей можно сказать, что у растений, подвергшихся воздействию спектрального света, особенно красного, эти процессы идут медленнее, сохраняется избирательная проницаемость мембран клеток для отдельных ионов и небольших молекул, включая воду.

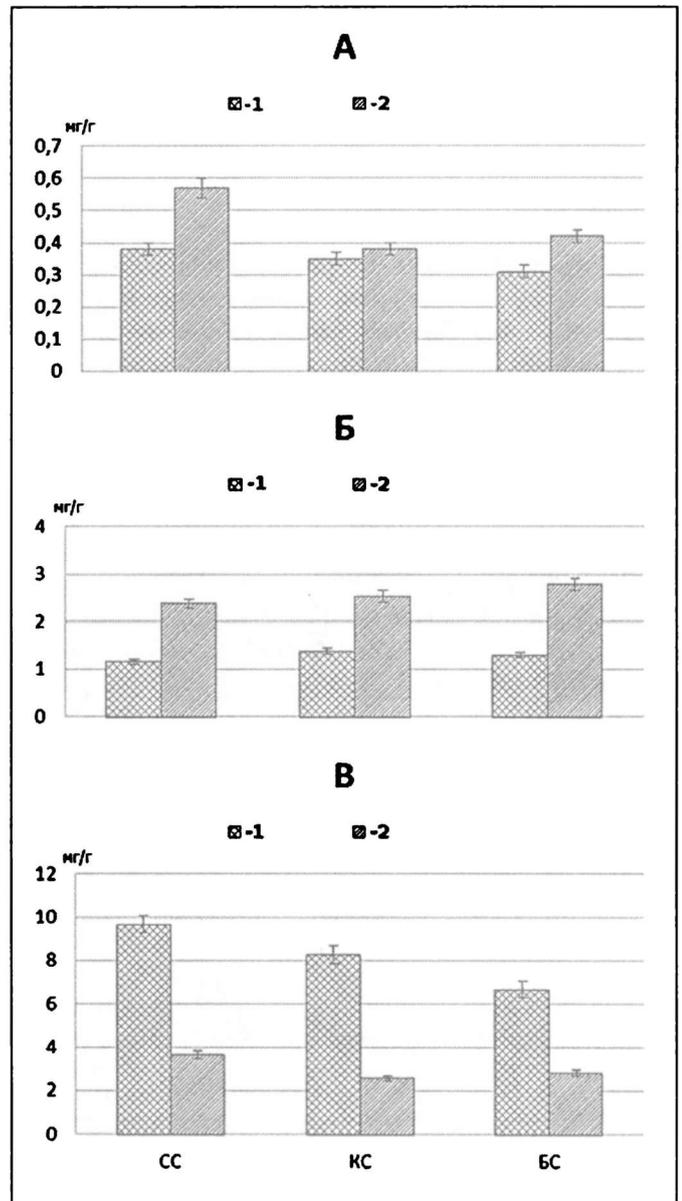


Рис. 1. Содержание ионов Na^+ (А), Cl^- (Б) и K^+ (В) в клетках листьев тагетеса, мг/г сырой массы; СС – синий свет; КС – красный свет; БС – естественное освещение; 1 – контроль; 2 – засоление

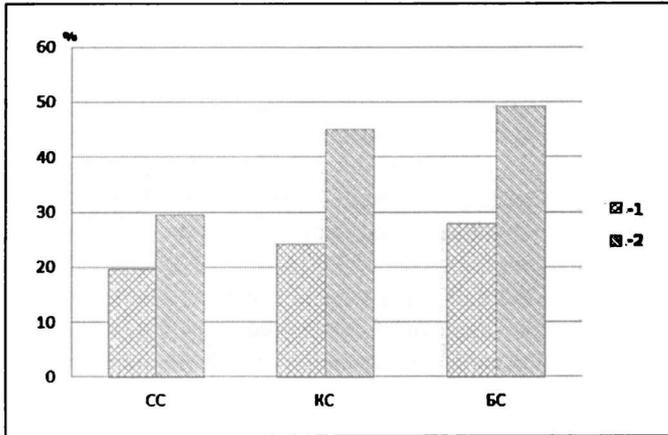


Рис. 2. Выход электролитов из клеток листьев тагетеса % к общему содержанию электролитов, $P \leq 5\%$. Условные обозначения те же, что на рис. 1

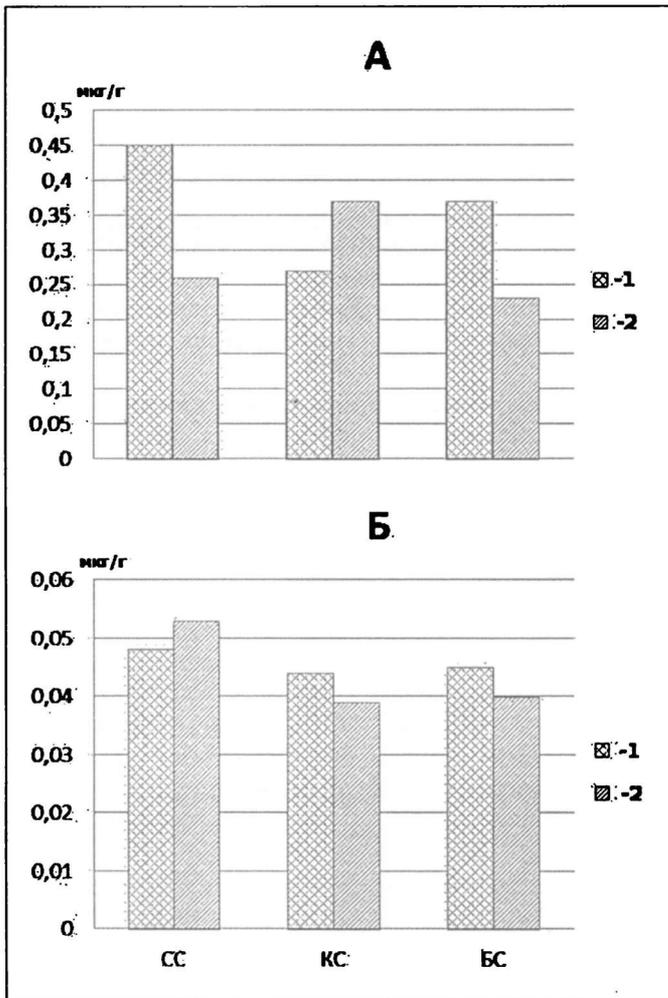


Рис. 3. Содержание салициловой (А) и абсцисовой (Б) кислот в тканях листьев тагетеса в мкг/г сырой массы, $P \leq 5\%$. Условные обозначения те же, что на рис. 1

Действие абиотического стресса (в данном случае засоления) вызывает выброс активных форм кислорода и других свободных радикалов, которые повреждают мембраны клеток, увеличивая их деградацию и текучесть.

Включение системы протекторных реакций, блокирующих образование свободных радикалов и нивелирующих воздействие окислительного стресса на мембраны, связано с изменением уровня СК и АБК [17]. Недостаток или избыток СК может вызвать стресс, так как контроль содержания активных форм кислорода в клетке усиливается или ослабевает в зависимости от инициации того или иного пути синтеза ферментов антиоксидантной защиты [18]. В нашем эксперименте при солевом стрессе уровень СК снизился в варианте без досветки и с досветкой синим светом, в то время как досветка красным светом вызвала существенное возрастание содержания этого фенола по сравнению с контролем без засоления (рис. 3А). Эти данные, рассмотренные вместе с показателями накопления Na^+ и Cl^- в токсичных концентрациях, указывают на то, что красный свет индуцировал солевую толерантность у растений тагетеса, медиатором которой, возможно, являлась СК.

Абсцизовая кислота связана с контролем экспрессии генов при различных абиотических стрессах. Солевой стресс у ряда растений вызывал синтез эндогенной АБК, ее повышенное содержание отмечено в листьях солеустойчивого гибрида кукурузы [19]. Экзогенное применение АБК индуцирует гены, которые обычно активируются засолением, что приводит к накоплению осмопротекторов [11].

В нашем эксперименте уровень АБК при засолении незначительно снизился по сравнению с контролем в варианте с естественным освещением и досветкой красным светом, а возрос только в клетках растений, досвеченных синим светом (рис. 3Б).

Таким образом, добавление, как красного света, так и синего света к естественному освещению вызывало изменения метаболизма у *Tagetes patula*, направленные на сохранение гомеостаза клеток, стабилизацию их мембран и выживание растений. Воздействуя на различные фоторецепторы, узкоспектральный свет, через посредничество АБК и СК активирует различные этапы протекторных реакций и формирует у растения транзитную солеустойчивость.

Список литературы

References

- Margit Olle, Akvile Viršilė. The effects of light emitting diode lighting on greenhouse plant grows and quality. // Agricultural and food science. 2013. Vol. 22. Pp. 223–234.
- Ahmad P., Azooz M.M., Prasad M.N.V. Salt stress in plant. Signalling, osmics and adaptation. Springer. 2013. 497 p.
- Cockburn W., Whitlam G. C., Broad A., Smith J. The participation of phytochrome in the signal transduction pathway of salt stress responses in *Mesembryanthemum crystallinum* L. // Journ. Exp. Bot. 1996. Vol. 47(5). Pp. 647–653.
- Xu P., Xiang Y., Zhu H. at all. Wheat Cryptochromes: Subcellular Localization and Involvement in Photomorphogenesis and Osmotic Stress Responses. // Plant Physiol. 2009. Vol. 149 (2). Pp. 760–774.

5. Gao L.M., Li Y.F., Han R. He-Ne laser preillumination improves the resistance of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) seedlings to high saline conditions. // *Protoplasma*. 2015. Vol. 252(4). Pp. 1135–1148.
6. Miura K., Nada Y. Regulation of water, salinity and cold stress responses by salicylic acid. // *Front. Plant Sci*. 2014, Jan. 23. 5:4.
7. Nazar R., Umar S., Khan N.F. Endogenous salicylic acid improves photosynthesis and growth through increase in ascorbate-glutathione metabolism and S assimilation in mustard under salt stress. // *Plant Signal Behav*. 2015. Vol. 10(3). Pp. 428–435.
8. Palma F., Lopez-Gomez Z.M., Tejera N.A. Lluch C. Salicylic acid improves the salinity tolerance of *Medicago sativa* in symbiosis with *Sinorhizobium meliloti* by preventing nitrogen fixation inhibition. // *Plant Sci*. 2013. Vol. 208. Pp. 75–82.
9. Khan M.I.R., Asgher M., Khan N.A. Alleviation of salt-induced photosynthesis and growth inhibition by salicylic acid involves glycinebetaine and ethylene in mungbean (*Vigna radiata* L.) // *Plant Physiol. Biochem*. 2014. Vol. 80. Pp. 67–74.
10. Zhang D.P. Abscisic Acid: Metabolism, Transport and Signaling. // Springer. 2014. 465 p.
11. Gurmanil A. R., Bano A., Khan S. U. et al. Alleviation of salt stress by seed treatment with abscisic acid (ABA), 6-benzylaminopurine (BA) and chlormequat chloride (CCC) optimizes ion and organic matter accumulation and increases yield of rice (*Oryza sativa* L.) // *Australian journal of crop science*. 2011. Vol. 5 (10) Pp. 1278–1285.
12. Munns R., Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. // *Ann. Rev Plant Biol*. 2008. Vol. 59. Pp. 651–681.
13. Dhakai R., Park E., Lee S.W., Back K.H. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Sprouts Germinated under Red Light Irradiation Induce Disease Resistance against Bacterial Rotting Disease. // *PLoS One*. 2015.10 (2): e0117712, Feb. 3.
14. Kurepin L.V., Walton L.J., Reid D.M., Chinnappa C.C. Light regulation of endogenous salicylic acid levels in hypocotyls of *Heliantus annuus* seedlings. // *Botany*. 2010. Vol. 88. Pp. 668–674.
15. Шелепова О.В., Кондратьева В.В., Воронкова Т.В. и др. Физиолого-биохимические аспекты длительного воздействия на растения мяты света неизменного спектрального состава. // *Бюл. Гл. ботан. сада*. 2012. Вып. № 2. С. 68–73.
15. Shelepova O.V., Kondrateva V.V., Voronkova T.V., Olekhovich L.S., Yenina O.L. Fiziologo-biokhimiicheskie aspekty dlitel'nogo vozdeystviya na rasteniya myaty sveta neizmennogo spektral'nogo sostava [Physiological and biochemical aspects of long-term exposure to constant light mint plant spectral composition]. // *Byul. Gl. bot. sada* [Bul. Main. botan. garden]. 2012. Iss. № 2. Pp. 68–73.
16. 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. Вест. БГУ. (Естеств. науки)*. 2011. № 3(98). Вып. 14/1. С. 339–345.
16. Kondrateva V.V. Semenova M.V. Voronkova T.V. Shelepova O.V. Izmenenie nekotorykh fiziologo-biokhimiicheskikh kharakteristik tkaney pochki vozobnovleniya tyulpana Eikhlera (*Tulipa eichleri* Regel) v protsesse zimovki [Change of some physiological-biochemistry characteristics of the resumption of kidney tissue Eichler tulip (*Tulipa eihler* Regel) in winter]. // *Nauchn. Ved. BGU Estestvennyye nauki* [Scientific sheets of BGU. Natural Sciences]. 2011. № 3(98). Вып. [Vol.] 14/1. Pp. 339–345.
17. Shu Yaen, Yong-Hui Lin. Role of salicylic acid in plant abiotic stress. // *Z. Naturforsch*. 2008. May–june. Vol. 5–6. Pp. 313–320.
18. Csizsár J., Horváth E., Váry Z. et al. Brunner S. Glutathione transferase supergene family in tomato: salt stress-regulated expression of representative genes from distinct GST classes in plants primed with salicylic acid. // *Plant Physiol. Biochem*. 2014. Vol. 78. Pp. 15–26.
19. Zörb Ch., Geilfus Ch.-M., Mühling Karl H., Ludwig-Müller J. The influence of salt stress on ABA and aux in concentrations in two maize cultivars differing in salt resistance. // *Journ. Plant Physiol*. 2013. Vol. 170 (2). Pp. 220–224.

Информация об авторах

Шатило Вера Ивановна, ст. н. с., канд. биол. наук
 Кондратьева Вера Валентиновна, ст. н. с., канд. биол. наук
 Олехнович Людмила Сергеевна, мл. н. с.
 Бидюкова Галина Федоровна, мл. н. с.
 Енина Ольга Леонидовна, инженер
 Шелепова Ольга Владимировна, ст. н. с., канд. биол. наук
 E-mail: lab-physiol@mail.ru
 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН
 127276, Российская Федерация, Москва, Ботаническая ул., д. 4

Information about the authors

Shatilo Vera Ivanovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher
 Kondrateva Vera Valentinovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher
 Olekhovich Ludmila Sergeevna, Junior Researcher
 Bidukova Galina Fedorovna, Junior Researcher
 Enina Olga Leonidovna, Engineer
 Shelepova Olga Vladimirovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher
 E-mail: lab-physiol@mail.ru
 Federal State Budgetary Institution for Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsina RAS
 127276, Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

Ж.А. Рупасова

чл.-корр НАН Беларуси, д-р биол. наук, проф., зав. лаб.

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

А.П. Яковлев

канд. биол. наук, зав. лаб.

И.И. Лиштван

академик НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф.

ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», Минск

В.Н. Решетников

академик НАН Беларуси, д-р биол. наук, проф., зав. отд.

Т.И. Василевская

канд. биол. наук, ст. н. с.

Н.Б. Криницкая

н. с.

С.Ф. Жданец

мл. н. с.

Л.В. Гончарова

канд. биол. наук, ученый секретарь

Е.В. Тишковская

мл. н. с.

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Минск

Влияние ростовых стимуляторов на развитие вегетативной сферы растений *Vaccinium macrocarpum* Ait. на торфяных выработках Припятского Полесья

Приведены результаты сравнительного исследования ответной реакции клюквы крупноплодной на участке торфяной выработки в Припятском Полесье на присымы оптимизации режима минерального питания с внесением N16P16K16 и некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами «ЭлеГум-комплекс», «КомплеМет», «Альбит» и «Сок Земли» в рамках долгосрочного полевого эксперимента с 7-вариантной схемой на остаточном слое малоплодородного сильнокислого донного торфа средней степени разложения. Установлено, что лидирующее положение среди тестируемых вариантов опыта в плане активизации темпов формирования текущего прироста вегетативной сферы растений принадлежало варианту с совместным применением полного минерального удобрения и рострегулирующего препарата «ЭлеГум-комплекс». Примерно в 1,5 раза менее результативным в этом плане оказалось дифференцированное внесение полного минерального удобрения, которому некорневые обработки растений препаратом «Альбит» уступали по эффективности в 2,2 раза. Еще менее успешным следовало признать использование препарата «Сок Земли», результативность которого в 2,3 раза уступала таковой в варианте с «Альбитом», и практически неэффективным оказалось дифференцированное применение препаратов «КомплеМет» и особенно «ЭлеГум-комплекс».

Установлено, что в целях активизации развития вегетативной сферы растений клюквы крупноплодной на площадях бывших торфяных разработок Припятского Полесья следует практиковать внесение полного минерального удобрения (N16P16K16) в сочетании с некорневыми обработками рострегулирующим препаратом «ЭлеГум-комплекс».

Ключевые слова: клюква крупноплодная, минеральное питание, ростовые стимуляторы, вегетативные органы, текущий прирост.

Zh.A. Rupasova

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

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

A.P. Yakovlev

Cand. Sci. Biol. Head of Laboratory

I.I. Lishtvan

Dr. Sci. Techn., Prof.

Institute of Nature of Academy of Sciences of Belarus Republic

V.N. Reshetnikov

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

T.I. Vasilevskaya

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

N.B. Krinitskaya

Researcher

S.F. Zhdanets

Junior Researcher

L.V. Goncharova

Cand. Sci. Biol., Secretary

T.V. Tishkovskaya

Junior Researcher

Central Botanical Garden of Academy of Sciences of Belarus Republic

Effect of Growth Regulators on Development of Vegetative Organs in *Vaccinium macrocarpum* Ait. on Peat Workings in Woodlands in the Basin of the Pripyat River

The long-term field factorial experiment was carried out in cranberry plantations on peat workings, representing residual layer of poor, strongly acid, semi-decomposed bottom peat. Mineral nutrition of plants was improved in a variety of ways: applying complete mineral fertilizer N16P16K16 and spraying of the leaves with growth regulators «ЭлеГум-комплекс» («EleGum-complex»), «КомплеМет» («CompleMet»), «Альбит» («Albit»), and «Сок Земли» («Sok Zemli»). The best results were obtained with the combined use of complete mineral fertilizer and growth regulator «ЭлеГум-комплекс». Separate application of complete mineral fertilizer was less effective 1.5 times. Separate application of growth regulator «Альбит» was less effective 2.2 times in comparison with separate application of N16P16K16. The effectiveness of growth regulator «Сок Земли» was in 2.3 times less than «Альбит». Separate use of «CompleMet» and especially «EleGum-complex» was found to be ineffective. The combined use of complete mineral fertilizer N16P16K16 and growth regulator «EleGum-complex» can be recommended for soil condition improvement in cranberry plantations on peat workings.

Keywords: *Vaccinium macrocarpum*, mineral nutrition, growth regulators, vegetative organs, current increment.

Одним из ключевых элементов технологии фиторекультивации выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Беларуси на основе создания на них локальных агроценозов ягодных растений сем. *Ericaceae* [1, 2] является оптимизация режима их минерального питания [3]. Нашими более ранними исследованиями [4], а также в работах зарубежных коллег [5, 6] показана высокая отзывчивость вересковых на внесение небольших доз полного минерального удобрения. Вместе с тем была установлена весьма высокая эффективность некорневых обработок макро- и микроудобрениями в период вегетации ягодных растений данного семейства [7, 8]. В этой связи представлялось целесообразным оценить эффективность применения полного минерального удобрения и некоторых комплексных удобрений с ростостимулирующим и фунгицидным действием, для чего в 2011–2014 гг. в условиях опытной культуры была исследована ответная реакция растений *V. macrocarpus* Lit. Pers. на данные агроприемы. Одним из испытывавшихся препаратов являлся «Альбит», созданный учеными Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН на основе группы почвенных бактерий PGPR. Данный препарат обладает полифункциональным действием с выраженной ауксиновой активностью и способствует значительному повышению биологической продуктивности зерновых, овощных, бобовых и кормовых культур, а также их устойчивости к фитопатогенам и абиотическим факторам [9]. Действующим веществом препарата «Альбит» является поли-бета-гидроксимасляная кислота, выделенная из двух видов почвенных микроорганизмов – *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*, в естественных условиях обитающих на корнях растений. Они способствуют активизации их роста и повышению устойчивости к болезням и неблагоприятным факторам среды. В состав препарата входят также компоненты, усиливающие эффект основного действующего вещества, в том числе сбалансированный набор макро- и микроэлементов (N, P, K, Mg, S, Fe, Mn, Mo, Cu, Co, B, J, Se, Na, Ni, Zn), а также терпеновые кислоты, выделенные из экстракта хвойных растений. «Альбит» по уровню экологичности адекватен биологическим препаратам и отличается низкой себестоимостью. Благодаря отсутствию в его составе живых микроорганизмов, его действие весьма стабильно и эффективно и сопоставимо с таким химическими препаратами. Наряду с этим был испытан препарат «ЭлеГум-комплекс» (ТУ ВУ 100289079.023-2008), разработанный учеными Института природопользования НАН Беларуси на основе гуминовых веществ (ГВ) и микроэлементов и являющийся жидким комплексным микроудобрением, включающим следующие количества действующих веществ (г/л): медь – 2,0, марганец – 2,0, цинк – 2,5, бор – 2,5 [10]. В данных исследованиях было испытано также действие макро-микроэлементного хелатного удобрения «КомплеМет», показавшего в наших более ранних исследованиях высокую эффективность при некорневых обработках некоторых плодовых культур [11]. Из пяти существующих видов данного препарата, различающихся набором и

содержанием входящих в них макро- и микроэлементов, в наших исследованиях был применен «КомплеМет – СО» с их содержанием (в %): N – 4,5; P₂O₅ – 9,9; K₂O – 9,2; S – 0,2; Zn – 1,5; Cu – 0,9; B – 0,45; Mn – 1,0; Mo – 0,015; Co – 0,005. Особый интерес в данных исследованиях представляло испытание нового, разработанного и запатентованного В.А. Шапиро препарата «Сок земли», представляющего собой водную вытяжку из продуктов жизнедеятельности круглых почвенных червей [12]. Раствор обладает абсолютной экологической чистотой, поскольку получен без использования химических соединений, путем воссоздания в лабораторных условиях естественных природных процессов, происходящих в почве.

Материалы и методы исследований. Исследования были выполнены в контрастные по гидротермическому режиму сезоны 2013–2014 гг. (первый был близким к многолетней норме, второй – жарким и в основном засушливым). Полевой опыт был заложен на территории ОАО «Торфопредприятие Глинка» в Столинском р-не Брестской обл. на участке сильноокислого (рН_{кст} 3,0), малоплодородного (содержание P₂O₅ и K₂O не более 8–11 и 14–22 мг/кг соответственно) остаточного слоя донного торфа средней степени разложения. Схема опыта 7 – вариантная: 1 – контроль – без обработки, 2 – некорневая обработка раствором препарата «ЭлеГум-комплекс» (50 мл на 1 л воды), 3 – некорневая обработка раствором препарата «КомплеМет» (5 мл на 1 л воды), 4 – внесение полного минерального удобрения N₁₆P₁₆K₁₆, 5 – внесение полного минерального удобрения N₁₆P₁₆K₁₆ в сочетании с некорневой обработкой раствором препарата «ЭлеГум-комплекс» (50 мл на 1 л воды), 6 – некорневая обработка раствором препарата «Сок Земли» (20 мл на 1 л воды), 7 – некорневая обработка раствором препарата «Альбит».

В качестве объекта исследований (при объеме выборки из 10 растений) был привлечен интродуцированный позднеспелый сорт клюквы крупноплодной *Stevens*. С целью выявления наиболее эффективного варианта опыта в плане активизации развития вегетативной сферы опытных растений под действием испытывавшихся агроприемов, в конце вегетационного периода осуществляли повариантное исследование их габитуса и биометрических характеристик текущего прироста вегетативных и генеративных побегов.

Результаты и их обсуждение. Испытывавшиеся агроприемы оказали неоднозначное влияние на биометрические характеристики текущего прироста их вегетативной сферы, что иллюстрируют данные табл. 1. В течение вегетационного периода каждое растение, в зависимости от агроприема, сформировало от 2–3 до 16 стелющихся (вегетативных) побегов со средней длиной от 12,1 до 32,1 см и суммарной протяженностью от 34,3 до 353,2 см. При этом среднее количество листьев длиной 8,6–11,6 см и шириной 4,2–5,9 см варьировалось на одном побеге в рамках эксперимента от 33 до 58 шт., а степень облиственности данных побегов, характеризуемая количеством листьев, приходящимся на 10 см их длины, изменялась от 14,1 до 31,2. Наряду с этим каждое растение клюквы в рамках

Таблица 1. Биометрические показатели текущего прироста вегетативных органов сорта *Stevens V. macrocarpius* в полевом опыте в конце вегетационного периода (по двудетным данным)

Вариант опыта	Побеги стелющиеся															
	кол-во, шт.		средняя длина, см		суммарная длина, см		кол-во листьев, шт.		степень облиственности		длина листа (d), см		ширина листа (l), см		индекс листа, d/l	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t						
1. Контроль	2,8±1,0	-	15,3±2,1	-	47,2±20,4	-	41,6±2,5	-	31,2±3,5	-	9,4±0,3	-	4,2±0,2	-	2,3±0,1	-
2. «ЭлеГум-комплекс»	2,8±0,7	0	12,1±0,9	-1,4	34,3±8,4	-0,6	32,6±1,1	-3,3*	28,1±1,7	-0,8	9,3±0,3	-0,05	4,4±0,2	0,7	2,2±0,1	-0,4
3. «КомплеМет»	2,4±0,5	-0,4	16,0±1,3	0,3	37,9±9,2	-0,4	39,5±2,3	-0,6	25,7±2,0	-1,4	8,6±0,3	-1,9*	4,5±0,2	1,3	2,0±0,1	-2,8*
4. N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	9,4±1,1	4,6*	22,5±2,3	2,3*	227,4±49,2	3,4*	58,4±3,5	3,9*	28,2±3,0	-0,7	11,6±0,3	5,1*	5,9±0,1	7,9*	1,9±0,1	-2,8*
5. N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + «ЭлеГум-комплекс»	16,2±2,9	4,4*	22,2±1,3	2,8*	353,2±59,2	4,9*	53,4±2,9	3,1*	25,0±2,2	-1,5	11,1±0,3	4,3*	5,1±0,2	3,8*	2,2±0,1	-0,6
6. «Сок Земли»	4,6±1,4	1,0	25,5±1,6	3,8*	115,5±36,8	1,6*	48,4±4,3	1,4	19,3±1,6	-3,1*	11,2±0,3	4,8*	4,9±0,1	3,7*	2,3±0,1	0,3
7. «Альбит»	4,4±0,5	1,5	32,1±3,9	3,7*	142,7±23,6	3,1*	43,4±4,8	0,3	14,1±1,0	-4,7*	10,6±0,4	2,7*	5,8±0,2	6,7*	1,8±0,1	-4,1*

Вариант опыта	Побеги прямостоячие															
	кол-во, шт.		средняя длина, см		суммарная длина, см		кол-во листьев, шт.		степень облиствен.		длина листа (d), мм		ширина листа (l), мм		индекс листа, d/l	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t														
1. Контроль	17,0±2,0	-	4,9±0,4	-	84,3±13,4	-	28,0±3,3	-	58,0±6,2	-	8,1±0,3	-	4,1±0,1	-	2,0±0,1	-
2. «ЭлеГум-комплекс»	19,8±3,6	0,7	4,8±0,3	-0,2	94,3±17,9	0,4	24,7±2,4	-0,8	52,2±3,6	-0,8	8,0±0,2	-0,3	4,2±0,1	0,4	1,9±0,1	-0,1
3. «КомплеМет»	22,6±2,3	1,8	5,8±0,4	1,6	135,5±19,3	2,2*	30,4±1,8	0,7	53,2±2,0	-0,7	7,9±0,2	-0,5	4,2±0,1	0,5	1,9±0,1	-0,8
4. N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	46,8±3,8	7,0*	7,2±0,9	2,4*	334,9±49,3	4,9*	45,7±3,4	3,8*	68,1±4,9	1,3	8,5±0,2	1,0	4,3±0,1	1,0	1,9±0,1	-0,5
5. N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆ + «ЭлеГум-комплекс»	54,6±3,9	8,5*	7,4±0,3	5,3*	388,3±34,9	8,1*	42,7±3,6	3,0*	57,4±3,6	-0,1	9,7±0,3	3,9*	4,4±0,1	1,3*	2,3±0,1	0,3
6. «Сок Земли»	20,8±3,9	0,9	5,4±0,3	1,1	111,2±18,9	1,2	29,9±2,3	0,5	55,9±4,7	-0,3	8,9±0,3	1,8*	4,5±0,1	2,1*	2,0±0,1	-0,1
7. «Альбит»	18,0±2,6	0,3	9,3±0,5	7,3*	169,2±29,9	2,6*	41,7±1,9	3,7*	45,2±1,4	-2,0	8,3±0,2	0,6	3,9±0,1	-0,9	2,2±0,1	0,6

Примечание: * – статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при P < 0,05.

текущего прироста надземной сферы сформировало за период вегетации от 17 до 55 прямостоячих (генеративных) побегов со средней длиной от 4,8 до 9,3 см и суммарной протяженностью от 84,3 до 388,3 см. Среднее количество листьев длиной 7,9–9,7 см и шириной 3,9–4,5 см на одном побеге варьировалось от 25 до 46 шт. при величине их облиственности от 45,2 до 68,1.

О степени же влияния испытывавшихся агроприемов на биометрические характеристики текущего прироста вегетативных органов растений клюквы можно судить по данным *табл. 2*. Нетрудно убедиться, что применение препаратов «ЭлеГум-комплекс» и «КомплеМет» не оказало сколь-либо выраженного влияния на абсолютное большинство исследуемых показателей. Отметим лишь, что в первом случае наблюдалось достоверное снижение, по сравнению с контролем, среднего количества листьев на стелющихся побегах на 22 %, тогда как во втором – уменьшение на 8,5 % длины сформированных на них листьев и на 13 % индекса листа. Вместе с тем применение препарата «КомплеМет» обусловило достоверное увеличение суммарной длины генеративных побегов на 61 %.

Намного выразительнее оказалась ответная реакция растений на остальные испытывавшиеся агроприемы. Наибольшее позитивное влияние на параметры развития надземной сферы оказало внесение полного минерального удобрения, как дифференцированное, так и в сочетании с препаратом «ЭлеГум-комплекс», при наиболее

значительном эффекте во втором случае. Так, за период вегетации в этих вариантах полевого опыта количество стелющихся побегов возросло, по сравнению с контролем, соответственно на 236 и 479 %, прямостоячих – на 175 и 221 %. Как видим, стимулирующее действие данных агроприемов в плане новообразования побегов клюквы проявилось в большей степени на вегетативных, нежели на генеративных побегах. При этом сходное по относительным размерам достоверное увеличение средней длины тех и других побегов (на 45–51 %) обусловило увеличение суммарной протяженности вегетативных побегов на 382 и 648 %, генеративных – на 297 и 361 %. Вместе с тем ответная реакция растений в плане увеличения среднего количества листьев на тех и других побегах в вариантах опыта с дифференцированным и совместным с препаратом «ЭлеГум-комплекс» внесением $N_{16}P_{16}K_{16}$ оказалась более выразительной на генеративных, нежели на вегетативных побегах. Так, относительные размеры данного увеличения, по сравнению с контролем, в первом случае составили 63 и 53 %, тогда как во втором – лишь 40 и 28 %. При этом в обоих вариантах опыта наблюдалось увеличение размерных параметров листьев стелющихся побегов – на 23 и 18 % в длину и на 41 и 21 % в ширину с достоверным изменением их формы только в варианте с внесением одного полного минерального удобрения. Подобный эффект на прямостоячих побегах проявился слабее, причем был обнаружен лишь в варианте с внесением $N_{16}P_{16}K_{16}$ в сочетании с ростовым стимулятором.

Таблица 2. Относительные различия с контролем биометрических показателей текущего прироста вегетативных органов клюквы крупноплодной сорта Stevens в полевом опыте в конце вегетационного периода, % (по двухлетним данным)

Вариант опыта	Побеги стелющиеся							
	кол-во	средняя длина	суммарная длина	кол-во листьев	степень облиственности	длина листа	ширина листа	индекс листа
2. «ЭлеГум-комплекс»	–	–	–	–21,6	–	–	–	–
3. «КомплеМет»	–	–	–	–	–	–8,5	–	–13,0
4. $N_{16}P_{16}K_{16}$	+235,7	+47,1	+381,8	+40,4	–	+23,4	+40,5	–17,4
5. $N_{16}P_{16}K_{16}$ + «ЭлеГум-комплекс»	+478,6	+45,1	+648,3	+28,4	–	+18,1	+21,4	–
6. «Сок Земли»	–	+66,7	+144,7	–	–38,1	+19,1	+16,7	–
7. «Альбит»	–	+109,8	+202,3	–	–54,8	+12,8	+38,1	–21,7
Вариант опыта	Побеги прямостоячие							
	кол-во	средняя длина	суммарная длина	кол-во листьев	степень облиственности	длина листа	ширина листа	индекс листа
2. «ЭлеГум-комплекс»	–	–	–	–	–	–	–	–
3. «КомплеМет»	–	–	+60,7	–	–	–	–	–
4. $N_{16}P_{16}K_{16}$	+175,3	+46,9	+297,3	+63,2	–	–	–	–
5. $N_{16}P_{16}K_{16}$ + «ЭлеГум-комплекс»	+221,2	+51,0	+360,6	+52,5	–	+19,8	+7,3	–
6. «Сок Земли»	–	–	–	–	–	+9,9	+9,8	–
7. «Альбит»	–	+89,8	+100,7	+48,9	–	–	–	–

Примечание: – прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с контролем при $P < 0,05$.

Применение препарата «Сок Земли» оказало достоверное позитивное влияние на показатели средней и суммарной длины стелющихся побегов, обусловив их увеличение, по сравнению с контролем, на 67 и 145 % соответственно, а также способствовало увеличению длины и ширины листовых пластинок на 19 и 17 % без изменения их формы. Увеличение же протяженности стелющихся побегов при отсутствии изменений в среднем количестве сформированных на них листьев обусловило достоверное снижение степени их облиственности почти на 40 %. Что касается прямостоячих побегов, то сколь-либо выраженно-го влияния данного препарата на биометрические характеристики последних выявлено не было. Вместе с тем имело место слабее выраженное, чем на стелющихся побегах, увеличение размерных параметров листьев на 10 % и в длину, и в ширину.

Применение в полевом опыте препарата «Альбит» оказало более выраженное, по сравнению с другими ростовыми регуляторами, позитивное влияние на параметры текущего прироста вегетативных органов растений клюквы. В наибольшей степени данный эффект проявился на стелющихся побегах, для которых было установлено увеличение, по сравнению с контролем, средней и суммарной длины на 110 и 202 % соответственно. Относительные размеры подобного увеличения для прямостоячих побегов были заметно меньшими и составили 90 и 101 %. Однако среднее количество листьев на вегетативных побегах оказалось сопоставимо с таковым в контроле, что отрицательно сказалось на степени их облиственности, снизив ее на 55 %. Вместе с тем применение данного препарата привело, как и в большинстве других вариантов опыта, к существенному увеличению размеров листовых пластинок на стелющихся побегах – на 13 % в длину и на 38 % в ширину, с уменьшением индекса листа на 22 %. Что же касается генеративных побегов, то их удлинение сопровождалось активизацией новообразования листьев, что обусловило отсутствие достоверных различий с контролем по степени их облиственности. При этом не было выявлено значимых различий с контролем по размерным параметрам листовых пластинок.

Таким образом, использование в опытной культуре клюквы крупноплодной полного минерального удобрения и некорневых подкормок ростовыми стимуляторами в двулетнем цикле наблюдений выявило разную степень их влияния на развитие вегетативной сферы растений. Установлено практически полное отсутствие их ответной реакции на обработки препаратами «ЭлеГум-комплекс» и «КомплеМет». Остальные испытывавшиеся агроприсымы оказали выраженное в разной степени позитивное влияние на формирование текущего прироста вегетативных органов растений, что проявилось в увеличении, по сравнению с контролем, биометрических характеристик стелющихся и в меньшей степени прямостоячих побегов, а также размеров сформированных на них листьев. Наиболее выразительное увеличение средней длины тех и других побегов (на 110 и 90 %), без изменения их количества, отмечено при использовании препарата «Альбит». Вместе с тем,

из-за чрезвычайной активизации новообразования вегетативных и генеративных побегов на фоне дифференцированного и особенно совместного с препаратом «ЭлеГум-комплекс» внесения полного минерального удобрения (на 236–479 % и 175–221 % соответственно), наибольшее увеличение их суммарной протяженности (на 382–648 % и 297–361 %) выявлено только при использовании этих двух агроприемов. При этом во всех тестируемых вариантах опыта наблюдалось увеличение, по сравнению с контролем, размерных параметров листьев стелющихся побегов на 13–23 % в длину и на 17–41 % в ширину, при наибольшем эффекте на фоне $N_{16}P_{16}K_{16}$. Увеличение же размеров листьев генеративных побегов на 10–20 % в длину и на 7–10 % в ширину наблюдалось лишь при использовании препарата «Сок Земли» и при совместном применении $N_{16}P_{16}K_{16}$ и препарата «ЭлеГум-комплекс».

С целью выявления самого эффективного варианта опыта с наиболее выраженным увеличением параметров развития вегетативной сферы модельного сорта клюквы крупноплодной, относительно контроля, в вариантах с испытывавшимися агроприемами были определены суммарные значения относительных размеров статистически достоверных положительных отклонений от контроля 14 биометрических характеристик текущего прироста вегетативных органов растений, представленные в табл. 3.

Приведенные данные показали наличие заметных межвариантных различий в величине вышеуказанных отклонений, свидетельствующих о неидентичности ответной реакции растений на испытывавшиеся агроприемы. Нетрудно убедиться, что лидирующее положение среди тестируемых вариантов опыта принадлежало варианту с совместным применением полного минерального удобрения и рострегулирующего препарата «ЭлеГум-комплекс». Примерно в 1,5 раза менее результативным в этом плане оказалось дифференцированное внесение полного минерального удобрения, которому некорневые обработки растений препаратом «Альбит» уступали по эффективности в 2,2 раза. Еще менее успешным следовало признать использование препарата «Сок Земли», результативность

Таблица 3. Относительные размеры статистически достоверных положительных отклонений от контроля биометрических характеристик текущего прироста вегетативной сферы клюквы крупноплодной сорта Stevens в тестируемых вариантах полевого опыта, % (по двулетним данным)

Вариант опыта	Относительные размеры отклонений от контроля, %
2. «ЭлеГум-комплекс»	0
3. «КомплеМет»	60,7
4. $N_{16}P_{16}K_{16}$	1351,6
5. $N_{16}P_{16}K_{16}$ + «ЭлеГум-комплекс»	1952,3
6. «Сок Земли»	266,9
7. «Альбит»	602,4

которого в 2,3 раза уступала таковой в варианте с «Альбитом», и практически бесполезным оказалось применение препаратов «КомплеМет» и особенно «ЭлеГум-комплекс».

Заключение. Результаты сравнительного исследования на участке торфяной выработки в Припятском Полесье ответной реакции клюквы крупноплодной на приемы оптимизации режима минерального питания с внесением $N_{16}P_{16}K_{16}$ и некорневыми подкормками рострегулирующими препаратами «ЭлеГум-комплекс», «КомплеМет», «Альбит» и «Сок Земли» в рамках долгосрочного полевого эксперимента с 7-вариантной схемой на остаточном слое малоплодородного сильноокислого донного торфа средней степени разложения позволили установить следующее. Лидирующее положение среди тестируемых вариантов опыта в плане активизации темпов формирования текущего прироста вегетативной сферы растений принадлежало варианту с совместным применением полного минерального удобрения и рострегулирующего препарата «ЭлеГум-комплекс». Примерно в 1,5 раза менее результативным в этом плане оказалось дифференцированное внесение полного минерального удобрения, которому некорневые обработки растений препаратом «Альбит» уступали по эффективности в 2,2 раза. Еще менее успешным следовало признать использование препарата «Сок Земли», результативность которого в 2,3 раза уступала таковой в варианте с «Альбитом», и практически неэффективным оказалось дифференцированное применение препаратов «КомплеМет» и особенно «ЭлеГум-комплекс».

Таким образом, результаты данных исследований убедительно показали, что в целях активизации развития вегетативной сферы растений клюквы крупноплодной на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Припятского Полесья следует практиковать внесение полного минерального удобрения ($N_{16}P_{16}K_{16}$) в сочетании с некорневыми обработками рострегулирующим препаратом «ЭлеГум-комплекс».

Список литературы

1. Рупасова Ж.А., Яковлев А.П. Фиторекультивация выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси на основе возделывания ягодных растений сем. *Ericaceae*. Под общ. ред. акад. В.Н. Решетникова. Минск: Беларус. навука, 2011. 282 с.
2. Яковлев А.П., Рупасова Ж.А., Булавко Г.И. Способ фиторекультивации участков выработанных торфяных месторождений: пат. 19042 Респ. Беларусь, МПК (2006.01) А 01В 79/02. Дата публ. 28.02.15.
3. Яковлев А.П. и др. Диалоговая программа оптимизации режима минерального питания вересковых при культивировании на площадях выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений севера Беларуси. Минск: БГАТУ, 2013. 56 с.
4. Яковлев А.П. Культивирование клюквы крупноплодной и голубики тоняной на выработанных торфяниках

севера Беларуси: оптимизация режима минерального питания Минск: Тонпик, 2002. 188 с.

5. Davenport J. R. The effect of nitrogen fertilizer rates and timing on cranberry yield and fruit quality // Journ. Amer. Soc. of Hort. Sci. 1996. Vol. 121. Pp. 1089–1094.
6. Eaton G.W. Effect of N, P, and K fertilizer applications on cranberry leaf nutrient composition, fruit color, and yield in a mature bog // Journ. Amer. Soc. Hort. Sci. 1971. Vol. 96. Pp. 430–433.
7. Волчков В.Е. Бордок И.В. Особенности влияния некорневых подкормок на ягодную продуктивность растений семейства *Vacciniaceae* // Проблемы лесоведения и лесоводства / Сб. науч. тр. Ин-та леса НАН Беларуси. Гомель, 2009. Вып. 69. С. 743–752.
8. Sandler H. A., De Moranvill C.J., Autio W.R. Fertilizer regime and weed pressure minimally influence leaf tissue nutrient levels during cranberry vine establishment // Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2011. Vol. 42(10). P. 1209–1222.
9. Альбит. Информационные материалы о препарате. ООО НПФ Альбит, 2003. 75 с.
10. Соколов, Г.А. Бамбалов Н.Н., Коврик С.И. Эффективность применения жидких комплексных гуминовых микроудобрений «ЭлеГум» // Проблемы и перспективы биологического земледелия. 2014. С. 156–158.
11. Рупасова Ж.А. Рябцева Т.В. Оценка влияния некорневого внесения макро-микроэлементных хелатных удобрений «КомплеМет» на биохимический состав плодов яблони // Плодоводство: сб. науч. тр. РУП Ин-т плодоводства. Самохваловичи, 2012. С. 36–52.
12. Шапиро, В.А. Хомобионика как основа свободной и независимой жизни. М.: ДеЛи-плюс, 2013. 47 с.

References

1. Rupasova Zh.A. Fitorekultivatsiya vybyvshikh iz promyshlennoy ekspluatatsii torfyanykh mestorozhdeniy severa Belarusi na osnove vzdelyvaniya yagodnykh rasteniy sem. *Ericaceae* [Reclamation of the cutover peatlands of the north of Belarus on the basis of the cultivation of berry plants fam. *Ericaceae*]. Minsk: Belarus. Navuka [Publishing House: Belarusian Science], 2011. 282 p.
2. Yakovlev A.P., Rupasova Zh.A., Bulavko G.I. Sposob fitorekultivatsii uchastkov vyrabotannykh torfyanykh mestorozhdeniy [Process phytorecultivation block of the cutover peatlands]: pat. 19042 Resp. Belarus, МПК (2006.01) А 01В 79/02. Data publ. 28.02.15.
3. Yakovlev A.P. i dr. [at all]. Dialogovaya programma optimizatsii rezhima mineralnogo pitaniya vereskovykh pri kultivirovanii na ploshchadyakh vybyvshikh iz promyshlennoy ekspluatatsii torfyanykh mestorozhdeniy severa Belarusi [The interactive program of the optimization of mineral nutrition of ericaceous under cultivation on the cutover peatlands of the north of Belarus]. Minsk: BGATU [Publishing House: Belarusian State Agrarian Technical University], 2013. 56 p.
4. Yakovlev A.P. Kultivirovanie klyukvy krupnoplodnoy i golubiki tonyanoy na vyrabotannykh torfyanikakh severa Belarusi: optimizatsiya rezhima mineralnogo pitaniya

[Cultivation of American cranberry and bog bilberry at cutover peatlands north of Belarus: Optimization of a mineral nutrition] Minsk: Tonpik [Publishing House: Tonpik], 2002. 188 p.

5. Davenport J.R. The effect of nitrogen fertilizer rates and timing on cranberry yield and fruit quality/ J. R. Davenport // Journ. Amer. Soc. Hort. Sci. 1996. Vol. 121. Pp. 1089–1094.

6. Eaton G.W. Effect of N, P, and K fertilizer applications on cranberry leaf nutrient composition, fruit color, and yield in a mature bog // Journ. Amer. Soc. Hort. Sci. 1971. Vol. 96. Pp. 430–433.

7. Volchkov V.Ye. Osobennosti vliyaniya nekornevyykh podkormok na yagodnyuyu produktivnost rasteniy semeystva Vacciniaceae [The peculiarity of influence of foliar fertilization on plant productivity berry family *Vacciniaceae*] // Problemy lesovedeniya i lesovodstva [Problems of Forest Science and Forestry] / Sb. nauch. tr. In-ta lesa NAN Belarusi [Collection of scientific papers of the Institute of Forest of NAS of Belarus]. Gomel, 2009. Вып. [Vol.] 69. Pp. 743–752.

8. Sandler H. A. De Moranvill C. J., Autio W.R. Fertilizer regime and weed pressure minimally influence leaf tissue nutrient levels during cranberry vine establishment // Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2011. Vol. 42(10). Pp. 1209–1222.

9. Albit. Informatsionnye materialy o preparate [Al'bit. Information materials about of the product]. OOO NPF Al'bit [Ltd. RPF Al'bit], 2003. 75 p.

10. Sokolov G.A. Effektivnost primeneniya zhidkikh kompleksnykh guminovykh mikroudobreniy «EleGum» [The effectiveness of liquid humic complex micronutrients «EleGum»] // Problemy i perspektivy biologicheskogo zemledeliya [Problems and prospects of biological farming]. 2014. Pp. 156–158.

11. Rupasova Zh.A. Otsenka vliyaniya nekornevykh vneseniya makro-mikroelementnykh khelatnykh udobreniy «KompleMet» na biokhimicheskiy sostav plodov yabloni [Assessing the impact of foliar application of macro- micronutrient chelated fertilizers «CompleMet» in the biochemical composition of apple fruits] // Plodovodstvo [Fruit growing]: sb. nauch. tr. [Collection of scientific papers] / RUP In-t plodovodstva [Republican Unitary Enterprise Institute for Fruit Growing of NAS of Belarus]. Samokhvalovich, 2012. Pp. 36–52.

12. Shapiro V.A. Khomobionika kak osnova svobodnoy i nezavisimoy zhizni [Homobionika as the basis for a free and independent life]. M.: DeLi-plyus [Moscow: Publishing House DeLi-plyus], 2013. 47 p.

Информация об авторах

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

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

Яковлев Александр Павлович, канд. биол. наук, зав. лабораторией экологической физиологии растений

Лиштван Иван Иванович, академик НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф., главн. научн. сотр.

Государственное научное учреждение «Институт природопользования НАН Беларуси»

220114, Беларусь, г. Минск, ул. Ф. Скорины, д. 10

Решетников Владимир Николаевич, академик НАН Беларуси, д-р биол. наук, проф., зав. отделом

Василевская Тамара Ивановна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.

Криницкая Наталья Болеславовна, н. с.

Жданец Светлана Федосовна, мл. н. с.

Гончарова Людмила Владимировна, канд. биол. наук, ученый секретарь

Тишковская Елизавета Владимировна, мл. н. с.

Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

220012, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Сурганова, д. 2В

Information about the authors

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

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

Yakovlev Aleksand Pavlovich, Cand. Sci. Biol. Head of Laboratory

Lishtvan Ivan Ivanovich, Academician, Dr. Sci. Techn., Prof.

State Institution for Science Institute of Nature of Academy of Sciences of Belarus Republic

220114, Belarus, Minsk, F. Skorina Str., 10

Rechetnikov Vladimir Nikolaevich, Academician, Dr. Sci. Biol., Prof. Head of Department

Vasilevskaya Tamara Ivanovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

Krinitckaya Natalia Boleslavovna, Researcher

Zhdanets Svatlana Fedosovna, Junior Researcher

Goncharova Ludmila Vladimirovna, Cand. Sci. Biol., Secretary

Tishkovskaya Elizaveta Vladimirovna, Junior Researcher

State Institution for Science Central Botanical Garden of Academy of Sciences of Belarus Republic

220012, Belarus Republic, Minsk, Surganova Str., 2V

А.И. Уралов

мл. н. с

В.П. Печеницын

д-р биол. наук, проф.

E-mail: botany@uzsci.net

Институт генофонда растительного

и животного мира АН РУз,

Ташкент, Республика Узбекистан

Биоморфологические особенности видов *Allium* L. подрода *Melanocrommyum* (Webb. et Berth.) Royu

Установлено, что основным фактором, определяющим биоморфологические свойства изученных видов *Allium*, является количество листьев на генеративном побеге, с которым связаны высота растения, размеры нижнего листа, количество цветков и завязавшихся плодов, общее количество семян.

Делается вывод о гетерогенности растений изученных видов *Allium* по уровню метаболизма, что определяет количество листьев при вступлении растений в генеративное состояние; объем запасных питательных веществ, необходимых для образования одного и того же количества листьев; предельное количество листьев на генеративном побеге и результативность репродуктивной стратегии.

Ключевые слова: репродуктивная стратегия, гетерогенность популяций, луковичные геофиты.

A.I. Uralov

Junior Researcher

V.P. Pechenitsin

Dr. Sci. Biol., Prof.

E-mail: botany@uzsci.net

Institute of the Gene Pool of Flora

and Fauna of the Academy of Sciences

of the Republic of Uzbekistan,

Tashkent

Morphological Characteristics of *Allium* Species in the Subgenus *Melanocrommyum*

The number of leaves on the generative shoot has been found to be the determinative factor of morphological characteristics in *Allium* species under study. This factor is associated with the plant height, the size of the lowest leaf, the number of flowers and formed fruits, the total number of seeds. The investigated species differed in the level of metabolism which depended on the number of leaves in the early generative state, the content of reserve nutrients necessary for the formation of the same number of leaves, the maximum number of leaves on generative shoot and the effectiveness of reproductive strategy.

Keywords: reproductive strategy, heterogeneous population, bulbous geophytes.

Подрод *Melanocrommyum* объединяет виды лука с одиночной луковичей, непостоянным количеством семязачатков и листьями, имеющими в основном подземное влагалище [1]. В Узбекистане произрастает свыше 40 видов, среди которых встречаются пищевые и лекарственные [2, 3]. Особенностью этого подрода является наличие большого количества декоративных видов и форм [1].

Цель работы – выявление биоморфологических особенностей некоторых видов подрода *Melanocrommyum* и особенностей их проявления.

Объект нашего исследования – виды подрода *Melanocrommyum* (Webb. et Berth.) Royu рода *Allium* L., материал по которым собирали в природных условиях: *A. suworowii* Regel, секция *Acropetala* R.M. Fritsch (Ташкентский оазис в окрестностях пос. Улугбек; хр. Малгузар к востоку от пос. Бахмалсай; Угамский хр. выше пос. Октош); *A. giganteum* Regel, секция *Compactoprasum* R.M. Fritsch (хребет Кургитангтау, окрестности пос. Октош); *A. stipitatum* Regel, секция *Megaloprasum* (Нуратау, Мажрумсой); *A. karataviense* Regel, секция *Miniprasum* R.M. Fritsch

(Чаткальский хр., пос. Сукок, на территории Чаткальского биосферного заповедника); *A. protensum* Wendelbo (= *A. schubertii* Zucc. sensu Vved.), секция *Kaloprason* C. Koch, (Зеравшанский хр., Тахтакарача). Кроме того, все упомянутые виды, а также *A. cristophii* Trautv. (секция *Kaloprason*), отсутствующих во флоре Узбекистана, исследовали также в Ботаническом саду Института генофонда растительного и животного мира АН РУз, где они расселились за пределы ранее существовавших коллекционных экспозиций [7].

Систематическая принадлежность изученных видов приводится по Ф.О. Хасанову [2].

В связи с непостоянным количеством семязачатков в завязи элементы семенной продуктивности, вслед

за В.А. Черемушкиной [4], определяли для генеративного побега в целом, на котором подсчитывали число цветков, плодов и семян.

Статистическую обработку данных проводили на ПК при помощи программы Excel с использованием общепринятых критериев [5].

В роде *Allium* при описании видов, как правило, приводятся размер луковицы и число листьев на генеративном побеге, варьирующие у подавляющего большинства видов в широких пределах [6]. Указанная особенность выявлена у всех изученных видов, при этом в условиях Ботанического сада возрастают максимальные значения как числа листьев, так и размера луковиц (табл. 1). В то же время растения с минимальным для каждого вида числом

Таблица 1. Вариабельность некоторых биометрических показателей генеративных растений видов *Allium* в природе и в условиях Ботанического сада

Вид	Число листьев		Диаметр луковицы, см	
	Природа	Ботанический сад	Природа	Ботанический сад
<i>A. giganteum</i>	4–7	4–8	2,5–5	3–6
<i>A. karataviense</i>	1–4	1–5	2–8	
<i>A. protensum</i>	2–6	2–8	2–5	3–5
<i>A. suworowii</i>	2–8	2–9	1–3,5	1–4
<i>A. stipitatum</i>	3–6	3–8	2,5–6,5	3–7

Таблица 2. Биоморфологические показатели видов *Allium* в природных условиях в зависимости от числа листьев на генеративном побеге

Число листьев	n	Высота, см	Нижний лист		Диаметр цветоноса, см	Число цветков	Завязываемость плодов, %	Кол-во семян	Диаметр луковицы, см	
			Длина, см	Ширина, см					min-max	M±m
<i>A. giganteum</i>										
4	11	85,7±2,66	30,4±0,82	6,8±0,14	0,6±0,02	444,9±41,89	49,4±6,40	246,5±47,09	2,5–4,0	3,3±0,13
5	10	95,8±2,76	38,8±1,27	8,9±0,18	0,8±0,03	615,9±51,16	42,9±4,90	269,8±33,41	3,5–4,5	4,1±0,13
6	10	109,7±2,52	41,5±1,44	9,9±0,39	1,0±0,05	835,6±99,25	47,0±5,77	412,3±75,44	4,0–5,0	4,5±0,15
7	11	124,4±2,49	45,7±0,85	10,3±0,40	1,2±0,05	1256,9±213,03	47,6±5,77	692,6±165,29	4,5–5,0	4,8±0,07
<i>A. karataviense</i>										
1	6	18,3±2,24	20,5±0,86	5,5±0,28	0,4±0,02	52,8±5,19	32,1±4,77	24,8±3,89	2,0–3,0	2,6±0,16
2	25	20,8±0,85	23,3±0,93	7,4±0,37	0,6±0,04	88,6±7,65	40,6±4,40	54,4±8,66	2,7–5,5	4,1±0,16
3	8	26,2±2,51	29,3±1,95	10,4±0,73	0,9±0,10	185,4±24,01	39,8±6,89	129,0±29,35	4,5–7,0	5,8±0,26
4	3	28,0±2,65	32,0±2,65	12,8±0,96	1,2±0,12	343,0±47,57	43,4±11,06	255,7±42,85	7,0–8,0	7,3±0,33
<i>A. protensum</i>										
2		22,0±3,00	18,5±2,50	2,3±0,70	0,7±0,15	85,5±14,50	36,0±12,03	47,0±23,00	2,0–2,2	2,1±0,10
3	6	33,5±1,61	29,0±1,86	4,3±0,59	1,0±0,18	138,3±30,42	66,6±6,44	194,5±56,22	2,5–3,2	2,9±0,12
4	4	33,0±3,44	27,4±3,21	3,9±0,42	1,2±0,12	155,3±15,14	76,5±5,62	302,5±57,97	3,5–4,0	3,6±0,13
5	3	31,7±4,81	24,3±4,98	5,3±0,83	1,2±0,32	312,0±76,06	73,5±18,73	1318,3±638,76	4,0–5,0	4,3±0,33

Примечание: подчеркнуты значения, достоверно отличающиеся от показателей растений с наименьшим числом листьев ($P < 0,05$)

листьев наблюдаются как в природе, так и в Ботаническом саду.

Для изучения зависимости биоморфологических показателей от числа листьев на генеративном побеге были выбраны виды различных секций – из секции *Compactoprason* – *A. giganteum*, из секции *Miniprason* – *A. karataviense* и из секции *Kaloprason* – *A. protensum*. Эти виды резко различаются по внешнему виду: *A. giganteum* – мощные высокорослые растения до 140 см высоты, насчитывающие на побеге не менее 4 листьев и в соцветиях до 2600 цветков, тогда как высота *A. karataviense* и *A. protensum* редко достигает 40 см, минимальное число листьев на генеративном побеге – 1 (*A. karataviense*) или 2 (*A. protensum*), а число цветков в соцветии не превышает 400.

Результаты анализа помещены в табл. 2, из которой видно, что у всех изученных видов с увеличением числа листьев на генеративном побеге возрастает высота растений, размеры нижнего листа, диаметр цветоноса, число цветков и семян, размер замещающих луковиц.

Так, высота генеративного побега у растений с крайними значениями числа листьев возрастает у *A. giganteum* с $85,7 \pm 2,66$ до $124,4 \pm 2,49$ см ($P < 0,05$), у *A. karataviense* с $18,3 \pm 2,24$ до $28,0 \pm 2,65$ см ($P < 0,05$), у *A. protensum* с $22,0 \pm 3,00$ до $31,7 \pm 4,81$ см; число цветков в соцветии – соответственно с $444,9 \pm 41,89$ до $1256,9 \pm 213,03$ ($P < 0,05$), с $52,8 \pm 5,19$ до $343,0 \pm 47,57$ ($P < 0,05$) и с $85,5 \pm 14,50$ до $312,0 \pm 76,06$ ($P < 0,05$); количество семян – соответственно с $246,5 \pm 47,09$ до $692,6 \pm 165,29$ ($P < 0,05$), с $24,8 \pm 3,89$ до $255,7 \pm 42,85$ ($P < 0,05$) и с $47,0 \pm 23,00$ до $1318,3 \pm 638,76$ ($P < 0,05$). Интересно, что завязываемость плодов во всех вариантах достоверно не различается, за исключение растений с 3 и 4 листьями у *A. protensum*.

Несомненный интерес представляют данные по величине замещающих луковиц. У луковичных растений этот показатель, при отсутствии вегетативного размножения, во многом определяется величиной исходной (материнской) луковицы, давшей начало растению.

Таким образом, морфометрические особенности замещающих луковиц дают определенную информацию о таковых у исходных луковиц.

Таблица 3. Влияние диаметра высаженных луковиц на биоморфологические показатели видов *Allium*

Вид	Луковицы		Число листьев		Генеративные растения		Коэффициент корреляции, r
	диаметр, см	n	Min-max	M±m	количество, %	число листьев, min-max	
<i>A. cristophii</i>	1,0–1,9	7	1–4	$2,3 \pm 0,36$	$14,3 \pm 13,23$	3–4	0,78
	2,0–2,9	9	3–7	$5,0 \pm 0,60$	$55,6 \pm 16,56$	3–7	$P < 0,001$
	3,0–3,9	6	4–9	$6,7 \pm 0,67$	$83,3 \pm 15,22$	4–9	
	4,0–4,9	1	8	8,0	100,0	8	
<i>A. giganteum</i>	1,0–1,9	2	1	1,0	0,0	–	0,80
	2,0–2,9	3	2–3	$2,7 \pm 0,33$	0,0	–	$P < 0,001$
	3,0–3,9	16	4–6	$5,1 \pm 0,15$	$62,5 \pm 12,10$	4–6	
	4,0–4,9	21	5–7	$5,7 \pm 0,11$	$85,7 \pm 7,64$	5–7	
<i>A. protensum</i>	1,0–1,9	1	1	1,0	0,0	–	0,85
	2,0–2,9	3	2–3	$2,7 \pm 0,33$	0,0	–	$P < 0,001$
	3,0–3,9	9	3–5	$3,9 \pm 0,26$	$44,4 \pm 24,85$	3–5	
	4,0–4,9	2	6–8	$7,0 \pm 1,00$	100,0	6–8	
<i>A. stipitatum</i>	2,0–2,9	33	2–5	$3,7 \pm 0,14$	$18,2 \pm 6,71$	4–5	0,70
	3,0–3,9	107	3–6	$4,7 \pm 0,08$	$62,6 \pm 4,68$	3–6	$P < 0,001$
	4,0–4,9	80	4–8	$5,9 \pm 0,08$	$93,8 \pm 2,70$	4–8	
	5,0–5,9	44	5–8	$6,4 \pm 0,14$	$88,6 \pm 4,79$	5–8	
<i>A. suworowii</i>	6,0–6,9	5	7–8	$7,2 \pm 0,20$	100,0	7–8	
	0,5–0,9	25	1	1,0	0	–	0,83
	1,0–1,4	47	1–4	$1,7 \pm 0,11$	$12,8 \pm 4,87$	2–4	$P < 0,001$
	1,5–1,9	41	2–5	$3,2 \pm 0,15$	$95,1 \pm 3,36$	2–5	
	2,0–2,4	47	3–7	$4,3 \pm 0,15$	$97,9 \pm 2,08$	3–7	
	2,5–2,9	25	4–7	$5,1 \pm 0,15$	$88,0 \pm 6,50$	4–7	
	3,0–3,4	7	5–9	$6,7 \pm 0,47$	$85,7 \pm 13,23$	5–9	

Как видно из данных *табл. 2*, в ряде вариантов наблюдается значительное варьирование диаметра зацветающих луковиц. Так, у растений с 4 листьями *A. giganteum* этот показатель варьировал в пределах 2–4 см, у *A. karataviense* – от 2,7–5,5 см (у растений с 2 листьями) до 4,5–7 см (у растений с 3 листьями).

Описанное явление свидетельствует о том, что у изученных видов различные по размеру луковицы могут дать начало растениям с одинаковым числом листьев. Для изучения влияния диаметра луковиц на биоморфологические показатели растений видов *Allium* был привлечен материал, собранный в популяциях Ботанического сада (*табл. 3*).

Как видно из данных *табл. 3*, наименьший размер луковиц, образующих генеративный побег, составляет у *A. suworowii* 1–1,4 см, у *A. cristophii* 1–1,9 см, у *A. stipitatum* 2,0–2,9 см, у *A. giganteum* и *A. protensum* – 3–3,9 см.

У всех изученных видов *Allium* с увеличением диаметра луковицы наблюдается увеличение среднего числа листьев и процента генеративных растений. Корреляционный анализ выявил очень тесную зависимость между размером луковиц и числом образующихся листьев – коэффициент корреляции составляет 0,70–0,83 ($P < 0,001$).

В то же время в каждом варианте у генеративных растений наблюдается вариабельность числа листьев. Наибольшим размахом характеризуются *A. cristophii*, *A. stipitatum* и *A. suworowii*, у которых крайние значения различаются на 4–5 листьев, наименьшим – *A. giganteum* и *A. protensum* – с различиями в 1–2 листа

Из полученных данных видно также, что луковицы различной величины могут продуцировать растения с одинаковым числом листьев. Так, у *A. stipitatum* генеративные растения с 6 листьями образуются из луковиц диаметром от 3,0–3,9 см до 5,0–5,9 см, у *A. suworowii* растения с 4 листьями – из луковиц диаметром от 1,0–1,4 до 2,5–2,9 см.

Результаты развернутого анализа этих особенностей для *A. suworowii*, представленного наибольшим числом растений, помещены в *табл. 4–5*.

Как видно из данных *табл. 4*, увеличение числа листьев сопровождается ростом большинства показателей. Так, при диаметре луковиц 2–2,5 см высота растений возрастает с $53,2 \pm 2,87$ до $66,5 \pm 1,50$ см ($P < 0,05$); длина нижнего листа – с $35,0 \pm 1,95$ до $43,5 \pm 0,50$ см ($P < 0,05$); ширина нижнего листа – с $2,3 \pm 0,12$ до $3,4 \pm 0,10$ см ($P < 0,05$); диаметр цветоноса – с $0,4 \pm 0,03$ до $0,6 \pm 0,05$ см ($P < 0,05$); число цветков – с $78,6 \pm 6,68$ до $147,0 \pm 24,00$ ($P < 0,05$); число семян – с $155,8 \pm 30,79$ до $425,0 \pm 37,00$ ($P < 0,05$); среднее число семян на 1 плод – с $3,9 \pm 0,44$ до $5,0 \pm 0,44$. Отсутствие достоверных различий между отдельными показателями при ясно выраженной тенденции объясняется малыми объемами выборок.

Особенно необходимо подчеркнуть, что наиболее существенно по количеству продуцируемых семян различаются растения, имеющие различное число листьев, хотя и полученные из луковиц одинакового диаметра. При этом увеличение количества семян достигается как за счет роста числа цветков в соцветии, так и семян в плоде. Последнее является

Таблица 4. Вариабельность растений *A. suworowii*, полученных из луковиц одинакового диаметра

Число листьев	n	Высота	Нижний лист		Диаметр цветоноса	Число цветков	Завязываемость плодов, %	Число семян:	
			длина	ширина				всего	на 1 плод
Диаметр луковиц 1,5–2 см									
2	6	42,3±3,26	33,4±1,59	2,1±0,11	0,2±0,02	52,0±10,37	24,7±9,93	78,0±57,7	2,9±0,63
3	11	47,4±2,25	35,1±1,24	2,0±0,11	0,3±0,02	77,2±6,16	48,9±7,09	153,2±28,11	3,7±0,40
4	8	47,6±3,90	37,6±2,74	2,1±0,15	0,4±0,04	100,9±14,70	48,9±8,97	272,4±70,84	5,0±1,85
5	2	53,5±10,50	43,5±6,50	2,4±0,10	0,6±0,05	139,0±66,00	57,9±11,35	544,5±384,50	5,6±0,92
Диаметр луковиц 2–2,5 см									
3	9	53,2±2,87	35,0±1,95	2,3±0,12	0,4±0,03	78,6±6,68	46,7±6,24	155,8±30,79	3,9±0,44
4	18	56,1±2,10	37,9±1,07	2,6±0,08	0,4±0,02	106,9±7,96	60±3,66	336,5±44,75	4,9±0,20
5	6	57,5±2,14	42,2±3,62	2,3±0,24	0,5±0,06	111,3±16,21	53,7±3,64	268,3±54,56	4,5±0,59
6	4	59,0±3,19	41,3±3,57	2,5±0,08	0,5±0,04	147,0±17,06	53,3±3,75	441,5±42,52	5,8±0,43
7	2	66,5±1,50	43,5±0,50	3,4±0,10	0,6±0,05	147,0±24,00	59,4±9,70	425,0±37,00	5,0±0,44
Диаметр луковиц 2,5–3 см									
4	5	63,8±2,40	44,0±2,88	2,5±0,19	0,5±0,04	124,2±13,27	60,0±3,19	285,0±43,47	3,9±0,60
5	11	63,9±1,77	39,9±1,12	2,8±0,14	0,5±0,05	125,2±11,93	61,1±7,70	472±72,45	5,8±0,53
6	3	56,3±10,68	37,3±2,03	3,1±0,24	0,5±0,03	140,7±19,64	47,3±24,02	558,0±26,00	7,5±1,68

Примечание: подчеркнуты значения, достоверно отличающиеся от показателей растений с наименьшим количеством листьев ($P < 0,05$).

видоспецифической особенностью *A. suworowii* при обследовании рендомизированных выборок [8].

При анализе растений *A. suworowii* с одинаковым числом листьев, но полученных из луковиц разного диаметра, установлено, что с увеличением запаса питательных веществ в материнской луковице наблюдается рост показателей только вегетативной сферы – высоты растений и ширины нижнего листа (табл. 5). Изменения показателей генеративной сферы носят разнонаправленный характер.

Таким образом, основное влияние на биоморфологические особенности изученных видов оказывает

число листьев на генеративном побеге, от которого зависит степень выраженности всех остальных показателей.

Проанализировав рендомизированные природные выборки, мы установили, что у всех видов распределение генеративных растений по числу листьев имеет характер одновершинной кривой (табл. 6, рис. 1). При этом максимум, составляющий 40–60 %, приходится у *A. karataviense* на растения с 2 листьями, у *A. protensum* и *A. suworowii* – с 3 листьями, у *A. stipitatum* – с 4 листьями, у *A. giganteum* – с 6 листьями.

Таблица 6. Распределение растений изученных видов *Allium* в природных условиях по числу листьев на генеративном побеге, %

Вид	n	Число листьев на генеративном побеге						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>A. karataviense</i>	42	14,3	59,5	19,1	7,1			
<i>A. giganteum</i>	50				12	36	42	10
<i>A. protensum</i>	15		13,3	40,0	26,7	20,0		
<i>A. stipitatum</i>	146			8,2	47,3	31,5	13,0	
<i>A. suworowii</i>	37		16,2	51,4	21,6	8,1	2,7	

Таблица 5. Характеристика растений *A. suworowii* с одинаковым числом листьев, полученных из луковиц разного диаметра

Число листьев	Диаметр луковиц	Высота	Нижний лист		Диаметр цветоноса	Число цветков	Завязываемость плодов, %	Число семян	
			Длина	ширина				всего	на 1 плод
2	1-1,5 см, n=3	35,0±5,57	27,2±1,40	1,6±0,07	0,2±0,00	32,0±3,61	28,8±18,79	42,0±26,86	3,1±1,66
	1,5-2 см, n=6	42,3±3,26	33,4±1,59	2,1±0,11	0,2±0,02	52,0±10,37	24,7±9,93	78,0±57,7	2,9±0,63
3	1,5-2 см, n=11	47,4±2,25	35,1±1,24	2,0±0,11	0,3±0,02	77,2±6,16	48,9±7,09	153,2±28,11	3,7±0,40
	2-2,5 см, n=9	53,2±2,87	35,0±1,95	2,3±0,12	0,4±0,03	78,6±6,68	46,7±6,24	155,8±30,79	3,9±0,44
4	1-1,5 см, n=2	38,5±4,50	33,5±2,50	1,8±0,20	0,3±0,05	49,0±5,00	46,6±33,00	109,0±93,00	3,7±1,02
	1,5-2 см, n=8	47,6±3,90	37,6±2,74	2,1±0,15	0,4±0,04	100,9±14,70	48,9±8,97	272,4±70,84	4,6±0,48
5	2-2,5 см, n=18	56,1±2,10	37,9±1,07	2,6±0,08	0,4±0,02	106,9±7,96	60,0±3,66	336,5±44,75	4,9±0,20
	2,5-3 см, n=5	63,8±2,40	44,0±2,88	2,5±0,19	0,5±0,04	124,2±13,27	60,0±3,19	285,0±43,47	3,9±0,60
5	1,5-2 см, n=2	53,5±10,50	43,5±6,50	2,4±0,10	0,6±0,05	139,0±66,00	57,9±11,35	544,5±384,50	5,6±0,92
	2-2,5 см, n=6	57,5±2,14	42,2±3,62	2,3±0,24	0,5±0,06	111,3±16,21	53,7±3,64	268,3±54,56	4,5±0,59
	2,5-3 см, n=11	63,9±1,77	39,9±1,12	2,8±0,14	0,5±0,05	125,2±11,93	61,1±7,70	472,0±72,45	5,8±0,53

Примечание: подчеркнуты значения, достоверно отличающиеся от показателей растений наименьшего диаметра луковиц ($P < 0,05$).

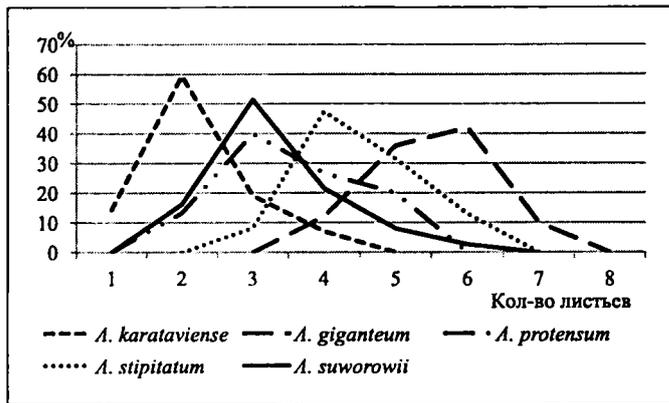


Рис. 1. Распределение растений видов *Allium* по числу листьев на генеративном побеге, %

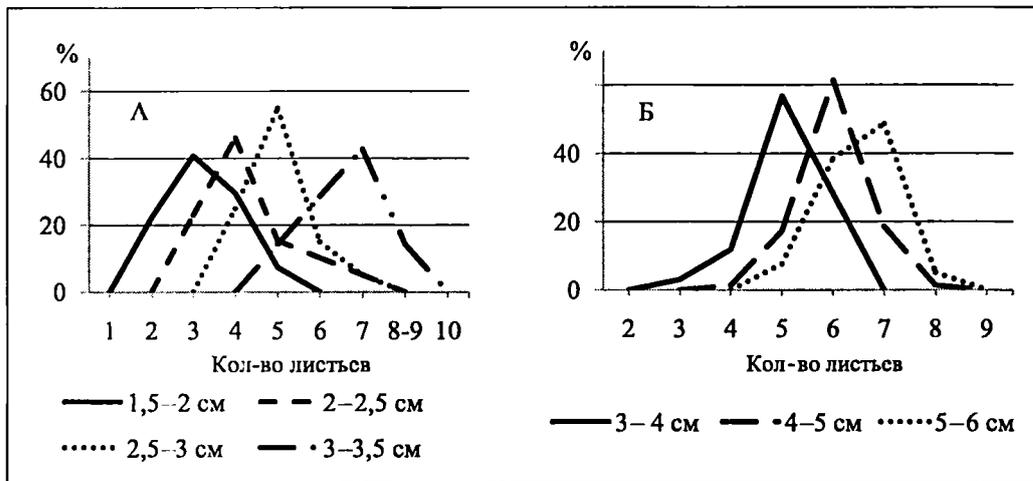


Рис. 2. Распределение растений *A. suworowii* (А) и *A. stipitatum* (Б) по числу листьев на генеративном побеге в зависимости от диаметра луковиц, %

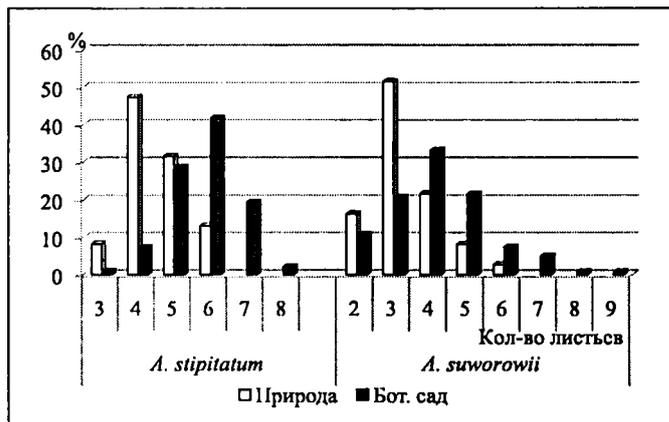


Рис. 3. Распределение растений по числу листьев на генеративном побеге в различных условиях обитания, %.

При анализе растений, полученных от луковиц различной величины, выяснилось, что во всех вариантах распределение имеет сходный характер (рис. 2). С увеличением диаметра луковиц максимальные значения кривых сдвигаются в сторону больших значений (рис. 2).

При сравнительном анализе распределения генеративных растений по числу листьев в зависимости от условий обитания на примере *A. suworowii* и *A. stipitatum* в (табл. 7, рис. 3) выяснено, что в более благоприятных условиях Ботанического сада:

- значительно уменьшается содержание наиболее слабых растений с минимальным числом листьев, но они, тем не менее, присутствуют в популяции;
- максимум сдвигается на 1 (*A. suworowii*) или 2 (*A. stipitatum*) значения в сторону увеличения;

- развиваются растения с большим, чем в природе, числом листьев.

При обсуждении полученных результатов необходимо прежде всего отметить, что изученные виды *Allium* – весеннецветущие луковичные геофиты с эфемероидным ритмом развития. Заложение органов монокарпического побега у них происходит с осени [4, 9, 10]. К концу цветения надземная часть листьев отмирает, и семена формируются за счет цветоноса и влагалищ листьев. Переход в генеративное состояние происходит при определенном запасе питательных веществ в луковице, неодинаковом у разных растений того или иного вида. Также неодинаково и число листьев, с которым растения переходят в генеративное состояние.

Основным фактором, определяющим биоморфологические свойства изученных видов, является число листьев на генеративном побеге, с которым связаны высота растения, размеры нижнего листа, число цветков и завязавшихся плодов, общее количество семян, у ряда видов – процент завязываемости плодов и количество семян в плоде.

Образование при одинаковом диаметре луковицы различного числа листьев на генеративном побеге и,

Таблица 7. Распределение растений по числу листьев на генеративном побеге в различных условиях обитания, %

Вид	Место обитания	n	Число листьев на генеративном побеге							
			2	3	4	5	6	7	8	9
<i>A. stipitatum</i>	Природа	146		8,2	47,3	31,5	13,0			
	Бот. сад	192		1,0	7,3	28,6	41,7	19,3	2,1	
<i>A. suworowii</i>	Природа	35	16,2	51,4	21,6	8,1	2,7			
	Бот. сад	121	10,7	20,7	33,1	21,5	7,4	5,0	0,8	0,8

соответственно, различного количества цветков и семян свидетельствует о разнокачественности растений *Allium* по эффективности использования запаса питательных веществ. По-видимому, определяющим в обилии семеношения является не столько объем запасных питательных веществ в луковице, сколько уровень метаболизма растения, который определяет число листьев при вступлении растений в генеративное состояние; объем запасных питательных веществ, необходимых для образования одного и того же числа листьев; предельное число листьев на генеративном побеге и связанную с этим способность к семеношению.

Одновершинный характер распределения генеративных растений по числу листьев, сходный у разных видов в разных условиях и при различных размерах луковицы, свидетельствует об одной и той же генетически обусловленной особенности – уровне метаболизма.

Однонаправленность процессов на внутрилуковичном этапе морфогенеза осенью (число закладывающихся листьев, цветков, толщина цветоноса), при надземном развитии весной (высота растений, размеры листьев и цветоноса) и при осуществлении процессов опыления и развития определенного количества плодов и семян в плоде свидетельствует о единой программе, регулирующей в конечном итоге семенную продуктивность отдельной особи изучаемого вида как в природе, так и в культуре.

Растения по распределению в популяции можно представить следующим образом:

– растения с низким уровнем метаболизма (около 10–15 %) – достигают генеративного состояния наиболее поздно и с минимальным числом листьев, медленно переходят в следующую по числу листьев фазу развития, характеризуются малым количеством закладывающихся цветков, пониженной завязываемостью плодов или низким содержанием семян в плоде, медленным нарастанием луковицы, слабо реагируют на улучшение условий произрастания;

– растения с высоким уровнем метаболизма (около 10–15 %) – вступают в генеративное состояние первыми при наименьшем запасе питательных веществ в луковице и с наибольшим числом листьев, активно переходят в следующую по числу листьев фазу развития, характеризуются наивысшими показателями заложившихся цветков, завязываемости плодов или содержанием семян в плоде, быстрым нарастанием луковицы, максимальными показателями при благоприятных условиях произрастания;

– растения со средним уровнем метаболизма – занимают промежуточное положение между вышеуказанными группами и составляют большинство в популяции – около 70–80 %.

Повышение variability растений видов *Allium* в благоприятных условиях произрастания, где сохраняются слабые растения и развиваются наиболее

мощные, говорит о том, что окончательное число листьев на генеративном побеге – генетически обусловленный признак.

Таким образом, растения изученных видов *Allium* гетерогенны по уровню метаболизма, что в конечном итоге определяет их морфологические особенности и результативность репродуктивной стратегии. Определенные генетические отличия между растениями с различной степенью семеношения обнаружены у *Pinus stankeviczii* (Sukacz.) Fomin [11]. Среди луковичных растений генотипическое разнообразие установлено для ряда видов *Tulipa* [12, 13] и *Juno orchioides* (Carr.) Vved. [14].

Список литературы

1. Fritsch R.M., Abbasi M. A Taxonomic Review of *Allium* subg. *Melanocrommyum* in Iran. Germany: Gatersleben, 2013. 218 p.
2. Хасанов Ф.О. Род *Allium* L. во флоре Средней Азии: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент, 2008. 35 с.
3. Хасанов Ф.О., Умаров Т.А. Дикорастущие пищевые виды рода *Allium* L. Западного Тянь-Шаня // Узб. биол. журн. 1989. № 6. С. 24–26.
4. Черемушкина В.А. Биология луков Евразии. Новосибирск: Наука, 2004. 280 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.
6. Введенский А.И. Род *Allium* L. – Лук // Флора Узбекистана. Ташкент: Фан, 1941. Т. 1. С. 427–467.
7. Уралов А.И. Виды рода *Allium* в условиях культурфитоценоза // Биоразнообразие, сохранение и рациональное использование генофонда растений и животных. Материалы республиканской конференции. Ташкент, 2014. С. 284–286.
8. Уралов А.И., Печеницын В.П. Зависимость семенной продуктивности луковичных видов *Allium* L. от количества листьев на генеративном побеге // Докл. АН РУз. Ташкент, 2015.
9. Филимонова З.Н. К онтогенезу и морфологии некоторых видов рода *Allium* L.: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ташкент, 1958. 16 с.
10. Байтулин И.О., Рахимбаев И.Р., Каменецкая И.И. Интродукция и морфогенез дикорастущих луков Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1986. 156 с.
11. Коршиков И.И., Горлова Е.М. Генетическая структура, подразделенность и дифференциация популяций сосны Станкевича (*Pinus stankeviczii* (Sukacz.) Fomin) в Горном Крыму // Генетика. 2006. Т. 42. № 6. С. 824–832.
12. Кутлунина Н.А., Беляев А.Ю. Генотипическое разнообразие и клоновая структура в популяциях двух близкородственных видов тюльпана на Южном Урале // Вестн. ОГУ. 2008. № 81. С. 93–98.
13. Booy G., Van Raamsdonk L.W.D. Variation in the enzyme within and between *Tulipa* species; usefulness for the analysis of genetic relationships at different taxonomical level // Biochemical Syst. and Ecol. 1998. Vol. 26. Pp. 199–224.

14. Тургунов М.Д., Печеницын В.П. Особенности репродуктивной стратегии *Juno orchioides* (Carr.) Vved. (Iridaceae) в условиях интродукции // Бюл. Гл. ботан. сада. 2014. № 3 С. 21–26.

References

1. Fritsch R.M., Abbasi M. A Taxonomic Review of *Allium* subg. *Melanocrommyum* in Iran. Germany: Gatersleben, 2013. 218 p.
2. Hasanov F.O. Rod *Allium* L. vo flore Sredney Azii [Genus *Allium* L. in the flora of Central Asia]: Avtoref. diss. dokt. biol. nauk [Author. diss. ... dokt. biol. sciences]. Tashkent, 2008. 35 p.
3. Hasanov F.O., Umarov T.A. Dikorastushchie pishchevye vidy roda *Allium* L. Zapadnogo Tyan-Shanya [Wild edible kinds of genus *Allium* L. Western Tianshan] Uzbekskiy biologicheskiy zhurnal. [Uzbek Biological Journal]. Tashkent, 1989. № 6. Pp. 24–26.
4. Cheryomushkina V.A. Biologiya lukov Evrazii [Biology of *Allium* species in Eurasia]. Novosibirsk: Nauka [Novosibirsk: Publishinghouse house «Science»], 2004. 280 p.
5. Iakin G.F. Biometriya [Biometrics]. Moskva: Vysshaya Shkola [Moscow: Publishing House «Higher School»]. 1990. 352 p.
6. Vvedenskiy A.I. Rod *Allium* L. – Luk [Genus *Allium* L. – Onion] // Flora Uzbekistana. [Flora of Uzbekistan]. Tashkent: Fan [Tashkent: Publishing House Fan], 1941. Vyp. [Vol.] 1. Pp. 427–467.
7. Uralov A.I. Vidy roda *Allium* v usloviyah kulturfitotsenoza [Species of the genus *Allium* in a culture phytocenosis]. Bioraznoobrazie, sokhranenie i ratsionalnoe ispolzovanie genofonda rasteniy i zhivotnykh [Biodiversity, conservation and rational use of the gene pool of plants and animals]. Materialy respublikanskoy konferentsii [Materials of republican conference]. Tashkent, 2014. Pp. 284–286.
8. Uralov A.I., Pechenicyn V.P. Zavisimost semennoy produktivnosti lukovichnykh vidov *Allium* L. ot kolichestva

listev na generativnom pobege [Dependence of seed production bulbous species of *Allium* L. on the number of leaves on the generative stem]. Doklady AN RUz [Reports of the Academy of Sciences of Uzbekistan]. Tashkent, 2015.

9. Filimonova Z.N. K ontogenezu i morfologii nekotorykh vidov roda *Allium* L. [By ontogeny and morphology of some species of the genus *Allium* L.]. Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Author. diss. ... PhD. biol. sciences]. Tashkent, 1958. 16 p.
10. Baytulin I.O., Rakhimbaev I.R., Kamenetskaya I.I. Introduktsiya i morfogenez dikorastushchikh lukov Kazakhstana [Introduction and morphogenesis of wild species of *Allium* of Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka [Alma-Ata: Publishing house «Science»], 1986. 156 p.
11. Korshikov I.I., Gorlova E.M. Geneticheskaya struktura, podrazdelenost i differentsiatsiya populyatsiy sosny Stankevicha (*Pinus stankewiczii* (Sukacz.) Fomin) v Gornom Krymu [Genetic structure, subdivision and differentiation of populations Stankevich pine (*Pinus stankewiczii* (Sukacz.) Fomin) in the Crimean Mountains]. Genetika [Genetics]. 2006. Vyp. [Vol.] 42. № 6. Pp. 824–832.
12. Kutlunina N.A., Belyaev A.Yu. Genotipicheskoe raznoobrazie i klonovaya struktura v populyatsiyakh dvukh blizkorodstvennykh vidov tyulpana na Yuzhnom Urale [Genotypic diversity and clonal structure in the populations of two closely related species of tulip in the South Urals]. Vestnik OGU [Bul. Orenburg State University]. 2008. № 81. Pp. 93–98.
13. Booy G., Van Raamsdonk L.W.D. Variation in the enzyme within and between *Tulipa* species; usefulness for the analysis of genetic relationships at different taxonomical level // Biochemical Syst. and Ecol. 1998. 26. Pp. 199–224.
14. Turgunov M.D., Pechenicyn V.P. Osobennosti reproductivnoy strategii *Juno orchioides* (Carr.) Vved. (Iridaceae) v usloviyakh introduktsii [Features reproductive strategy *Juno orchioides* (Carr.) Vved. (Iridaceae) in the conditions of introduction]. Byulleten Glavnogo Botanicheskogo Sada [Bul. Main Botan. Garden]. 2014. № 3. Pp. 21–26.

Информация об авторах

Уралов Абдуманнон Искандарович, мл. н. с.
E-mail: uralov.85@mail.ru
Печеницын Владимир Петрович, д-р биол. наук, проф., руководитель проекта
E-mail: anandroma@mail.ru
Институт генофонда растительного и животного мира Академии наук Республики Узбекистан
100125, Узбекистан, Ташкент, ул. Богишамол, д. 232

Information about the authors

Uralov Abdumannon Iskandarovich, Junior Researcher
E-mail: uralov.85@mail.ru
Institute of the gene pool of flora and fauna of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Pechenitsyn Vladimir Petrovich, Dr. Sci. Biol., Prof., Project manager
E-mail: anandroma@mail.ru
100125, Uzbekistan, Tashkent, Bogishamol Str., 232

Л.П. Калмыкова

н. с.

Н.Л. Кузнецова

н. с.

А.В. Фисенко

канд. биол. наук, ст. н. с.

E-mail: fisenko800@mail.ru

Н.П. Кузьмина

мл. н. с.

В.П. Упелниек

канд. биол. наук, зав. отд.

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Главный ботанический сад

им. Н.В. Цицина Российской академии наук,

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

Изучение качества зерна глиадиновых биотипов сорта озимой мягкой пшеницы Рубежная

Изучены технологические свойства зерна четырех глиадиновых биотипов озимого сорта мягкой пшеницы Рубежная урожая 2012–2014 гг. Качество зерна глиадиновых биотипов и исходного сорта Рубежная равноценны. Один из биотипов превышает исходный сорт, а также другие биотипы по урожайности зерна и может быть использован как более продуктивный аналог сорта Рубежная.

Ключевые слова: глиадины, биотипы, качество зерна, мука, клейковина, хлеб.

L.P. Kalmykova

Researcher

N.L. Kuznetsova

Researcher

A.V. Fisenko

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: fisenko800@mail.ru

N.P. Kuzmina

Junior Researcher

V.P. Upelniiek

Cand. Sci. Biol., Head of Department

Federal State Budgetary Institution for Science
Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS,
Federal State Budgetary Institution for Science Institute
of General Genetics named after N.I. Vavilov RAS,
Moscow

The Study on Gliadin Biotypes in the Winter Soft Wheat Cultivar 'Rubezhnaya'

The technological properties of grain of four winter common wheat 'Rubezhnaya' gliadin biotypes (harvest of 2012–2014) have been studied. Grain quality of the gliadin biotypes is equivalent to the original variety. One of the biotypes exceeds other biotypes and the original wheat variety on grain yield, this biotype can be used as more productive analogue than the initial wheat variety 'Rubezhnaya'.

Keywords: gliadins, biotype, quality of grain, flour, gluten, bread.

Основной продовольственной культурой как в нашей стране, так и в большинстве стран мира, является пшеница. Увеличение производства зерна, улучшение его качества и рациональное использование – основные задачи сельского хозяйства.

Селекция пшеницы в основном базируется на использовании естественного внутривидового разнообразия, при этом серьезной проблемой становится исчерпание генетической изменчивости вида. Для решения этой проблемы и расширения генетического разнообразия наиболее перспективным является метод отдаленной гибридизации. Работы академика Н.В. Цицина в области отдаленной гибридизации злаковых позволили значительно расширить генфонд пшеницы. От скрещивания пшеницы с дикорастущими злаками были получены совершенно новые формы пшеницы, обладающие комплексом ценных хозяйственных признаков. Они имеют генетический потенциал высокой продуктивности, устойчивости к неблагоприятным условиям внешней среды, невосприимчивость к различным болезням, высокое содержание белка и хорошие хлебопекарные свойства [1].

Одним из направлений исследований в этом аспекте явились работы по скрещиванию пшеницы с представителями родов *Elymus* L. и *Leymus* Hochst. Раньше виды этих двух родов были объединены в род *Elymus* [2]. В результате гибридизации разных видов пшеницы с видами колосняка (*Leymus*) были выделены виды, формы и сорта, успешнее скрещивающиеся между собой [3]. В роде *Leymus* наибольший интерес представляли три вида: *L. arenarius* (L.) Hochst., ($2n=56$), *L. mollis* Hara ($2n=28$) и *L. racemosus* Lam. ($2n=28$). Виды рода *Leymus* устойчивы к засухе и засолению, хорошо зимуют в крайне суровых условиях и не поражаются грибными заболеваниями, а по величине и продуктивности колоса им нет равных в подтрибе ячменевых [3, 4].

В 1959–1962 гг. были получены первые пшенично-колосняковые амфидиплоиды с полным набором хромосом обоих родительских растений, а в 1968 г выделены первые неполные 42-хромосомные пшенично-колосняковые амфидиплоиды (НПКАД). Отцовским растением был *L. mollis* – колосняк мягкий из Приморского края, а материнскими – твердая пшеница из Палестины и мягкая пшеница-двуручка из Чехословакии. В 70-е годы прошлого столетия в отделе отдаленной гибридизации ГБС были расширены работы по скрещиванию пшеницы с колосняком для получения новых НПКАД, и пшеницы с НПКАД – для получения продуктивных и устойчивых яровых и озимых форм пшенично-колосняковых гибридов пшенично-го типа [5].

Неполные пшенично-колосняковые амфидиплоиды (АД 98, АД 99, АД 100, АД 101) были использованы в качестве доноров хромосом генома М колосняка мягкого. Для скрещивания с ними были привлечены наиболее ценные на тот период формы и сорта озимой и яровой пшеницы с высокими технологическими свойствами зерна.

При гибридизации культурной пшеницы с дикорастущими злаками потомству передаются неудовлетворительные

технологические свойства зерна дикарей. Однако, в эндосперме пырейников обнаружено наличие белков, сходных с высоко- и низкомолекулярными субъединицами глютенина пшеницы [6]. Следовательно, можно предположить, что использованные в скрещиваниях виды пырейника *Elymus* не оказали существенного негативного влияния на качество клейковины полученных гибридов. При этом уровень качества зерна озимых и яровых пшениц, использованных в скрещиваниях, имел большое значение.

Один из гибридов, в происхождении которого принимал участие колосняк (ПЭГ 689), был использован в скрещиваниях с озимыми 42-хромосомными пшенично-пырейными гибридами. В результате получен сорт озимой мягкой пшеницы Рубежная, являющийся сложным пшенично-пырейно-колосняковым гибридом. Этот сорт прошел государственное сортоиспытание и был районирован в 2013 г. Сорт среднеспелый, устойчивый к полеганию и осыпанию, с высокой экологической пластичностью. Зерно крупное, красное, выполненное, овальной формы с хорошими технологическими свойствами.

Технологические свойства зерна пшеницы и соответственно, качество хлебной продукции находятся в прямой зависимости от содержания и качества клейковины. Массовая доля сырой клейковины в зерне пшеницы колеблется в пределах от 14 до 58 %. Высококлейковинные пшеницы содержат более 28 % сырой клейковины в зерне. При пересчете на сухое вещество 82–85 % клейковины составляют запасные белки – глиадины и глютенины.

Предварительно проведенное исследование сорта Рубежная показало, что этот сорт является гетерогенным по составу глиадинов. Глиадины, наряду с глютеинами, формируют клейковинный комплекс зерна и различные аллельные варианты глиадинкодирующих локусов могут по-разному влиять на качество зерна. В связи с этим и глиадиновые биотипы, выделенные у сорта Рубежная, теоретически могут отличаться по технологическим свойствам зерна.

Целью нашей работы было изучение качества зерна глиадиновых биотипов сорта Рубежная.

Гетерогенность сорта Рубежная обусловлена глиадинкодирующими локусами Gli-D1 и Gli-A2, каждый из которых имеет по два различных аллеля. Генетическая формула аглиадина: Gli-D1a+b.Gli-A2i+b.

Для изучения взаимосвязи состава глиадинов с качеством зерна было проведено разделение сорта Рубежная на биотипы по составу глиадинов. Зерновки из 100 произвольно отобранных из сорта Рубежная колосьев анализировали с помощью метода электрофореза запасных белков. Использовался стандартный метод электрофореза глиадинов в ПААГ (полиакриламидном геле) в кислом алюминий-лактатном буфере [7, 8, 9]. В результате электрофореза глиадинов зерновки с колосьев были разделены на 4 биотипа:

- 1) зерновки с 24 колосьев с аллелями глиадинкодирующих локусов Gli-D1a Gli-A2i, далее биотип a-i;
- 2) зерновки с 11 колосьев с аллелями Gli-D1b Gli-A2b, биотип b-b;

3) зерновки с 21 колоса с аллелями Gli-D1b Gli-A2i, биотип b-i;

4) зерновки с 14 колосьев с аллелями Gli-D1a Gli-A2b, биотип a-b.

Все биотипы сорта Рубежная после предварительного размножения испытывались в 4-х повторностях в научном полевом севообороте Отдела отдаленной гибридизации ГИС РАН. Определение урожайности, оценка хозяйственно-ценных и технологических свойств зерна сорта Рубежная проводились в 2011–2014 годах.

Уровень показателей качества зерна зависит от условий выращивания и погоды в вегетационный период. За годы изучения формирования урожая проходило в разных условиях, что отразилось на качестве зерна сорта Рубежная,

Таблица 1. Физические свойства зерна глатиновых биотипов сорта Рубежная, 2012 и 2014 гг.

Образец	Масса 1000 зерен, г	Общая стекловидность, %	Натура, г/л
Московская 39	37,3–48,5 42,2	54–79 61	796–840 815
Рубежная	38,8–51,0 44,7	36–77 47	791–841 813
Биотип a-i	41,1–44,7 43,1	24–80 53	788–844 816
Биотип b-b	40,1–44,7 43,0	18–83 49	785–846 812
Биотип b-i	38,9–46,0 42,8	31–82 57	785–849 814
Биотип a-b	38,6–44,7 42,5	23–82 55	791–845 817

Примечание: 1) в числителе – пределы колебаний, в знаменателе – средние значения показателей; 2) масса 1000 зерен дана в пересчете на сухое вещество.

его биотипах и взятом в качестве стандарта сорте озимой пшеницы Московская 39.

В таблице 1 приведены показатели физических свойств зерна глатиновых биотипов сорта Рубежная в сравнении с сортом-стандартом Московская 39 и исходным сортом Рубежная. Зерно у биотипов, как и у Рубежной, красное, овальной формы, крупное, среднестекловидное, с высокой натурной массой. По показателям физических свойств зерна – натурной массе и общей стекловидности, обуславливающим мукомольные достоинства, сорт Рубежная и его биотипы находятся на одном уровне. По массе 1000 зерен лучшие показатели у биотипа a-i – 43,1 г и у b-b – 43 г.

Для проведения технологического анализа зерно размалывали на мельнице «Квадрат-Юниор», использовали капроновое сито № 32 с получением муки 70 % выхода. Клейковину из муки отмывали вручную, согласно действующему ГОСТ 13586.1-68. Показатель седиментации муки определяли в 2 % растворе ледяной уксусной кислоты.

Пробную выпечку проводили полумикрометодом по следующей рецептуре: 50 г муки, 1,5 г прессованных дрожжей, 2 г сахара и 0,65 г соли, без добавления улучшителей. Замес теста проводили на месилке типа Свансона. Во время брожения делали две перебивки теста: первую через 90 мин, вторую спустя 150 мин от начала брожения. Расстойка теста в формах до готовности. Выпекали 2 хлебца в течении 15 мин при температуре 230 °С.

По содержанию клейковины в муке по средним данным все биотипы находятся на одном уровне, в том числе и с сортом Рубежная, незначительно превышая Московскую 39. Наибольшее количество клейковины сформировалось у образцов в 2014 г. Содержание клейковины у всех образцов было больше 35 %. У биотипа b-i в 2014 г оно составило 37,4 %, при 34,1 % у Московской 39 и 35,2 % у Рубежной. Однако, вся клейковина в годы изучения имела II группу качества. Седиментационная характеристика муки всех образцов, включая стандарт, являющаяся косвенным показателем, свидетельствует об удовлетворительном качестве клейковины.

Таблица 2. Хлебопекарные свойства зерна глатиновых биотипов сорта Рубежная, 2012–2014 гг.

Образец	Содержание клейковины в муке, %	Показатель седиментации, мл	Объемный выход хлеба, см³	Общая хлебопекарная оценка, балл
Московская 39	26,0–34,1 28,8	9–32 23	400–520 470	2,3–4,2 3,2
Рубежная	26,8–35,2 30,2	26–40 31	510–600 543	3,9–4,3 4,1
Биотип a-i	24,8–36,1 30,6	24–37 30	320–560 460	3,6–4,3 3,9
Биотип b-b	26,1–35,6 30,6	26–35 29	480–560 520	3,7–3,9 3,8
Биотип b-i	23,2–37,4 30,0	28–36 31	470–520 490	3,6–3,8 3,7
Биотип a-b	22,4–35,9 29,8	27–32 30	440–520 477	3,5–3,8 3,6

Примечание: в числителе – пределы колебаний, в знаменателе – средние данные.

Таблица 3. Технологические свойства зерна у биотипов сорта Рубежная по локусу *Gli-D1*, 2013–2014 гг.

Биотипы	Масса 1000 зерен, г	Общая стекловидность, %	Натура, г/л	Показатель седиментации, мл	Содержание клейковины в муке, %	Объемный выход хлеба, см ³	Общая хлебопекарная оценка, балл
<i>Gli-D1a</i> (a-i + a-b)	41,7	47	816	28	30,7	440	3,0
<i>Gli-D1b</i> (b-b + b-i)	42,2	49	817	30	32,3	440	3,0

Таблица 4. Технологические свойства зерна у биотипов сорта Рубежная по локусу *Gli-A2*, 2013–2014 гг.

Биотипы	Масса 1000 зерен, г	Общая стекловидность, %	Натура, г/л	Показатель седиментации, мл	Содержание клейковины в муке, %	Объемный выход хлеба, см ³	Общая хлебопекарная оценка, балл
<i>Gli-A2b</i> (b-b + a-b)	41,8	44	819	32	31,2	420	3,4
<i>Gli-A2i</i> (a-i + b-i)	41,8	52	814	28	30,8	455	3,1

Результаты пробной выпечки подтверждают косвенные показатели, что позволяет отнести изученные биотипы к группе пшениц среднего качества. Однако, биотипы a-i и b-b незначительно, но выделяются по массе 1000 зерен и общей хлебопекарной оценке по сравнению с биотипами b-i, a-b и Московской 39. По хлебопекарной оценке они с исходным сортом Рубежная на одном уровне.

Таким образом, все биотипы и исходный сорт Рубежная, имея определенное разнообразие по изученным показателям технологических свойств, характеризуются как пшеницы среднего качества – филлеры. Имеющиеся превышения по отдельным показателям у биотипов a-i и b-b несут незначительный характер, и это не позволяет отнести их к более высокой категории.

Наличие различий между биотипами сразу по двум глиндинокодирующим локусам создает сложную картину взаимодействия между запасными белками, а также между генными комплексами, сцепленными с глиндиновыми локусами на соответствующих хромосомах. Для выявления индивидуального влияния отдельных аллелей глиндинокодирующих локусов было проведено попарное сравнение показателей качества зерна у биотипов, несущих определенные аллели. По локусу *Gli-D1*, расположенному на хромосоме 1D, проведено сравнение биотипов, несущих аллель *a* (биотипы *a-i* и *a-b*), и аллель *b* (биотипы *b-b* и *b-i*) - таблица 3.

Технологические свойства биотипов по локусу *Gli-D1*, имея незначительные различия по содержанию клейковины в муке, характеризуются одинаковыми хлебопекарными свойствами и входят в одну группу качества.

Биотипы, несущие аллель *b* (*b-b* и *a-b*) и аллель *i* (*a-ib-i*) по локусу *Gli-A2* имеют равноценные показатели технологических свойств и относятся к пшеницам среднего качества.

Изучено качество зерна 4-х биотипов озимого сорта Рубежная урожая 2012–2014 годов. Лучшее по качеству зерно сформировалось в 2014 году. Биотипы *a-ib-bb*

отдельные годы по некоторым показателям имели превышения, однако это не позволяет отнести их к пшеницам более высокой группы качества. Следовательно, сорт Рубежная и его биотипы по качеству зерна практически равноценны.

Проведенные в 2012–2014 гг. полевые сортоиспытания позволили выделить у гетерогенного по составу глиндинов сорта Рубежная перспективный по продуктивности биотип *b-b*, который превысил исходный сорт Рубежная на 11,2 ц/га и на 2,4 ц/га стандартный сорт Заря [10]. Биотип *b-b* (имеющий аллели глиндинов *Gli-D1b* и *Gli-A2b*) может быть аналогом исходного сорта Рубежная с тем же качеством зерна, но превышая его по урожайности.

Подмосковье не является зоной, благоприятной для получения высококачественного зерна. Стандартный сорт Московская 39 – ценная пшеница в годы изучения по показателям качества зерна был на уровне или несколько ниже сорта Рубежная и его биотипов. Следовательно, условия выращивания не позволили сформировать зерно с высокими хлебопекарными свойствами. Для проявления потенциальных возможностей сорта Рубежная и его биотипов нужна зона с более благоприятными почвенно-климатическими условиями выращивания.

Список литературы

1. Цицин Н.В. Проблемы отдаленной гибридизации. М.: Наука, 1979. С. 5–20.
2. Цвелев Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.
3. Петрова К.А. Скрещиваемость пшеницы с элимусами и особенности гибридов первого поколения // Гибриды отдаленных скрещиваний и их полиплоиды. М.: Изд-во АН СССР. 1963. С. 104–123.
4. Петрова К.А. Основные итоги гибридизации пшеницы с элимусом и ближайшие перспективы селекции пшенично-элимусных гибридов // Отдаленная гибридизация растений. М.: Колос, 1970. с. 233–243.

5. Маслова М.А., Смыслова В.Д. О скрещиваемости некоторых видов рода *Triticum* L. с пшенично-элимусными амфидиплоидами // Тез. Докл. Всесоюзного совещания по отдаленной гибридизации растений и животных. М.: АН СССР, ВАСХНИИ, 1981. С. 100–102.

6. Обухова Л.В., Генералова Г.В., Агафонов А.В. и др. Сравнительное молекулярно-генетическое исследование глютенинов пшеницы и пырейника // Генетика. 1997. Т. 33. № 8. С. 1174–1178.

7. Новосельская А.Ю., Метакровский Е.В., Созинов А.А. Изучение полиморфизма глиадинов некоторых сортов пшеницы методами одно- и двумерного электрофореза // Цитология и генетика. 1983. Т. 17. С. 45–48.

8. Metakovsky E.V. Gliadin allele identification on common wheat. II. Catalogue of gliadin allele in common wheat // Journ. Genet. & Breed. 1991. Vol. 45. Pp. 325–344.

9. Metakovsky E.V., Novoselskaya A.Yu. Gliadin allele identification in common wheat. I. Methodological aspects. J. Genet. & Breed. 1991. Vol. 45 Pp. 319–323.

10. Фисенко А.В., Кузьмина Н.П. Изучение взаимосвязи между составом запасных белков (глиадинов) и хозяйственно-ценными качествами сорта озимой мягкой пшеницы Рубежная // Аграрная наука. 2014. № 7. С. 15–17.

pshenichno-elimusnykh gibridov [The main results of the hybridization of wheat with elimus and coming prospects breeding wheat-elimus hybrids] // Otdalennaya gibridizatsiya rasteniy [Distant hybridization of plants]. M.: Kolos [Moscow: Publishing House «Kolos»], 1970. Pp. 233–243.

5. Maslova M.A., Smyslova V.D. O skreshchivaemosti nekotorykh vidov roda *Triticum* L. s pshenichno-elimusnymi amfidiploidami [About crossability some species of the genus *Triticum* L. with wheat-elimus amphidiploids] // Tezisy dokladov Vsesoyuznogo soveshchaniya po otdalennoy gibridizatsii rasteniy i zhivotnykh [Abstracts of the All-Union Conference on the distant hybridization of plants and animals]. M.: AN SSSR [Moscow: Publishing House «Academy of Sciences of the USSR»], 1981. Pp. 100–102.

6. Obukhova L.V., Generalova G.V., Agafonov A.V. et al. Sravnitelnoe molekulyarno-geneticheskoe issledovanie glyuteninov pshenitsy i pyreynika [Comparative molecular-genetic study of wheat glutenins and elymus] // Genetika [Genetics]. 1997. Vol. 33. № 8. Pp. 1174–1178.

7. Novoselskaya A.Yu., Metakovskiy Ye.V., Sozinov A.A. Izuchenie polimorfizma gliadinov nekotorykh sortov pshenitsy metodami odno- i dvumernogo elektroforeza [Study of polymorphism of some varieties of wheat gliadin methods of one- and two-dimensional electrophoresis] // Tsitologiya i genetika [Cytology and Genetics]. 1983. Vol. 17. Pp. 45–48.

8. Metakovsky E.V. Gliadin allele identification on common wheat // Catalogue of gliadin allele in common wheat. J. Genet. & Breed. 1991. Vol. 45. Pp. 325–344.

9. Metakovsky E. V., Novoselskaya A. Yu. Gliadin allele identification in common wheat. I. Methodological aspects // Journ. Genet. & Breed. 1991. Vol. 45. Pp. 319–323.

10. Fisenko A.V., Kuzmina N.P. Izuchenie vzaimosvyazi mezhdu sostavom zapasnykh belkov (gliadinov) i khozyaystvenno-tsennymi kachestvami sorta ozimoy myagkoy pshenitsy Rubezhnaya [The study of the relationship between the composition of the storage proteins (gliadin) and economically valuable qualities of varieties of winter wheat Rubezhnaya] // Agrarnaya nauka [Agricultural science]. 2014. № 7. Pp. 15–17.

References

1. Tsitsin N.V. Problemy otdalennoy gibridizatsii [Problems distant hybridization]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1979. Pp. 5–20.

2. Tsvetev N.N. Zlaki SSSR [Cereals of the USSR]. L.: Nauka [Leningrad: Publishing House «Science»], 1976. 788 p.

3. Petrova K.A. Skreshchivaemost pshenitsy s elimusami i osobennosti gibridov pervogo pokoleniya [Crossability wheat with elimus and features of the first generation hybrids] // Gibridy otdalennykh skreshchivaniy i ikh polyploidy [Hybrids distant crosses and polyploids]. M.: Izdatelstvo AN SSSR [Moscow: Publishing house «Academy of Sciences of the USSR»], 1963. Pp. 104–123.

4. Petrova K.A. Osnovnye itogi gibridizatsii pshenitsy s elimusom i blizhayshie perspektivy selektsii

Информация об авторах

Калмыкова Любовь Петровна, н. с.

Кузнецова Наталья Леонидовна, н. с.

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

E-mail: fisenko800@mail.ru

Кузьмина Нина Петровна, мл. н. с.

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

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

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

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

Information about the authors

Kalmykova Lyubov Petrovna, Researcher

Kuznetsova Natalya Leonidovna, Researcher

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

E-mail: fisenko800@mail.ru

Kuzmina Nina Petrovna, Junior Researcher

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

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

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

Federal State Budgetary Institution for Science Institute of General Genetics named after N.I. Vavilov RAS

П.О. Лошакова

канд. биол. наук, н. с.

E-mail: antonloshakov@yandex.ru

Л.П. Калмыкова,

н. с.

В.П. Упелниек

канд. биол. наук, зав. отд.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

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

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН,

Москва

Качество зерна гибридов F_5 , полученных от скрещивания НППАД с *Elymus farctus* Runemark ex. Melderis

Изучены два образца F_5 из потомства гибридов пшенично-пырейных амфидиплоидов с *Elymus farctus* для оценки перспективности их дальнейшего использования в селекции. Несмотря на то, что селекционная работа с данными гибридными образцами еще находится на начальном этапе, они уже представляют практический интерес. Муку из зерна образца № 1 (ценная пшеница) можно использовать в чистом виде, а также в смеси с небольшим количеством слабой пшеницы, получая при выпечке хлеб хорошего качества; муку из зерна образца № 2 (хороший филлер) можно использовать в чистом виде, получая при этом хлеб нормального и хорошего качества. Гибридные образцы могут быть использованы в селекции злаков для получения сортов с высокой массовой долей клейковины хорошего качества, а, следовательно, и с хорошими и отличными хлебопекарными свойствами. Использование отдаленной гибридизации в селекции пшеницы может стать первым шагом на пути создания нового экологического сырья для хлебопекарной промышленности.

Ключевые слова: *Elymus farctus*, гибриды, многолетняя пшеница, селекция на качество зерна, клейковина, седиментация, амилотическая активность, мука, хлеб.

P.O. Loshakova

Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: antonloshakov@yandex.ru

L.P. Kalmykova

Researcher

V.P. Upelniek

Cand. Sci. Biol., Head of Department

Federal State Budgetary Institution

for Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS,

Federal State Budgetary Institution for Science Institute

of General Genetics named after N.I. Vavilov RAS,

Moscow

Grain Quality of Hybrids F_5 , Obtained by Crossing Incomplete Wheat-wheatgrass Amphidiploids (IWWAD) with *Elymus farctus* Runemark ex Melderis

Two samples F_5 from the offspring of hybrids of wheat-wheatgrass amphidiploids with *Elymus farctus* have been studied to appreciate the prospects of their further use in breeding. Despite the fact that the selection work with these hybrid specimens is still at an early stage, they are of practical interest. Flour from grain of the sample number 1 (valuable wheat) may be used in pure form and in admixture with a small amount of weak wheat to obtain good quality on bread baking; flour of grain sample number 2 (good filler) can be used alone to give bread of a normal and good quality. Hybrid samples can be used in the selection of cereals to obtain varieties of high mass fraction of good quality gluten, and therefore good and excellent baking properties. Applying of remote hybridization to improve wheat quality could be the first step towards the creation of new ecological materials for baking industry.

Keywords: *Elymus farctus*, hybrids, perennial wheat, breeding for grain quality, gluten, sedimentation, amyolytic activity, flour, bread.

В первой половине прошлого века под руководством академика И.В. Цицина в результате работы по отдаленной гибридизации создан новый синтетический вид *Triticum agropyrotriticum* Cicin [1] – многолетняя пшеница, который может быть использован как новая сельскохозяйственная культура. В генетическом плане это неполный пшенично-пырейный амфидиплоид НППАД ($2n = 56$) [2]. В монографии И.В. Цвелёва «Злаки СССР» эта культура представлена, как р. х *Trititrigia* (*Trititrigia tzitzinii* Цвелёв) [3]. В течение многих лет отдел отдаленной гибридизации Главного ботанического сада РАН проводит исследования, направленные на изучение многолетней пшеницы, концепция которых заключается не только в получении новых гибридов между культурными и дикими злаками, но и в целенаправленном применении результатов фундаментальных исследований в селекционной работе. В рамках данного направления находятся исследования, связанные с гибридизацией многолетней пшеницы с дикими злаками, в частности, с диким злаком *Elymus farctus* (Viv.) Runcmark ex Melderis subsp. *farctus* (синонимы: – *Agropyron junceum* (L.) Beauv. subsp. *mediterraneum* Simonet & Guinocet sensu Pignatti, – *Elytrigia juncea* (L.) Nevski, – *Elytrigia mediterranea* (Simonet) Prokudin), проводимые нами в последнее время [4]. Необходимо отметить, что в целом *Elymus farctus* (*Elytrigia juncea*) относится к малоизученным видам. С точки зрения селекционной ценности до настоящего времени данный вид и его подвиды в основном рассматривались как источники генов устойчивости к избыточному засолению [5, 6]. Гибридизация пшеницы с *E. farctus* (*Agropyron junceum*) в нашей стране была признана бесперспективной из-за низкой зимостойкости полученных гибридов [2]. Между тем, в настоящий момент получены гибриды F_2 от скрещивания отдельных генотипов НППАД и *E. farctus* subsp. *farctus*, среди которых выявлены зимостойкие формы, представляющие интерес для селекционной практики по целому ряду признаков. При этом факт получения имеющих селекционную ценность гибридов НППАД с *E. farctus* представляет бесспорный интерес, т.к. подобные гибриды получены впервые. Однако масштабное изучение полученных форм пока затруднено из-за очень плохого обмолота. Большинство образцов приходится обмолачивать вручную. Очевидно, что для зерновых культур качество зерна имеет первостепенное значение. В связи с тем, что влияние интрогрессии генома *E. farctus* на качество зерна его гибридов ранее не изучалось, цель наших исследований состояла в оценке перспективности использования в селекции двух образцов F_2 из потомства многолетнего гибрида НППАД с *E. farctus*. Указанные образцы были отобраны по важным хозяйственным

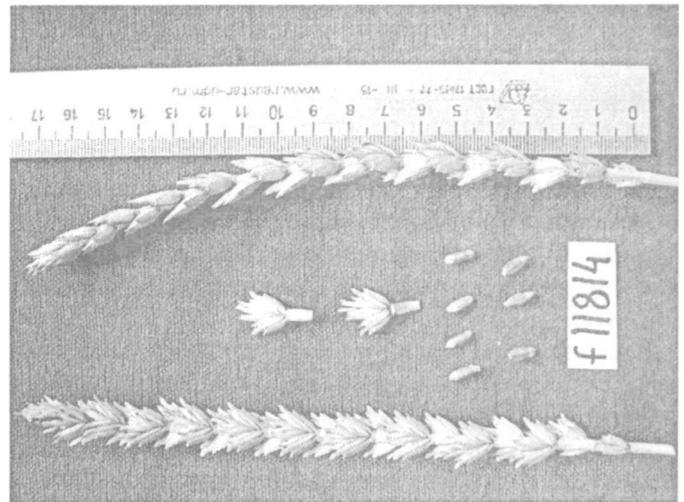


Рис. 1. Образец № 1-f 11814



Рис. 2. Образец № 2- f 9714 а



Рис. 3. Образец № 2-f 9714 b

характеристикам: скороспелость (по срокам созревания находятся на уровне НППАД); одновременность созревания; морфологическая выравненность. Установлено, что образец № 1-f 11814 относится к одному морфотипу (рис. 1): максимальная высота растения до 125 см, длина главного колоса – 18 см, число колосков в колосе – 23, цветков – 5, число зерновок при свободном опылении – 50. Образец № 2 – f 9714 представлен двумя морфотипами – «а» и «б» (рис. 2, 3). Морфотип «а»: максимальная высота растения до 130 см, длина главного колоса – 10,5 см, число колосков – 19, число цветков – 5, число зерновок при свободном опылении – 43. Морфотип «б»: максимальная высота растения до 130 см, длина колоса 16 см, число колосков – 21, число цветков – 5, число зерновок при свободном опылении – 64. По сравнению с другими подобными гибридами, эти образцы сравнительно легко обмолачиваются с помощью молотилки. По происхождению изучаемые образцы относятся к двум разным семьям. По типу развития образец № 1 является озимым, образец № 2 – двуручкой, но культивируется как озимый. Оценку качества зерна по отдельным показателям проводили с использованием микрометодов из-за ограниченного количества материала. В частности, по этой причине все технологические оценки для образца № 2 проводили при объединении двух морфотипов в один образец. Физико-химические показатели качества зерна, косвенно характеризующие мукомольные и хлебопекарные свойства: массу 1000 зерен, стекловидность, число падения зерна и муки, показатель седиментации, массовую долю и качество клейковины, определяли в соответствии с действующими ГОСТами. В качестве стандарта использовали сорт мягкой озимой пшеницы Московская 39. Помол зерна проводили на мельнице «Квадрат-Юниор» использовали капроновое сито № 32 с получением муки 70 % выхода. Клейковину из муки отмывали вручную, согласно действующему ГОСТ 13586.1-68. Показатель седиментации муки определяли макрометодом в 2 % растворе ледяной уксусной кислоты. Пробную лабораторную выпечку проводили полумикрометодом безопасным способом без улучшителей по следующей рецептуре: 50 г муки, 1,5 г прессованных дрожжей, 2 г сахара и 0,65 г соли. Замес теста проводили на месилке

типа Свансона. Общее время брожения теста – 180 минут, первая перебивка теста через 90 минут брожения, вторая – через 150 минут, формовка теста после 180 минут от начала брожения. Расстояние теста при 32 °С в формах до готовности. Выпекали два хлебца в течение 15 минут при температуре 230 °С. Зерно изученных гибридов красное, удлиненное, среднестекловидное. Гибрид № 1 имеет высокую (34,8 г), а гибрид № 2 – выше средней (29,4 г) массу 1000 зерен. Оба образца уступают по этому показателю Московской 39 (48,8 г) (таблица 1). Большое отрицательное влияние на формирование качества зерна у зерновых культур оказывает прорастание зерна на корню в предуборочный период, особенно при теплой и дождливой погоде. В основном происходит скрытое прорастание зерна, обусловленное повышенной активностью амилолитических ферментов (особенно α-амилазы). Степень повреждения зерна при прорастании определяли по показателю числа падения, оценивающего амилолитическую активность. В 2015 году в период созревания зерна отмечалось избыточное количество осадков. Влияние погодных условий на способность к прорастанию зерна в колосе у гибридов № 1 и № 2 определяли по показателю числа падения в образцах шрота и муки. Отделение зародыша и отрубных частей зерна при помоле повысило показатель числа падения у гибрида № 2 со 168 до 202 с, у стандарта Московская 39 с 268 до 371 с. У гибрида № 1 число падения изменилось незначительно со 180 до 190 с. При таких показателях числа падения (активность α-амилазы средняя, содержание клейковины более 25 % первой группы качества (таблица 2) – зерно изученных гибридов считается полноценным. Активность α-амилазы у Московской 39 в шроте средняя (268 с), в муке – низкая (371 с) [7]. О хлебопекарных свойствах пшеницы прежде всего судят по массовой доле клейковины и ее качеству. Мука из свежесмолотого зерна пшеницы характеризуется пониженными хлебопекарными свойствами. При хранении в муке протекают окислительные и гидролитические процессы, в результате которых идет улучшение хлебопекарных свойств. Этот процесс называется созреванием муки [8]. Эффект созревания обусловливается изменениями в белково-протеиновом комплексе муки, что приводит к увеличению

Таблица 1. Физико-химические показатели качества зерна гибридов № 1 и № 2, урожая 2015 г.

Образец	Масса 1000 зерен	Стекло- видность, % (общая)	Число падения, г, с	
			Шрот	Мука
Московская 39	48,8	95	268	371
№ 1	34,8	65	180	190
№ 2	29,4	60	168	202

Таблица 2. Показатели хлебопекарных свойств гибридов № 1 и № 2 урожая 2015 г.

Образец	Показатель седиментации, мл		Клейковина				Объемн. выход хлеба, см ³		Общая хлебопекарная оценка, балл	
	30 суток	50 суток	Масс.доля, % 30 суток	Качество, ед. ИДК	Масс. доля, % 50 суток	Качество, ед. ИДК	30 сут.	50 сут.	30 сут.	50 сут.
Московская 39	23	25	28,0	66	31,5	66	480	560	3,3	3,9
№ 1	38	43	40,0	62	42,6	56	740	820	3,2	4,0
№ 2	37	40	40,0	62	40,0	64	720	720	3,3	3,8

количества клейковины и ее укреплению. Продолжительность созревания зависит от целого ряда условий, в том числе – влажности муки, температуры хранения, доступа кислорода, сорта (выхода) муки и т.д. [9]. При соблюдении оптимальных условий хранения в течение 1–2 месяцев, мука становится пригодной для хлебопечения. Так как качество гибридов определялось впервые, для изучения изменений, происходящих в муке в процессе ее созревания, определяли количество и качество клейковины через 30 и 50 суток после помола. В те же сроки хранения определяли показатель седиментации и проводили пробную выпечку хлеба (таблица 2). Показатель седиментации, являясь косвенным показателем хлебопекарных свойств и отражая количество и качество клейковины, содержащейся в муке [10], характеризует изученные образцы после 30 суток хранения как пшеницы со средним качеством клейковины. После 50 суток хранения седиментационная характеристика улучшилась у обоих гибридных образцов, что позволило их отнести к пшенице с хорошим качеством клейковины. При этом Московская 39 по показателю седиментации после обоих сроков хранения оценивается как пшеница со средним качеством клейковины. Массовая доля клейковины у гибридов высокая – 40,0–42,6 %. У Московской 39 – 28,0–31,5 %. Массовая доля клейковины через 50 суток хранения у гибрида № 2 не изменилась, а у гибрида № 1 увеличилась на 2,6 % по сравнению с данными после 30 суток хранения. У Московской 39 количество клейковины возросло на 3,5 %. При анализе качества зерна пшеницы, наряду с количеством, большое значение имеет качество клейковины, которое является генетически детерминированным признаком. О качестве клейковины судят по совокупности ее физических свойств: упругость, растяжимость, эластичность. Эти свойства определяют объемный выход, пористость и усвояемость хлеба. Для характеристики качества клейковины по упругости использовали прибор ИДК-3М. По показаниям прибора определяли группу клейковины. Показатели шкалы от 45 до 75 единиц ИДК соответствуют первой группе клейковины с хорошей упругостью; от 20 до 40 – упругость удовлетворительная, крепкая, II груп-

пы; от 0 до 15 – неудовлетворительная крепкая, III группы; от 80 до 100 – удовлетворительная слабая, I группы; 105–120 – неудовлетворительная, слабая, III группы. Клейковина у гибридов светло-желтая со средней растяжимостью (12–13 см), хорошей упругостью и эластичностью. У Московской 39 клейковина светло-серая, растяжимость средняя, упругость и эластичность хорошая. После 30 суток хранения клейковина у гибридов и стандарта имела первую группу качества. Через 50 суток хранения муки качество клейковины у гибридов изменилось незначительно. У стандартного сорта Московская 39 качество осталось прежним. Основным методом оценки хлебопекарных достоинств пшеницы является пробная выпечка (таблица 2). Результаты пробной выпечки показывают, что при хранении муки в течение 50 суток объемный выход хлеба у образца № 1 и Московской 39 увеличился на 80 см³ по сравнению с показателями после 30 суток хранения. У образца № 2 изменений в объемном выходе хлеба не выявлено (рис. 4). Поверхность хлеба у гибридов ровная, форма овальная, как и у стандарта Московская 39. Мякиш хлеба у гибридов светлый, с желтоватым оттенком, эластичный, хорошо восстанавливаемый, но с крупной неравномерной пористостью, что значительно снизило общую хлебопекарную оценку. Вкус и аромат хлеба у гибридов соответствует пшеничному хлебу. Общая хлебопекарная оценка образца № 1 после



Рис. 4. Формовые хлебцы из муки гибридных образцов и Московской 39

50 суток хранения муки – 4 балла, т.е. отвечает требованиям ценной пшеницы. У образца № 2 общая хлебопекарная оценка – 3,8 баллов, что отвечает требованиям хорошего филлера. Московская 39 по общей хлебопекарной оценке – 3,9 балла удовлетворяет требованиям хорошего филлера. Особенностью изученных образцов стало повышенное газообразование в тесте при брожении, что привело к насыщенности теста пузырьками воздуха различной величины (в основном крупными), что не наблюдалось у Московской 39. В процессе выпечки на 7–8 минуте после постановки форм в печь произошло значительное увеличение объема хлебцев у гибридных образцов. У Московской 39 увеличение объема хлебцев было небольшим. Скорее всего, это объясняется особенностями качества клейковинных белков гибридов, что и повлияло на формирование структуры хлеба, элементом которой является пористость. На процесс формирования структуры мякиша хлеба влияет целый ряд факторов: рецептура, ход технологического процесса, использование улучшителей и т.д. [11]. Внося изменения в любой из факторов, можно добиться значительного улучшения показателей качества хлеба, в том числе и структуры мякиша. Одной из задач, при дальнейшем изучении гибридов, является подбор оптимального метода пробной выпечки с учетом особенностей белкового комплекса. Для более полного раскрытия потенциальных генетических возможностей изучаемых образцов с целью использования их в хлебопечении, необходимо определение всего комплекса технологических показателей качества зерна с использованием высокоточного оборудования. Результаты проведенных исследований показали, что образцы № 1 и № 2 имеют красное удлиненное средней стекловидности и крупности зерно. Амилитическая активность зерна средняя. Период созревания муки после помола зерна у образца № 1 и Московской 39 не менее 50 суток, у образца № 2 – не менее 30 суток. Образцы формируют высокую массовую долю клейковины – 42,6 и 40 % в муке соответственно первой группы качества, значительно превышая по этому показателю стандарт Московская 39–31,5 %. Несмотря на то, что селекционная работа с данными гибридными образцами еще находится на начальном этапе, они уже представляют очевидный практический интерес. Муку из зерна образца № 1 (ценная пшеница) можно использовать в чистом виде, а также в смеси с небольшим количеством слабой пшеницы, получая при выпечке хлеб хорошего качества; муку из зерна образца № 2 (хороший филлер) можно использовать в чистом виде, получая при этом хлеб нормального и хорошего качества. Гибридные образцы могут быть использованы в селекции злаков на получение сортов с высокой массовой долей

клейковины хорошего качества, а, следовательно, и с хорошими и отличными хлебопекарными свойствами. Важно отметить, что использование отдаленной гибридизации в селекции пшеницы на качество может стать первым шагом на пути создания фактически нового экологического сырья для хлебопекарной промышленности, не требующего применения разного рода искусственных улучшителей широко используемых в современном производстве хлебопродуктов.

Список литературы

1. Цицин Н.В. Новый вид и новые разновидности пшеницы // Гибриды отдаленных скрещиваний и полиплоиды. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 25–30.
2. Цицин Н.В. Многолетняя пшеница. М.: Наука, 1978. 288 с.
3. Цвелев Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.
4. Лошакова П.О., Семенова Е.В. Гибриды *Triticum x agropyrotriticum* Cicin x *Elymus farctus* (Viv.) Runemark ex Melderis // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования. Материалы всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 80-летию со дня рождения академика Л.Н. Андреева, 5–7 июля 2011 г. М.: КМК, 2011. С. 422–424.
5. Forster B.P., Miller T.E., Law C.N. Salt tolerance of two wheat – *Agropyron junceum* disomic addition lines // Genome. 1988. Vol. 30, № 4. Pp. 559–564.
6. Gorham J., Wyn Jones R.G. A Physiologists approach to improve the salt tolerance of wheat // Raxis. 1990. Vol. 9, № 2. Pp. 20–24.
7. Личко Н.М. Технологические показатели качества зерна // Стандартизация и подтверждение соответствия сельскохозяйственной продукции. М.: Де Липлюс, 2013. С.194.
8. Хосни Р.К. Обработка муки. Зерно и зернопродукты. СПб.: Профессия, 2006. 336 с.
9. Личко Н.М., Курдина В.Н., Елисеева Л.Г. и др. Технология переработки продукции растениеводства. М.: Колос С, 2000. 552 с.
10. Пыльнев В.В., Коновалов Ю.Б., Березкин А.Н. и др. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур. М.: Колос, 2008. С 154–156.
11. Колмаков Ю.В. Оценка материала пшеницы в селекции и повышение потенциала его качества в зернопроизводстве и хлебопечении. ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. 268 с.

References

1. Tsitsin N.V. Novyy vid i novye raznovidnosti pshenitsy [New species and new varieties of wheat] // Gibridy otdalennykh skreschivaniy i polyploidy [Foreign crossings hybrids and polyploids]. M.: Izdatelstvo AN SSSR [Moscow: Publishing House of AS USSR], 1963. Pp. 25–30.

2. Tsitsin N.V. *Mноголетняя пшеница* [Perennial wheat]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1978. 288p.

3. Tsvelev N.N. *Злаки СССР* [Cereals of USSR]. L.: Nauka [Leningrad: Publishing House «Science»], 1976, 788 p.

4. Loshakova P.O., Semenova Ye.V. *Gibridы 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]. M.: KMK, 2011. Pp. 422–424.

5. Forster B.P., Miller T.E., Law C.N. Salt tolerance of two wheat – *Agropyron junceum* disomic addition lines // *Genome*. 1988. Vol. 30, № 4. Pp. 559–564.

6. Gorham J., Wyn Jones R.G. A Physiologists approach to improve the salt tolerance of wheat // *Rachis*. 1990. Vol. 9, № 2. Pp. 20–24.

7. Lichko N.M. *Tekhnologicheskie pokazateli kachestva zerna* [Technological indicators of the grain

quality]. *Standartizatsiya i podtverzhdenie sootvetstviya selskokhozyaystvennoy produktsii* [Standardization and conformity assessment of agricultural products]. M.: De Li plus [Moscow: Publishing House «De Li plus»]. 2013. P. 194.

8. Hosni R.K. *Zerno i zernoprodukty* [Principles of Cereal. Science and technology]. SPb. [St-Petersburg]: Professiya [Publishing House «Profession»], 2006. 336 p.

9. Lichko N.M., Kurdina V.N., Yeliseeva L.G. i dr. *Pod red. N.M. Lichko. Tekhnologiya pererabotki produktsii rasteniyevodstva* [The technology of processing of-plant products]. M.: Kolos [Moscow: Publishing House «Ear»], 2000. 552 p.

10. Pylnev V.V., Konovalov Yu. B., Berezkin A.N. i dr. *Praktikum po selektsii i semenovodstvu Polevykh kultur* [Workshop on breeding and seed production of field crops]. M.: Kolos [Moscow: Publishing House «Ear»], 2008. Pp. 154–156.

11. Kolmakov Yu.V. *Otsenka materiala pshenitsy v selektsii i povysheniy potentsiala ego kachestva v zernoproizvodstve i khlebopechenii* [Evaluation of the material in wheat breeding and increasing of the capacity of its quality in grain production and bread baking]. Omsk: FGOU VPO OmGAU [FSE HE OmSAU], 2007. 268 p.

Информация об авторах

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

Калмыкова Любовь Петровна, н. с.

Упелник Владимир Петрович, канд. биол. наук, зав. отделом, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

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

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 LyubovPetrovna, Researcher

Upelnik Vladimir Petrovich, Cand. Sci. Biol., Head of Department, Federal State Budgetary Institution for Science Institute of General Genetics named after N.I. Vavilov RAS

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

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

А.Г. Куклина

канд. биол. наук, ст. н. с.

О.А. Каштанова

н. с.

Ю.К. Виноградова

д-р биол. наук, гл. н. с.

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

Энтомо-фитопатологическое обследование некоторых видов семейства Rhamnaceae в ГБС РАН

Изучена патогенная микофлора и энтомофауна у трех видов сем. Rhamnaceae на территории Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (Москва). Выявлено, что наиболее ощутимый вред растениям наносит *Puccinia coronata*. На растениях обнаружены грызущие (*Eupoecilia ambiguella*, *Cnephasia chrysantheana*, *Apatela strigosa*, *Gonepteryx rhamni*, *Yponomeuta cognatellus*), сосущие (*Aphis rhamni*) и минарующие (*Stigmella catharticea*) филлофаги.

Ключевые слова: *Frangula alnus*, *Rhamnus cathartica*, *Rhamnus imeretina*, микофлора, энтомофауна.

A.G. Kuklina

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

O.A. Kashtanova

Researcher

Yu.K. Vinogradova

Dr. Sci. Biol., Main Researcher

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

Entomological and Phytopathological Study in Some Rhamnaceae Species in the Main Botanical Garden RAS

Pathogenic microflora and entomofauna in three species of Rhamnaceae were studied in the Main Botanical Garden RAS (Moscow). *Puccinia coronata* has been found to be the most harmful pathogen. The various groups of pests were recorded on the plant leaves: *Eupoecilia ambiguella*, *Cnephasia chrysantheana*, *Apatela strigosa*, *Gonepteryx rhamni*, *Yponomeuta cognatellus* (scratching type mouthparts pests), *Aphis rhamni* (sucking type mouthparts pests) and *Stigmella catharticea* (leaf miner).

Keywords: *Frangula alnus*, *Rhamnus cathartica*, *Rhamnus imeretinus*, mycoflora, entomofauna.

Представители сем. Rhamnaceae издавна известны как эффективные лекарственные растения. У *Frangula alnus* Mill. (syn. *Rhamnus frangula* L.) – крушины ломкой, или ольховидной, лечебными свойствами обладает кора; у *Rhamnus cathartica* L. – крушины слабительной, или жостера слабительного, подобными качествами характеризуются плоды. Оба вида служат источником получения природных красителей, могут использоваться в кустарных промыслах и озеленении. Естественный ареал обоих видов простирается от Западной Европы до Сибири и Средней Азии. В Средней России *F. alnus* обычна во всех областях, а *Rh. cathartica* тяготеет к более южным регионам и чаще встречается в черноземной зоне [1–5].

Оба вида могут расти и в виде кустарников высотой до 3 м, и в виде невысоких деревьев. У *F. alnus* гладкая кора с белыми чечевичками. Почки открытые, без чешуй. Листорасположение очередное, редко косо-супротивное. Листья овальные с 6–10 парами почти параллельных жилок, снизу по жилкам опушены рыжеватыми волосками. Цветки невзрачные желто-зеленые, обоеполые. Сочные шаровидные костянки сначала малиново-красные, потом черные. У *Rh. cathartica* кора отслаивающаяся, на ветвях колючки. Почки с кроющими чешуями. Листья расположены более или менее супротивно, овальные с дуговидным жилкованием, хорошо заметны 3 пары жилок. Цветки мелкие, зеленоватые, раздельнополые. Сочные костянки сразу становятся черными, иногда

с сизоватым палестом. Оба вида расселяются посредством орнитохории, поскольку плоды и семена являются кормом для птиц [1–3].

F. alnus в России относится к неприхотливым пионерам древесной растительности, быстро заселяющим свободные территории [6], встречается в хвойных и лиственных лесах, на опушках и по берегам рек. Вид малотребователен к плодородию почвы, засухоустойчив, хорошо выносит и песчаные, и заболоченные почвы. *Rh. cathartica*, напротив, избегает влажных мест, заселяет ксерофильные редколесья, склоны холмов и опушки лесов, обитает, в основном, в лесостепной и степной зонах [2, 3].

Интерес к изучению биологии этих видов вызван рядом зарубежных публикаций [7–9], согласно которым *Rh. cathartica*, завезенный в конце XIX столетия из Европы в Северную Америку, через 100 лет там натурализовался и сформировал вторичный ареал. Этот вид причислен к опасным сорнякам в Канаде, где разрабатывается стратегия по контролю его инвазионных популяций биологическим методом – с помощью вредителей или болезней [9, 10]. *F. alnus* также интродуцирована в Северную Америку, и в конце 1990-х в штатах Висконсин и Теннесси США признана инвазионным видом [11].

Поскольку для *Rh. cathartica* и *F. alnus* актуален поиск агентов биоконтроля, цель данного исследования заключалась в изучении патогенной микофлоры и представителей вредной энтомофауны в естественном ареале обоих видов. В задачу нашей работы входил анализ литературных данных по этому вопросу, обследование посадок *Rh. cathartica* и *F. alnus* в ГБС РАН и естественных ценнозов в Московском регионе.

Для сравнения набора фитофагов и фитопатогенов у аборигенных и близкородственных интродуцированных видов в исследование включили культивируемый в ГБС РАН кавказский вид *Rh. imeretina*

Booth – жостер имеретинский, занесенный в Красную Книгу СССР [12].

Материал и методы

Основной базой для наблюдений и исследований послужила территория Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН). С целью получения более полных сведений также обследованы природные популяции в Московской области (табл. 1) и изучены гербарные сборы [МНА].

Наблюдения проводили в период вегетации растений в 2014–2015 гг. в полевых и лабораторных условиях. Собранные образцы болезней и вредителей рассматривали и фотографировали с помощью цифрового микроскопа Keyence–VHX1000, регистрировали симптомы и динамику развития болезней, выделяли и идентифицировали патогенную микофлору. Названия грибов даны в соответствии с Index Fungorum [13], представители энтомофауны определены по общепринятым методикам [14, 15].

Результаты и обсуждение

Frangula alnus. В ГБС РАН в мае 2014–2015 г. на листьях растений обнаружены очаги ржавчины венценосной – *Puccinia coronata* Corda (Pucciniaceae), которая паразитирует на молодых листьях, вызывая их деформацию. На нижней стороне листа заметны очаги овальной и неправильной формы оранжевого и ярко-желтого цвета, размещенные на жилках (рис. 1 а) и в мякоти листовой ткани. Это заболевание также повсеместно отмечено на кустах *F. alnus* в сосновых лесах Московской области (Воскресенский и Орехово-Зуевский р-н) (табл. 2). В начале июня в исследованных очагах (рис. 1 б) размером 1,9 × 1,7 мм насчитывалось до 22 эций высотой

Таблица 1. Характеристика материала исследования

Образец №	Вид	Место сбора образца	Местообитание образца
1	<i>Frangula alnus</i>	Москва, ГБС РАН, дендрарий	Посадки на экспозиции. Образец получен с Карпат
2	<i>F. alnus</i>	Москва, территория ГБС РАН	В подлеске Останкинской дубравы
3	<i>F. alnus</i>	Московская обл., Воскресенский р-н, окр. пос. Цюрупы	В подлеске соснового леса, на супесчаной почве
4	<i>F. alnus</i>	Московская обл., Орехово-Зуевский р-н, окр. с. Хотеничи	В подлеске сосново-дубового леса, на супесчаной почве
5	<i>Rhamnus cathartica</i>	Москва, ГБС РАН, дендрарий	Посадки на экспозиции, семенная репродукция ГБС РАН
6	<i>R. imeretina</i>	Москва, ГБС РАН, дендрарий	Посадки на экспозиции. Образец получен из г. Батуми
7	<i>R. imeretina</i>	Москва, ГБС РАН, отдел флоры	Посадки на экспозиции растений Кавказа, образец получен из Абхазии, с горы Бергиль

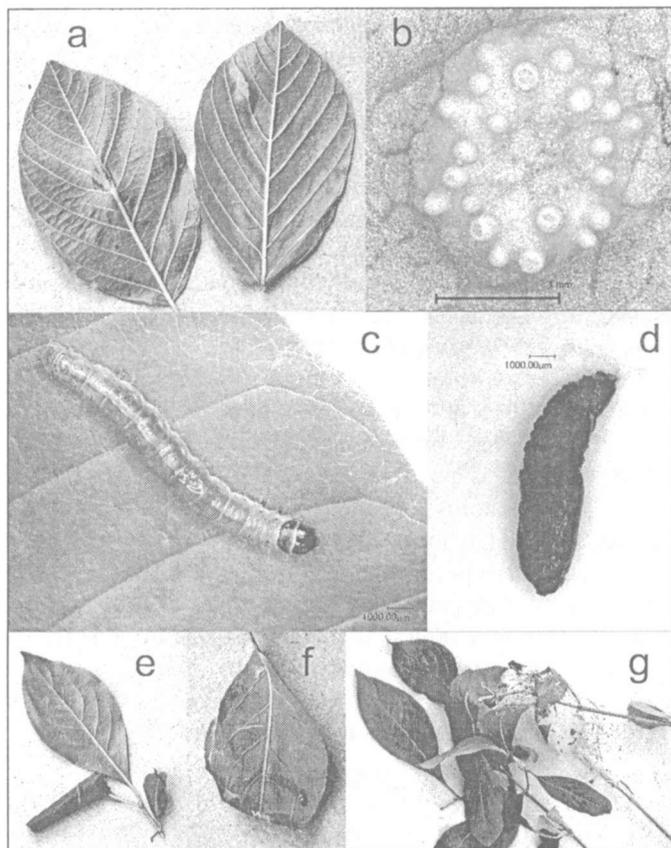


Рис. 1. Ржавчина и энтомофаги на листьях *Frangula alnus*: *a, b* – очаги и эции *Puccinia coronata* на нижней стороне листовой пластинки; *c, d* – гусеница и куколка *Euproecilia ambiguella*; *e, f* – гусеница *Cnephasia chrysantheana* и свернутый ею лист; *g* – гнездо *Yponomeuta cognatellus*

0,16 мм, диаметром 0,21–0,25 мм. В июле размеры очагов на листьях *F. alnus* немного увеличились.

Известно, что гриб *P. coronata* разнохозяйный: 0–I стадии проходят на видах жостера (*Rhamnus*) и крушины (*Frangula*), II–III стадии – на видах родов *Avena*, *Bromus* и других представителях сем. Poaceae. Заболевание характеризуется резким усилением

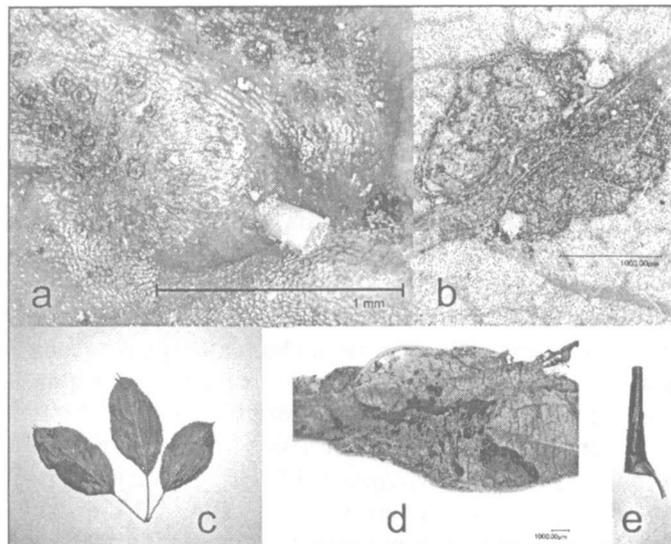


Рис. 2. Ржавчина и энтомофаги на листьях *Rhamnus cathartica*: *a, c* – очаги и одиночная эция *Puccinia coronata* на нижней стороне листовой пластинки; *b* – очаг *P. coronifera* с одиночными эциями; *d* – гнездо *Yponomeuta cognatellus*; *e* – лист, свернутый трубочкой личинкой *Cnephasia chrysantheana*

транспирации вследствие разрыва поверхностных тканей пораженных органов растений, что приводит к нарушению водного баланса и ослаблению растения [16].

В ГБС РАН на листьях *F. alnus* в начале лета отмечен слабо заметный серовато-белый паутинистый налет мучнистой росы – *Microsphaera divaricata* (Wallr.) Lev., массового распространения заболевание не имело.

Видовой состав фитофагов в ГБС РАН представлен несколькими видами насекомых, как специализированных, так и широких полифагов. На верхушках молодых побегов *F. alnus* выявлена тля крушинная обыкновенная – *Aphis rhamni* Boyer de Fonscolombe

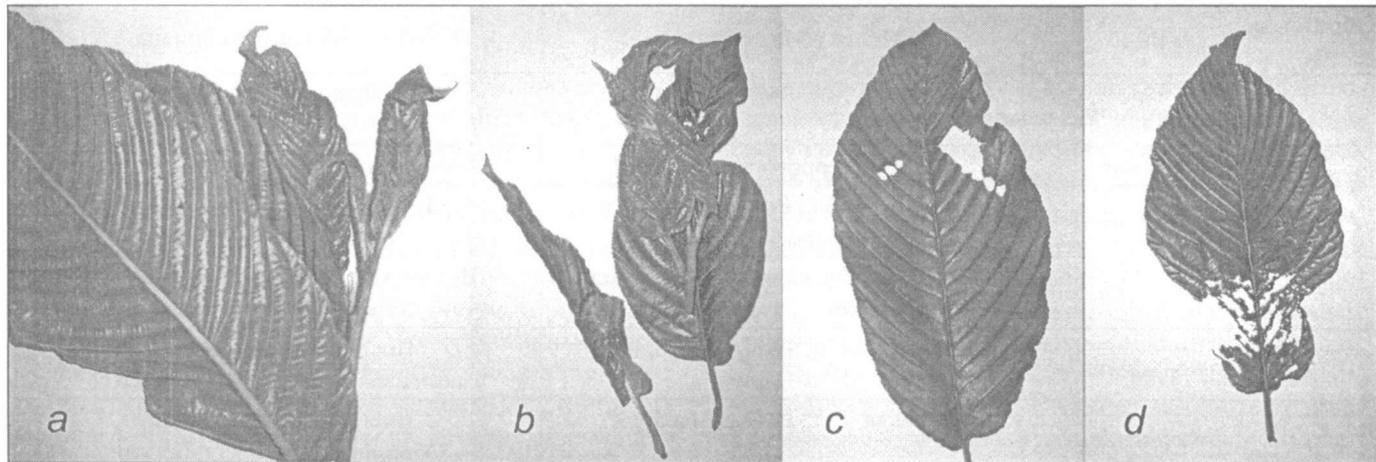


Рис. 3. Листья *Rhamnus imeretina*, поврежденные энтомофагами: *a* – *Aphis rhamni* на верхушке побега; *b* – личинка *Cnephasia chrysantheana*; *c, d* – личинка *Gonepteryx rhamni*

Таблица 2. Встречаемость болезней и представителей энтомофауны на растениях сем. Rhamnaceae

Образец	Возбудитель болезни	Тля	Фитофаги
1 – <i>Frangula alnus</i>	<i>Puccinia coronata</i>	<i>Aphis rhamni</i>	<i>Yponomeuta cognatellus</i> , <i>Gonepteryx rhamni</i>
2 – <i>F. alnus</i>	<i>P. coronata</i> , <i>Microsphaera divaricata</i>	<i>A. rhamni</i>	<i>Eupoecilia ambiguella</i> , <i>Cnephasia chrysantheana</i> , <i>Apatela strigosa</i>
3 – <i>F. alnus</i>	<i>P. coronata</i>	Не отмечено	<i>Apatela strigosa</i>
4 – <i>F. alnus</i>	<i>P. coronata</i>	<i>A. rhamni</i>	<i>Cnephasia chrysantheana</i>
5 – <i>Rhamnus cathartica</i>	<i>P. coronata</i> , <i>P. coronifera</i>	Не отмечено	<i>Cnephasia chrysantheana</i> , <i>Yponomeuta cognatellus</i> , <i>Stigmella catharticella</i>
6 – <i>R. imeretina</i>	Не отмечено	<i>A. rhamni</i>	<i>Apatela strigosa</i> , <i>Gonepteryx rhamni</i>
7 – <i>R. imeretina</i>	Не отмечено	<i>A. rhamni</i>	<i>Cnephasia chrysantheana</i>

(syn. *A. frangulae* Kaltentbach, сем. Aphididae) – разно-хозяйный вид. В стадии яйца тля зимует на *F. alnus*, которая является основным хозяином. Летние крылатые особи (длина тела 1,2–1,8 мм) желто-зеленые с короткими усиками. В мае–июне они мигрируют на травянистые растения сем. Poligonaceae, Solanaceae, Brassicaceae [15, 18].

Кроме того, в ГБС РАН растения *F. alnus* (см. табл. 2) повреждают личинки *Eupoecilia ambiguella* Hb и *Cnephasia chrysantheana* Dup (сем. Tortricidae = Olethreutidae), *Apatela strigosa* Den. & Schiff. (syn. *Acronicta strigosa* F., сем. Noctuidae)), *Gonepteryx rhamni* L. (сем. Pieridae) и *Yponomeuta cognatellus* Hb. (сем. Yponomeutidae). По нашим наблюдениям в природных ценозах Московской области к осени листья *F. alnus* в значительной степени повреждены листогрызущими насекомыми.

Eupoecilia ambiguella – листовёртка двулетняя, полифаг, распространен повсеместно. Гусеница малоподвижная, питается соцветиями, завязью и плодами многих растений. Гусеница первого возраста серовато-бурая (рис. 1 с), взрослая гусеница бледно-розовая длиной до 15 мм, голова темно-коричневая. Она окукливается в конце августа – сентябре. Куколка темно-коричневая, длиной 7–13 мм (рис. 1 d). Бабочка мелкая, размах крыльев 12–16 мм. Передние крылья светло-желтые, с блестяще-черной срединной перевязью. Яйца овальные светло-желтые, длиной до 1 мм [18].

Cnephasia chrysantheana – листовёртка узкокрылая изменчивая распространена в европейской части России, на Кавказе и в Сибири. Часто встречается на различных древесных и травянистых растениях, повреждая листья и сворачивая их трубочкой (рис. 1 e). Окраска и размеры гусеницы варьируют от зеленовато-белой до черно-зеленой, длина от 10 до 20 мм (рис. 1 f). Голова гусеницы светло-бурая. Согласно «Атласу вредителей» [18], бабочка темно-серая или буро-коричневая, со сложным рисунком передних крыльев, размахом 15–20 мм.

Apatela strigosa – стрелчатка малая, полифаг. Распространена в европейской части России, в Сибири, Приморье и Приамурье. Гусеница рыже-бурая или желто-зеленая, спина бурая с рыжеватыми линиями, черными бородавками и возвышением в задней части тела. Обгрызает листья с июля по октябрь. Куколка светло-бурая. Бабочка [18] с размахом крыльев 32–37 мм. Передние крылья фиолетово-серые или буровато-серые с желто-серым черноокаймленным пятном посередине. Задние крылья серые с неясной темной линией.

Gonepteryx rhamni – лимонница, или крушинница, широко распространена в Европе. Матовая желто-зеленая гусеница (длиной до 40 мм) появляется в июне, сильно обгрызает, нередко скелетирует листовую пластинку *F. alnus*. Бабочки с размахом крыльев 52–60 мм. Крылья у самки зеленовато-белые, у самцов ярко-желтые.

Yponomeuta cognatellus – бересклетовая горностаевая моль, широко распространенный вид, периодически размножается в массе. Гусеницы длиной до 20 мм, беловато-желтые, с бородавками на теле. Весной гусеницы вгрызаются в распускающиеся почки, затем переходят на листья, опутывают ветви плотной белой паутиной (рис. 1 g). В конце июня окукливаются в плотных белых коконах. Генерация однолетняя. Бабочка [16] с размахом крыльев 20–24 мм, передние крылья узкие, белые, с 3 рядами черных точек, задние крылья серые. Самки откладывают яйца заметными кучками на кору побегов. Яйца зимуют.

Согласно литературным данным [17], на *F. alnus* в парках и на улицах Санкт-Петербурга встречается не только мучнистая роса (*M. divaricata*), но и розовая плесень – *Trichothecium roseum* Link. В г. Павловск (Ленинградская область) зафиксированы пятнистость филлостикта – *Phyllosticta rhamni* West. и кладоспороз – *Cladosporium cladosporioides* (Fresen) de Vries.

В литературных источниках [18] сообщается о присутствии в европейской части России таких

вредоносных фитофагов, как осиновый листоед (*Chrysomela tremulae* Fabricius, syn. *Melasoma tremulae* Fabr.) и ольховый листоед (*Linnaeidea aenea* L., syn. *Agelastica alni* L.). При их массовом размножении повреждаются не только листья, но и годичные побеги крушины ломкой. Листьями и почками питаются личинки и жуки листоедов. Жуки выгрызают отверстия неправильной формы, а личинки скелетируют листовую пластинку.

***Rhamnus cathartica*.** В начале лета в ГБС РАН на нижней стороне листьев растений отмечены очаги ржавчины. По нашим наблюдениям, это заболевание представлено двумя видами грибов: ржавчина венценосная (*Puccinia coronata*) и корончатая ржавчина овса (*P. coronifera* Clieb.). Виды ржавчины отличаются строением спороносных органов. Эции *P. coronata* чашевидные, высотой до 0,20 мм, диаметром 0,16 мм, с зубчатым отогнутым краем (рис. 2 а, с). Эции *P. coronifera* чашевидные, с приподнятым разорванным краем, одиночные или собраны в группы (рис. 2 б). По имеющимся сведениям [16], *P. coronifera* проходит на *Rh. cathartica* 0 и I стадии развития. Во II-III стадии грибок переходит на злаки (*Agrostis*, *Avena*, *Bromus*, *Festuca*, *Lolium*, *Calamagrostis*, *Alopecurus* и др.). Болезнь поражает листья, плоды, реже молодые стебли растений, после чего они деформируются и слабо развиваются.

Из фитофагов в ГБС РАН (см. табл. 2) на листьях *Rh. cathartica* зафиксированы немногочисленные гнезда с колониями (рис. 2 д) бересклетовой горностаевой моли (*Yponomeuta cognatellus*) и единичные личинки листовертки узкокрылой изменчивой (*Cnephasia chrysantheana*) (рис. 2 е), присутствующие также на *F. alnus*.

Только на *Rh. cathartica* найдена *Stigmella catharticala* Stainton. (сем. Nepticulidae) - крушинная моль малая, широко распространенная в Центральной части России. Ее буроватая гусеница длиной 1–2 мм минирует листья растения-хозяина. Мина представляет собой длинный извилистый ход, значительно расширяющийся в конце. Куколка буро-коричневая или темно-коричневая длиной 2–3 мм. Бабочка мелкая, серовато-бурая, размах крыльев 5–6 мм. Из литературы известно [9], что в 1979 г. *S. catharticala* обнаружена на *Rh. cathartica* в Ирландии.

Согласно данным канадских исследователей [9], видовой перечень повреждающей энтомофауны в популяциях *Rh. cathartica* значительно шире. В Великобритании отмечены 3 вида тли - *Aphis commensalis* Stroyan, *A. mamulata* Girmingham & Hille Ris Lambers, *A. glycines* Matsumura, листоблошки - *Psylla rhamnicola* Scott., *Trioza rhamni* Shrank, *Trichochermes walkeri* Forst. и коконопряд кольчатый американский (*Malacosoma americana* Harris). В 1992 г. в Германии зафиксирована стеклянница жигалководная (*Synanthedon stomoxiformis* HB). В США

(шт. Северная Дакота) на *Rh. cathartica* отмечен ложный дубовый трутовик (*Phellinus punctatus* Fr. Pilat), клоп *Acrosternum hilare* Say и пяденица крушинная серая - *Philereme vetulata* Den & Schiff., а в 1994 г. обнаружен вирус огуречной мозаики. Из патогенной микофлоры в Канаде [9] найдена ржавчина венценосная (*Puccinia coronata*).

В городских насаждениях и лесопарках Москвы [19] на растениях сем. Rhamnaceae (названа крушина, без видовой идентификации) встречаются следующие листогрызущие насекомые: редко (3 балла) - крушинница (*Gonepteryx rhamni*) и голубянка крушинная (*Gyaniris argiolus* L.); очень редко (4 балла) пяденица крушинная серая (*Philereme vetulata*).

***Rhamnus imeretina*.** В посадках ГБС РАН в течение всего вегетационного сезона кусты сохраняли высокую степень декоративности. Симптомов ржавчины, либо других болезней, на растениях не отмечено. Листья практически не повреждаются вредителями, за исключением редких случаев. Во влажный период сезона 2015 г. на вершине молодых побегов поселилась небольшая колония тли - *Aphis rhamni* (рис. 3 а). Летом на листьях питались единичные личинки *Apatela strigosa* и *Cnephasia chrysantheana* (рис. 3 б). Также зафиксированы повреждения листовой пластинки (рис. 3 с, д) личинкой *Gonepteryx rhamni* (см. табл. 2).

Выводы

На *F. alnus* и *Rh. cathartica* выявлены 3 вида фитопатогенных грибов. Наибольшую вредоносность представляет ржавчина венценосная (*Puccinia coronata*), обнаруженная на всех образцах. Очаги корончатой ржавчины (*P. coronifera*) и мучнистой росы (*Microspora divaricata*) единичны.

Фитофильная энтомофауна представлена семью видами, среди которых преобладают филлофаги грызущей группы (*Eupoecilia ambiguella*, *Cnephasia chrysantheana*, *Apatela strigosa*, *Gonepteryx rhamni*, *Yponomeuta cognatellus*). Видовой состав сосущих (*Aphis rhamni*) и минирующих (*Stigmella catharticala*) насекомых на крушинах значительно ниже. Хотя на обследованных растениях часто присутствовала тля *Aphis rhamni*, в изученные годы популяции этого поливольтинного вида были малочисленны.

Основу вредоносного комплекса энтомофауны видов сем. Rhamnaceae составляют полифаги, появляющиеся спорадически и образующие локальные очаги. Среди специализированных фитофагов выявлены только три вида (*Aphis rhamni*, *Gonepteryx rhamni*, *Stigmella catharticala*), повреждения от которых незначительны.

Культивируемая в ГБС РАН *Rh. imeretina* устойчива к фитопатогенным грибам (в частности, к ржавчине), повреждается насекомыми-фитофагами слабо и спорадически.

Благодарности

Авторы благодарны зав. отделом дендрологии ГБС РАН С.И. Рысину за любезно предоставленную возможность обследования растений дендрария, а также сотрудникам отдела защиты растений – О.Б. Ткаченко, Л.Н. Мухиной, А.В. Дымовичу и Л.Ю. Трейвас за помощь в определении возбудителей грибных болезней. Авторы выражают признательность волонтеру И.А. Козловой, принимавшей регулярно участие в сборе образцов болезней и вредителей.

Список литературы

1. Грубов В.И. Монографический обзор рода *Rhamnus* L. // Тр. БИН АН СССР. Сер. 1: Флора и систематика высших растений. 1949. Вып. 8. С. 116–119.
2. Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. М.: КМК, 2013. Т. 2. 665 с.
3. Буланая М.В., Салий Н.Г. К биологии крушины ломкой и жостера слабительного (*Frangula alnus* Mill., *Rhamnus cathartica* L., Rhamnaceae) // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения СаратовУ им. Н.Г. Чернышевского. 2012. Вып. 14. С. 106–109.
4. Атлас арсалов ресурсов лекарственных растений СССР. М.: Картография, 1983. 340 с.
5. Куркин В.А., Петрухина И.К. Актуальные аспекты создания импортозамещающих лекарственных растительных препаратов // Международный научно-иссл. журн. Фармацевтические науки. 2014. № 11. С. 366–371
6. Аксенова Н.А. Крушина ломкая // Биологическая флора Московской области. М., 1987. Вып. 4. С. 138–144.
7. Kurylo J.S., Knight K.S., Stewart K.S., Endress A.G. *Rhamnus cathartica*: Native and naturalized distribution and habitat preferences // J. Torrey Bot. Society. 2007. Vol. 134. Iss. 3. Pp. 420–430.
8. Mc Cay T.S., Mc Cay D.H., Caragiulo A.V., Mandel T.L. Demography and distribution of the invasive *Rhamnus cathartica* in habitats of a fragmented landscape // J. Torrey Bot. Society. 2009. Vol. 136. Iss. 1. Pp. 110–121.
9. Qaderi M.M., Clements D.R., Cavers P.B. The biology of Canadian weeds. 139. *Rhamnus cathartica* L. // Canad. J. Plant Sc. 2009. Vol. 89. № 1. Pp. 169–188.
10. Natural Resources Conservation Service: Plants Database. Электронный ресурс: <http://plants.usda.gov>. Дата обращения 08.12.2015.
11. Bahlai C.A., Welsman J.A., Macleod E.C., Schaafsma A.W., Hallett R.H., Sears M.K. Role of Visual and Olfactory Cues from Agricultural Hedgerows in the Orientation Behavior of Multicolored Asian Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) // Environmental Entomology. 2008. Vol. 37. № 4. Pp. 973–979

12. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук. М.: Наука, 2005. 586 с.

13. Index Fungorum. Электронный ресурс: <http://www.indexfungorum.org>. Дата обращения 09.12.2015.

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

15. Воронцов А.И. Лесная энтомология. М.: Высшая школа, 1982. 383 с.

16. Ульянищев В.И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Л.: Наука, 1978. Ч. 2. 384 с.

17. Колемасова Н.Н., Ковалевская Н.В. Грибные болезни листьев деревьев и кустарников в садах и парках Санкт-Петербурга // Лесной вестник. 2000. № 6. С. 119–124.

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

19. Белов Д.А. Главнейшие виды листогрызущих насекомых в городских насаждениях Москвы. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. 203 с.

References

1. Grubov V.I. Monograficheskiy obzor roda *Rhamnus* L. [Monographic review of the genus *Rhamnus* L.] // Tr. BIN AN SSSR [Works of the Botanical Institute of USSR Academy of Sciences] Ser. 1. Leningrad, 1949. Vyp. [Iss.] 8. Pp. 116–119.
2. Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. Illyustrirovannyy opredelitel rasteniy Sredney Rossii [Illustrated the Middle Russia Plants]. Moskva: KMK [Moscow: KMK Scientific Press Ltd.], 2013. T. [Vol.] 2. 665 p.
3. Bulanaya M.V., Saliy N.G. K biologii krushiny lomkoy i zhostera slabitel'nogo (*Frangula alnus* Mill., *Rhamnus cathartica* L., Rhamnaceae) [On the biology of alder buckthorn and rhineberry (*Frangula alnus* Mill., *Rhamnus cathartica* L., Rhamnaceae)] // Voprosy biologii, ekologii, khimii i metodiki obucheniya SaratGU imeni N.G. Chernyshevskogo [Questions biology, ecology, chemistry and methods of teaching of Saratov University named N.G. Chernyshevsky], 2012. Vyp. [Iss.] 14. Pp. 106–109.
4. Atlas arealov resursov lekarstvennykh rasteniy SSSR [Atlas ranges resources of medicinal plants of the USSR]. Moskva: Kartografiya [Moscow. Publishing house «Cartography»], 1983. 340 p.
5. Kurkin V.A., Petrukhina I.K. Aktualnye aspekty sozdaniya importozameshchayushchikh lekarstvennykh rastitelnykh preparatov [Actual aspects of the creation of import-substituting medicinal plant preparations] // Mezhdunarodnyy nauchno-issl. zhurn. Farmatsevticheskie nauki. 2014. № 11. Pp. 366–371.
6. Aksenova N.A. Krushina lomkaya [Buckthorn fragilis] // Biologicheskaya flora Moskovskoy oblasti [The biological flora of the Moscow region] Moskva [Moscow], 1987. Vyp. [Iss.] 4. Pp. 138–144.

7. Kurylo J.S., Knight K.S., Stewart K.S., Endress A.G. *Rhamnus cathartica*: Native and naturalized distribution and habitat preferences // J. Torrey Bot. Society. 2007. Vol. 134. Iss. 3. Pp. 420–430.
8. Mc Cay T.S., Mc Cay D.H., Caragiulo A.V., Mandel T.L. Demography and distribution of the invasive *Rhamnus cathartica* in habitats of a fragmented landscape // J. Torrey Bot. Society. 2009. Vol. 136. Iss. 1. Pp. 110–121.
9. Qaderi M.M., Clements D.R., Cavers P.B. The biology of Canadian weeds. 139. *Rhamnus cathartica* L. // Canad. J. Plant Sc. 2009. Vol. 89. № 1. Pp. 169–188.
10. Natural Resources Conservation Service: Plants Database. Электронный ресурс: <http://plants.usda.gov>. Дата обращения 08.12.2015.
11. Bahlai C.A., Welsman J.A., Macleod E.C., Schaafsma A.W., Hallett R.H., Sears M.K. Role of Visual and Olfactory Cues from Agricultural Hedgerows in the Orientation Behavior of Multicolored Asian Lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) // Environmental Entomology. 2008. Vol. 37. № 4. Pp. 973–979.
12. 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.
13. Index Fungorum [Internet-Resource]: <http://www.indexfungorum.org>. (For 09.12.2015).
14. Gusev V.I., Rimsky-Korsakov M.N. Opredelitel povrezhdeniy derevev i kustarnikov [The determinant of damage of trees and shrubs]. Moskva-Leningrad [Moscow-Leningrad], 1951. 580 p.
15. Vorontsov A.I. Lesnaya entomologiya [Forest entomology]. Moskva: «Vysshaya Shkola» [Moscow: Publishing House «High School»], 1982. 383 p.
16. Ulyanishchev V.I. Opredelitel rzhavchinnykh gribov SSSR [The determinant of rust fungi of the USSR]. Leningrad: Nauka [Leningrad. Publishing House «Science»], 1978. Ch. [Part] 2. 384 p.
17. Kolemasova N.N., Kovalevskaya N.V. Gribnye bolezni listev derevev i kustarnikov v sadakh i parkakh Sankt-Peterburga [Fungal diseases of leaves of trees and shrubs in parks and gardens of St. Petersburg] // Lesnoy vestnik [Forest Bulletin]. 2000. № 6. Pp. 119–124.
18. Savkovskij P.P. Atlas vreditel'nykh plodovykh i yagodnykh kultur [Atlas of the pests of fruit and berry crops]. Kiev: Urozhay [Kiev: Publishing House «Harvest»], 1990. 103 p.
19. Belov D.A. Glavneyshie vidy listogryzushchikh nasekomykh v gorodskikh nasazhdeniyakh Moskvy [The principal types of leaf-eating insects in urban plantings in Moscow]. Moskva: GOU VPO MGUL [Moscow: MRSU], 2008. 203 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

Виноградова Юлия Константиновна, д-р биол. наук,
гл. н. с.
E-mail: gbsad@mail.ru

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

127276, Российская Федерация, г. Москва, Ботаничес-
кая ул., д. 4

Information about the authors

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

E-mail: alla_gbsad@mail.ru

Kashtanova Olga Aleksandrovna, Researcher

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

Vinogradova Yulia Konstantinovna, Dr. Sci. Biol., Main
Researcher

E-mail: gbsad@mail.ru

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

127276, Russian Federation, Moscow, Botaniches-
kaya Str, 4

Рецензия

на книгу М.А. Саркисовой «Опережая время или Наука Бессмертия. Раиса Георгиевна Бутенко. У истоков отечественной биотехнологии растений»

В издательстве «ТАУС» (Москва) в конце 2014 г. вышла книга «Опережая время или Наука Бессмертия. Раиса Георгиевна Бутенко. У истоков отечественной биотехнологии растений».

Рецензируемая книга посвящена биографии и научному наследию Раисы Георгиевны Бутенко – лидера нового направления современной физиологии высших растений – биологии клеток, культивируемых *in vitro*. В монографии М.А. Саркисовой обобщены многолетние достижения и уникальный опыт лаборатории культуры тканей и морфогенеза Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева, основанной и много лет возглавляемой Р.Г. Бутенко, в области культивирования изолированных клеток растений. В книге также приведены уникальные документы, позволяющие проследить ведущую роль Р.Г. Бутенко в создании биотехнологии растений.

Выход этого научно-биографического издания объемом 24,75 печатных листов очень своевременно приурочен к 95-летию со дня рождения Р.Г. Бутенко (13.09.1920 – 26.03.2004), и в нем впервые освещены основные этапы жизни и научной деятельности ученого.

Важно то, что автор и составитель этой книги Мария Армаисовна Саркисова, ученица, последовательница и соратница выдающегося ученого-биолога, является свидетелем и непосредственным участником многих описываемых в книге событий. М.А. Саркисова – кандидат биологических наук, является автором ряда приоритетных научных открытий.

Книга содержит аннотацию и оглавление на двух языках (на русском и английском), предисловие, двадцать глав, заключение, раздел с основными датами жизни и деятельности Р.Г. Бутенко, список сокращений, перечень избранных трудов Р.Г. Бутенко, именной указатель, источники и литературу, а также восемь приложений, включая брошюру «Экспериментальный морфогенез и дифференциация в культуре клеток растений». В качестве иллюстративного материала представлены редкие архивные документы, 100 фотографий, из них 20 цветных и 80 черно-белых, отражающие научно-педагогическую и пропагандистскую деятельность, личную жизнь, а также благодарности, воспоминания соратников и учеников.

В книге впервые собраны и обобщены основные материалы, отражающие историю развития исследований в области изолированных клеток растений – от фундаментальных, включающих изучение молекулярных механизмов морфогенеза на разных фазах роста и развития в земных условиях и в невесомости, до практических разработок биотехнологии клеточных культур, предназначенных для сельского хозяйства и медицины. Очень важным в структуре книги является соблюдение хронологии истории создания биологии культивируемых клеток высших растений, что дает возможность читателям ясно понять последовательность всех этапов развития этого направления в физиологии растений.

Большую ценность книги представляет уникальный архивный материал из жизни семьи Трудовых, в которой родилась Раиса Георгиевна, описание школьных лет и годы ее учебы в Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева. Заслуживает внимания также описанная автором нравственно-творческая атмосфера, существовавшая в ТСХА в те годы. Несомненным достоинством книги является включение кратких биографических очерков выдающихся педагогов-наставников П.М. Жуковского, В.С. Немчинова, Н.Н. Тимофеева и др., что, имеет самостоятельную историческую ценность. Изложение этого материала, а также материалов по защите диссертации на соискание степени кандидата биологических наук, сопровождается фотографиями и архивными документами, имеющими также историческую ценность (главы 1–4).

В книге описаны результаты начальных многолетних исследований Раисы Георгиевны в ИФРе по действию ионизирующих излучений на рост, развитие и фотосинтетическую деятельность пшеницы и фасоли (1947–1958 гг.), которые явились предтечей для начала изучения изолированных клеток растений (глава 5).

В главах 6–9 подробно рассказывается об исследованиях биологии клетки *in vitro*. В простой и доступной форме автор описывает принципы культивирования изолированных клеток растений и развитие новых технологий на их основе. Одним из направлений исследований, начатых под руководством Р.Г. Бутенко, было клональное микроразмножение и оздоровление посадочного материала

вегетативно размножаемых растений, что привело к созданию технологии клонального микроразмножения важных сельскохозяйственных культур, древесных и цветочных растений, технологии получения безвирусного посадочного материала. Другими направлениями были создание растений с новыми полезными признаками на основе открытия явления соматональной изменчивости, гибридизация соматических клеток путем слияния протопластов и исследования по генной инженерии растений.

Большое внимание в книге уделено рассмотрению очень важной области исследований – работе с изолированными клетками лекарственных растений и получению биологически активных соединений на их основе для медицины, ветеринарии, парфюмерной и пищевой промышленности. Документально показано, что еще в 1974 году Р.Г. Бутенко с коллегами впервые в мире организовала в СССР биотехнологическое промышленное производство биомассы клеток женьшеня *in vitro*. Позднее была доказана возможность выращивания больших масс тканей и других растений в промышленных реакторах.

Особое внимание автор уделит созданию Всероссийской коллекции клеточных культур и криобанка, которые были одними из первых в мире. Сохранение клеток в криобанке означает бессмертие вида, сорта, или штамма, т. е. генофонда.

Очень интересно автор рассказал об исследовании морфогенеза растительных клеток в космосе и детально описал результаты совместного советско-американского эксперимента по выращиванию изолированных клеток растений в условиях невесомости. Впервые в мире в 1974 г. в космос были отправлены контейнеры с изолированными клетками моркови. С американской стороны в проекте участвовал Эймский научно-исследовательский центр НАСА и Нью-Йоркский университет в Стони Брук, а с нашей стороны – лаборатория культуры тканей и клеток растений Института физиологии растений АН СССР, возглавляемая Раисой Георгиевной. Руководителями и непосредственными участниками этого проекта стали ученые с мировым именем – проф. Р.Г. Бутенко и проф. Ф.К. Стюарт. Подробности этого беспрецедентного эксперимента можно прочитать в главе 9.

Книга содержит важный материал по организации Раисой Георгиевной международных проектов, одним из которых был грандиозный по своему масштабу проект многостороннего научно-технического сотрудничества стран – членов СЭВ по проблеме: «Разработка методов клеточной инженерии растений». В проекте принимали участие ведущие институты СССР, Болгарии, Венгрии, Румынии, Чехословакии, ГДР, Монгольской Народной Республики, Вьетнама и Кубы. Этот грандиозный по своим масштабам

международный проект в рамках многостороннего сотрудничества стран СЭВ за период с 1986 по 1991 год дал поразительные результаты. Итоги этого проекта опубликованы в рецензируемой книге и описаны в главах 10–13, также в приложениях 2, 3, 4.

В книге также рассказывается о научно-педагогической и пропагандистской деятельности Раисы Георгиевны, о создании ею научной школы по биотехнологии (главы 15, 16), а также о личной жизни и увлечениях (главы 19, 20). Отдельно надо отметить приложение 5 – Воспоминания соратников и учеников. Из этих воспоминаний, написанных теми, кто работал и общался с Раисой Георгиевной, видно, что она была не только блестящим ученым, учителем-наставником, но и человеком большой доброты, беспредельной научной щедрости и верным другом.

Завершается книга основными датами жизни и деятельности Р.Г. Бутенко (Приложение 6), избранными трудами Р.Г. Бутенко (Приложение 7), именным указателем (Приложение 8), источниками и литературой и сокращениями.

В заключение следует отметить, что хотя многие описанные в книге исследования были проведены уже более полувека назад, они актуальны и до сих пор, в чем читатели смогут убедиться сами, прочитав эту книгу. Автор книги, являясь очевидцем всех этапов развития биотехнологии растений, стремилась достоверно сохранить для будущего поколения ученых память о времени, событиях и о тех, кто силой своего интеллекта, энергией и целеустремленностью не только организовал, развил и создал новое направление в физиологии растений – культивирование изолированных клеток растений, объединенных общим названием – биотехнология, но и поднял престиж отечественной науки. Несомненно, что это ей удалось. С этой точки зрения рецензируемая книга не только познавательная, содержательная и полезная, но и захватывающе-интересная. Она написана хорошим литературным языком, легко читается и понимается даже теми, кто далек от биологии. Особо хочется оценить большую и тщательную работу автора по оформлению книги и, особенно, по подбору кратких биографических данных всех лиц, упоминаемых в книге (Приложение 8). В книге впервые собраны архивные материалы, отражающие жизнь и творчество лидера отечественной биотехнологии растений Раисы Георгиевны Бутенко. Для увековечения памяти об этом удивительном человеке, в котором качества выдающегося ученого органично сочетались с высокими человеческими и написана эта книга. Уверена, что она будет интересна тем, кто знал, работал и помнит Р.Г. Бутенко, историкам науки, биологам, а также широкому кругу читателей.

Ю.И. Долгих

доктор биол. наук, проф., зав. лабораторией

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН

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 Avdееva, the house 2, building 4, apartment 444.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Дата и место рождения _____

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

Адрес фактического проживания с указанием почтового индекса _____

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

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

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

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

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

4. Список использованной литературы (лишь необходимой и органически связанной со статьей) составляется в порядке упоминания и дается в конце статьи. Ссылки на литературу в тексте отмечаются порядковыми цифрами в квадратных скобках, а именно: [1, 2]. Желательно, чтобы список литературы содержал не менее 10–12 источников, в том числе как минимум – 3 зарубежные публикации (желательно из трех стран) в данной области за последние 5–10 лет. Список литературы представляется на русском, английском языках и латинице (романским алфавитом). Вначале дается список литературы на русском языке, имеющийся 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=w1>)] 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 Национальным стандартом РФ "Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления" (ГОСТ Р 7.0.5 – 2008), в частности необходимо указывать:

а) для журнальных статей – фамилии и инициалы авторов (не менее трех первых), полное название статьи, название журнала (без кавычек), год, том, выпуск, номер;

б) для книг – фамилии и инициалы авторов, полное название книги, ISBN, место издания, издательство (без кавычек), год издания;

в) для авторефератов диссертаций – фамилию и инициалы автора, название автореферата диссертации, на соискание какой ученой степени написана диссертация, место и год защиты;

г) для препринтов – фамилии и инициалы авторов, название препринта, наименование издающей организации, шифр и номер, место и год издания; д) для патентов – фамилии и инициалы авторов, название патента, страну, номер и класс патента, дату и год заявления и опубликования патента;

е) для отчетов – фамилии и инициалы авторов, название отчета, инвентарный номер, наименование организации, год выпуска;

ж) для электронных источников – приводится полный электронный адрес, позволяющий обратиться к публикации.

ЭТАПЫ РАССМОТРЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ

1. Регистрация статьи и присвоение ей индивидуального номера.
2. Определение соответствия содержания статьи тематике журнала. Если содержание не совпадает с тематикой публикуемых статей в журнале, статья снимается с рассмотрения; об этом сообщается автору (или авторам). Непубликованный материал авторам не возвращается.
3. Направление статьи рецензенту, крупному специалисту в данной области.
4. Рассмотрение замечаний и пожеланий рецензента; при необходимости обращение к автору с просьбой учесть замечания и пожелания рецензента. При получении от рецензента отрицательной рецензии статья передается другому рецензенту. При отрицательном результате повторного рецензирования статья снимается с рассмотрения.
5. Научное редактирование.
6. Литературное редактирование.
7. Корректурная статья.
8. Верстка статьи.

После прохождения вышеперечисленных этапов статья включается в список подготовленных для публикации статей и публикуется в порядке общей очереди.

ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ СТАТЕЙ

1. Любая статья, поступающая в редакцию журнала, независимо от личности автора (ов) направляется рецензенту, крупному специалисту в данной области.
Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи.
2. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания не менее 5-ти лет.
3. По запросу рецензия передается в Министерство образования и науки РФ.
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 без указания личности рецензента.
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.

