



ISSN: 0366-502X

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

4/2019

(Выпуск 205)





БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

4/2019 (Выпуск 205)

ISSN: 0366-502X

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

Шустов М.В., Швецов А.Н.

Растения природной флоры России в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН: изучение, сохранение, экспонирование3

Мамонтов А.К.

Опыт сохранения редких видов флоры Жигулей в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН7

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

Дендрологическая коллекция Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН14

Хоциалова Л.И., Евтюхова А.В., Волкова О.Д.

Особенности биологии развития ландыша майского (*Convallaria majalis* L.) в культуре: сравнительный анализ растений из природной популяции и сорта Берлинский20

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

Кондратьева В.В., Воронкова Т.В., Шелепова О.В., Семенова М.В., Олехнович Л.С., Енина О.Л., Серая Л.Г., Калембет И.Н.

Действие узкополосного спектра фотосинтетически активной радиации на рост и развитие тюльпанов при зимней выгонке26

Ярошук А.А.

Влияние удобрений на содержание фотосинтезирующих пигментов в ассимилирующих органах голубики на рекультивируемом участке торфяного месторождения в Беларуси32

АНАТОМИЯ, МОРФОЛОГИЯ

Геворкян М.М., Бабоша А.В., Глухова Л.И., Упелниек В.П.

Микроморфология поверхности и поперечных срезов листовой пластинки *Elytrigia intermedia* (Poaceae)41

ОТДАЛЕННАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ

Калмыкова Л.П., Лошакова П.О., Фисенко А.В., Щуклина О.А.,

Вайншенкер Т.С., Кузьмина Н.П., Упелниек В.П.

Гибриды младших поколений (*×Trititrigia × Elymus farctus*) *× Triticum aestivum* ...48

Кузнецова Н.Л., Ермоленко О.И., Градское С.М., Клименкова И.Н.,

Клименков Ф.И., Иванова Л.И., Упелниек В.П.

Перспективы использования озимой тритикале из коллекции ГБС РАН в хлебопечении57

ИНФОРМАЦИЯ

Неофитов Ю.А., Балясная Л.И., Балясный В.И., Димитриев А.В., Прокопьева Н.Н.

30 лет Чебоксарскому филиалу Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН61

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Шустов М.В.

Новая книга по защите древесных растений63

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:

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

Зам. главного редактора:

Горбунов Ю.Н. доктор биол. наук, Россия

Редакционная коллегия:

Бондорина И.А. доктор биол. наук, Россия

Виноградова Ю.К. доктор биол. наук

Россия

Горбунов Ю.Н. доктор биол. наук, Россия

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

Молканова О.И. канд. с/х наук, Россия

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

Россия

Решетников В.Н. доктор биол. наук,

проф., Беларусь

Романов М.С. канд. биол. наук, Россия

Семихов В.Ф. доктор биол. наук, проф.

Россия

Ткаченко О.Б. доктор биол. наук, Россия

Щапо В.Г. канд. биол. наук (отв. секретарь),

Россия

Швецов А.Н. канд. биол. наук, Россия

Huang Hongwen Prof., China

Peter Wyse Jackson Dr., Prof., USA

Дизайн и верстка

Ивашкин Д.Г.

Адрес редакции:

107258, Москва,

Алымов пер., д. 17, корп. 2

«Издательство, редакция журнала

«Бюллетень Главного

ботанического сада»

Тел.: +7 (499) 168-24-28

+7 (499) 977-91-36

E-mail: bul_mbs@mail.ru

bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Подписано в печать 11.11.2019 г.

Формат 60х88 1/8. Бумага офсетная

Печать офсетная. Усл.-печ. л. 12,4.

Уч.-изд. л. 14,5. Заказ № 883

Тираж 300 экз.

Оригинал-макет и электронная

версия подготовлены

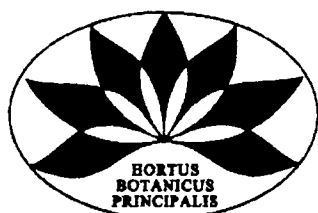
ООО «Научтехлитиздат»

Отпечатано в типографии

ООО «Научтехлитиздат»,

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

www.tgizd.ru



BULLETIN MAIN BOTANICAL GARDEN

4/2019 (Выпуск 205)

ISSN: 0366-502X

CONTENTS

INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION

Shustov M.V., Shvetsov A.N.

Plant native to the Russian flora in the Tsitsin Main Botanical Garden
RAS: study, preservation, exposure3

Mamontov A.K.

Experiment on the preservation of the rare species of the Zhiguli flora
in Tsitsin Main Botanical Garden RAS7

Dimitriev A.V., Balyasnaya L.I., Prokopyeva N.N., Samokhvalov K.V.

Dendrological collection of the Cheboksary Branch of the Tsitsin Main Botanical
Garden RAS14

Hotsialova L.I., Evtyukhova A.V., Volkova O.D.

Features of the developmental biology of May lily of the valley
(*Convallaria majalis* L.) in culture: a comparative analysis of plants
from the natural population and the Berlin variety20

PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

**Kondrat'eva V.V., Voronkova T.V., Shelepova O.V., Semenova M.V.,
Olecknovich L.S., Enina O.L., Seraya L.G., Calembet I.N.**

Effect of the narrow-band spectrum of photosynthetically active radiation
on the growth and development of tulips during winter forcing26

Yaroshuk A.A.

Influence of fertilizers on the content photosynthesis pigments in assimilating
organs of blueberries on a reclaimed site left a commercial operation
of peat deposits horse type in Belarus32

ANATOMY, MORPHOLOGY

Gevorkyan M.M., Babosha A.V., Glukbova L.I., Upelniyev V.P.

Micromorphology of surface and cross sections of the leaf blade
Elytrigia intermedia (Poaceae)41

DISTANT HYBRIDIZATION

**Kalmykova L.P., Loshakova P.O., Fisenko A.V., Shchuklina O.A.,
Vineshanker T.S., Kuzmina N.P., Upelniyev V.P.**

Hybrids of younger generations (*×Trititrigia × Elymus farctus*)*× Triticum aestivum*...48
**Kuznetsova N.L., Ermolenko O.I., Gradskov S.M., Klimentkova I.N.,
Klimentkov F.I., Ivanova L.P., Upelniyev V.P.**

Prospects for use in baking winter triticale from the collection of Tsitsin Main
Botanical Garden RAS57

INFORMATION

Neofitov Yu.A., Balyasnaya L.I., Balyasnny V.I., Dimitriev A.V., Prokopyeva N.N.
30 years of the Cheboksary Branch of the Tsitsin Main Botanical Garden RAS61

REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY

Shustov M.V.

New book on the protection of woody plants63

Founders:

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

Publisher:

Ltd. «Nauchtehlitizdat»

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

Certificate of Print Media Registration
№ Ф077-46435

Subscription Numbers:

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

Editor-In-Chief

Upelniyev V.P., Cand. Sci. Biol.

Deputy Editor-in-Chief

Gorbunov Yu.N., Dr. Sci. Biol.

Editorial Board:

Bondarina I.A., Dr. Sci. Biol.

Vinogradova Yu.K., Dr. Sci. Biol.

Gorbunov Yu.N., Dr. Sci. Biol.

Imanbaeva A.A., Cand. Sci. Biol.

Molkanova O.I., Cand. Sci. Agriculture

Plotnikova L.S., Dr. Sci. Biol., Prof.

Reshetnikov V.N., Dr. Sci. Biol., Prof.

Romanov M.S., Cand. Sci. Biol.

Semikhov V.F., Dr. Sci. Biol., Prof.

Tkachenko O.B., Dr. Sci. Biol.

Shatko V.G., Cand. Sci. Biol.

(Secretary-in-Chief)

Shvetsov A.N., Cand. Sci. Biol.

Huang Hongwen, Prof.

Peter Wyse Jackson, Dr., Prof.

Design, Make-Up

Ivashkin D.G.

Editorial Office Address:

107258, Moscow,

Almov 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 11.11.2019

Format: 60×88 1/8

Text Magazine Paper. Offset Printing

12,4 Conventional Printer's Sheets

14,5 Conventional Publisher's Signatures

The Order № 883

Circulation: 300 Copies

The Layout and the Electronic Version

of the Journal are Made by Ltd.

«Nauchtehlitizdat»

Printed in Ltd.

«Nauchtehlitizdat»

107258, Moscow, Almov pereulok, 17, bldg. 2

www.tgizd.ru

М.В. Шустов

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

А.Н. Швецов

канд. биол. наук, зам. директора

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Главный ботанический сад

им. Н. В. Цицина РАН

Растения природной флоры России в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН: изучение, сохранение, экспонирование

Представлены итоги 74-летнего эксперимента по интродукции растений природной флоры территории бывшего СССР в природно-климатических условиях Москвы, разработки теоретических основ и методов интродукции растений природной флоры, сохранения редких, исчезающих и нуждающихся в охране видов растений *ex situ*, и другие результаты научных исследований и экспериментальных работ лаборатории природной флоры Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. С 1946 года экспедиционные работы, по сбору материалов для формирования живых коллекций растений, производились по всей стране, во всех природных зонах, во всех основных типах растительности. За 74 года работы отдела опытом интродукции было охвачено 5725 видов растений. Наибольшее число видов было привлечено из Средней Азии и Дальнего Востока, 1326 и 1285 видов соответственно. Опыт интродукции был охвачен 1108 видов растений Кавказа, 1079 - Европейской России, 927 - Сибири. За 74 года интенсивной работы коллективу лаборатории природной флоры удалось в природно-климатических условиях Москвы создать живые коллекции растений, отражающие многообразие растительного мира территории бывшего СССР. До настоящего времени данные коллекции являются уникальными для мировой практики интродукционных исследований. В настоящее время основные усилия сотрудников лаборатории направлены на сохранение существующих коллекций, их пополнение и развитие, а также на развитие образовательной и научно - популяризаторской работы.

Ключевые слова: интродукция растений, природная флора, редкие и исчезающие виды растений, репатриация растений; Москва, лаборатория природной флоры Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН.

M.V. Shustov

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

A.N. Shvetsov

Cand. Sci. Biol., Deputy Director

Federal State Budgetary Institution for Science

Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

Plant native to the Russian flora in the Tsitsin Main Botanical Garden RAS: study, preservation, exposure

Submitted the results of the 74-year experiment on the introduction of plants of the natural flora of the territory of the former USSR in the climatic conditions of Moscow, the development of theoretical foundations and methods of the introduction of plants of the natural flora, the conservation of rare, endangered and in-situ protection of plant species *ex situ*, and other results of scientific research and experimental work of the laboratory of natural flora of the Tsitsin Main Botanical Gardens RAS. Since 1946, expeditionary work on the collection of materials for the formation of living plant collections has been carried out throughout the country, in all natural zones, in all major types of vegetation. During the 74 years of the department's work, the introduction experience covered 5725 plant species. The largest number of species were drawn from Central Asia and the Far East, 1326 and 1285, respectively. The introduction experience covered 1108 species of Caucasian plants, 1079 - European Russia, 927 - Siberia. During the 74 years of intensive work, the team of the laboratory of natural flora succeeded in the natural and climatic conditions of Moscow to create living plant collections reflecting the diversity of flora of the former Soviet Union. To date, these collections are unique to the world practice of introduction research. Currently, the main efforts of the laboratory are aimed at preserving the existing collections, their replenishment and development, as well as the development of educational and scientific - popularization work.

Keywords: plant introduction, native flora, rare and endangered plants, repatriation of plants, Moscow, native flora laboratory of the Tsitsin Main Botanical Garden RAS.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1030

Лаборатория природной флоры ГБС РАН была создана в 1945 г. с целью изучения разнообразия растительного мира Советского Союза, охраны и практического использования растительных ресурсов, разработки теоретических основ и методов интродукции растений. Тогда она имела ранг отдела, называвшегося «отделом флоры

и растительности СССР» и включала в свою структуру группу дендрологии, которая в 1948 г. получила статус самостоятельного отдела [1, 2].

Концепция и принципы создания экспозиций растений природной флоры были заложены основателем и первым руководителем отдела флоры – профессором М.В.

Культиасовым на основе эколого-исторического метода интродукции [3, 4]. Сотрудниками отдела под руководством М.В. Культиасова были разработаны проекты всех оригинальных по содержанию и структуре ботанико-географических экспозиций, раскинувшихся на 30 га Останкинской дубравы. Анализ проектной документации показал, что в этой работе принимали участие и ботаники других учреждений. Так, в последние годы выяснилось, что проект экспозиции флоры Кавказа был разработан в 1945 г. А.А. Гроссгеймом [5]. В силу природных особенностей региона, а также технических и экономических возможностей сада, не все проекты были полностью реализованы. Впоследствии анализ опыта создания и функционирования экспозиций был обобщен в работах Н.В. Трулевич [6]. Дальнейшее совершенствование эколого-фитоценотического метода в интродукции растений и некоторые другие вопросы теории интродукционных исследований получили развитие в работах Н.В. Трулевич [6] и А.К. Скворцова [7, 8].

Для реализации основной цели работы Отдела - изучения разнообразия растительного мира СССР, его сохранения и практического использования была начата активная экспедиционная деятельность. С 1946 г экспедиционные работы по сбору материалов для формирования живых коллекций растений и гербария проводились практически по всей стране, во всех природных зонах, во всех основных типах растительности. Экспедиционные исследования проводились в Средней Азии, на Кавказе, Алтае, Забайкалье, Саянах, Минусинской котловине, на Дальнем Востоке – в Приморье, Приамурье, Охотии, Камчатке, Командорских и Курильских островах. В Европейской части страны растения были собраны в заповедниках: Приокско-Террасном, Центральном-Черноземном им. В.В. Алехина, Аскания – Нова, Байбаковский, Галичья гора, Воронежский, Лес на Ворскле, Хоперский, Парасоцкий, Тульские засеки, в лесах Карпат и Украинского полесья, а также на территории Московской, Брянской, Калужской, Смоленской и Волгоградской областей. Основное внимание было уделено видам, наиболее характерным для изученных ботанико-географических регионов, а также доминантам и субдоминантам обследованных фитоценозов. Большое значение придавалось первичному испытанию, разработке приемов выращивания практически ценных (декоративных, пищевых), редких, исчезающих и эндемичных видов растений.

Материалы экспедиций существенно дополнили знания о флористическом разнообразии страны в целом и отдельных ее регионов. Была создана коллекция живых растений, которая является основой, фундаментом научной деятельности лаборатории. Ценность ее определяется, в том числе и тем, что виды ее составляющие, собраны в местах естественного произрастания растений. Со временем значение такой коллекции возрастает. Появляется возможность анализа изменений, происходящих в результате культивирования. Экспедиционные сборы позволили за относительно короткое время сформировать гербарий,

ставший в настоящее время одним из крупнейших в нашей стране.

Экспозиции отдела флоры расположены в юго-восточной части Сада вдоль границы ВДНХ. Освоение территории под ботанико-географические экспозиции началось в 1950 г. До этого предшествующие 5 лет растения выращивались в питомнике.

Ботанико-географические экспозиции отражают главные зональные и высотные варианты растительного покрова СССР от тундр и высокогорий до пустынь. Были заложены экспозиции флоры и растительности европейской части страны, Кавказа, Средней Азии, Сибири и Дальнего Востока. В основу их были положены принципы структурной организации естественных фитоценозов, знание экологических и биологических особенностей растений. Натурной основой для региональных экспозиций послужили фрагменты местных лесных фитоценозов. В них высаживали интродуцированные растения разных жизненных форм (одновидовыми или многовидовыми группами) по географическому принципу. Нарушения почвенного покрова при этом были минимальны. Фрагменты экспозиций располагались с учетом ландшафтных особенностей территории, наличия водоемов, водотоков, отрицательных и положительных форм рельефа, ориентации и крутизны склонов. По берегам водоемов сгруппированы растения соответствующих местообитаний. На искусственно созданных горках (высота которых достигает 7 м), различных по размеру, крутизне склонов и субстрату размещены растения высотных поясов различных ботанико-географических регионов. Насыпные грунты использовали главным образом при создании обширных открытых участков на месте располагавшихся здесь карьеров.

На других принципах устроена экспозиция дикорастущих полезных растений, структура которой разработана В.Н. Ворошиловым [9]. Здесь представлены виды практически ценные, независимо от их географического происхождения – лекарственные, эфирно-масличные, дубильные, пищевые, и т.п., которые сгруппированы по принципу их использования.

За 74 года работы отдела опытом интродукции было охвачено 5725 видов растений [10]. Наибольшее число видов было привлечено из Средней Азии и Дальнего Востока, 1326 и 1285 видов соответственно. Опыт интродукции был охвачено 1108 видов растений Кавказа, 1079 – Европейской России, 927 – Сибири.

Анализ видового состава по фитоценотической приуроченности показал, что среди привлеченных растений наиболее велика доля лесных и луговых видов. Максимальная доля лесных видов – в коллекциях растений Дальнего Востока (более 40%) и Восточной Европы (32%). Наименьшее участие лесных видов – в коллекции растений Средней Азии (18%). Луговые растения преобладают в коллекциях флоры Кавказа (около 40%) и Сибири (около 35%). Наименьшая доля их участия в коллекции флоры Средней Азии (24%). В составе коллекций из зональных типов растительного покрова менее всего

представлены пустынные растения (1%), виды ксерофитных редколесий (1%) и тундровые растения (2%). Опыт интродукции пустынных растений показал бесперспективность выращивания ряда видов отдельных типов пустынь Средней Азии (засоленных, особенно каменистых и песчаных). Однако, среди видов этого региона имеются перспективные для выращивания и в наших агроклиматических условиях.

В настоящее время коллекция растений природной флоры насчитывает около 1800 видов растений, относящихся к 132 семействам. Преобладают виды семейств Rosaceae, Asteraceae, Ranunculaceae, Apiaceae, составляющие в сумме более трети ее состава.

Травянистые многолетние растения составляют основу коллекции, их доля достигает 71%. Участие однолетних и двулетних растений незначительно (2%). Среди древесных растений преобладают кустарники (15% состава коллекции), доля деревьев несколько ниже - 10%. На долю полудревесных форм (кустарнички, полукустарнички, полукустарники) приходится менее 2% видов.

В настоящее время наиболее представительны по числу видов экспозиции – «Дикорастущие полезные растения» (около 580 видов) и «Флора Дальнего Востока» (около 430 видов). В составе последней 83 вида, включенных в Красную книгу РФ и региональные Красные книги.

Эксперимент по созданию на территории Сада искусственных группировок, аналогичных природным растительным сообществам, можно рассматривать как уникальный опыт обогащения естественных фитоценозов в условиях мегаполиса, каким является Москва, опытом оптимизации урбанизированного ландшафта в целом.

Полевые материалы, полученные в ходе экспедиций, обширная коллекция живых растений стали фундаментальной базой научно-исследовательской работы отдела. Итогом этих работ явились фундаментальные труды В.Н. Ворошилова по изучению флоры Дальнего Востока [11]. Коллекции послужили материалом для целого ряда монографических работ по сравнительному изучению биологии, онтогенеза и изменчивости в природе и культуре отдельных видов и родов растений. Обобщены результаты интродукционного испытания растений ряда крупных географических регионов – Средней Азии, Сахалина и Курильских островов, Крыма. В ряде коллективных сводок подведены итоги отдельных этапов интродукции растений природной флоры.

Одним из важнейших направлений исследований отдела остаются проблемы сохранения биоразнообразия и охраны природы. Роль ботанических садов и значение коллекций живых растений ГБС в сохранении редких и исчезающих видов были всесторонне раскрыты Н.В. Цициным [12]. Работы проводятся по широкому спектру данной тематики и касаются проблем сохранения объектов растительного мира *ex situ* и *in situ*. Были подготовлены коллективные сводки, обобщающие данные о растениях Красной книги РФ, сохраняемым в ботанических учреждениях России. В качестве одного из возможных путей сохранения редких видов рассматривается репатриация растений.

В этом направлении проводятся экспериментальные работы по выявлению возможности восстановления численности редких, сокращающихся видов путем создания искусственных популяций в природных местообитаниях Средней России и Крыма.

Сотрудники отдела принимали самое активное участие в подготовке всех изданий Красной книги СССР и России, ряда региональных Красных книг – Московской, Калужской, Самарской и Ульяновской областей, Республики Крым, а также в работах по выявлению и обследованию особо охраняемых природных территорий.

Как и любой другой процесс, инициируемый деятельностью человека, интродукция растений может иметь некоторые отрицательные последствия, поэтому проблемы экологической безопасности – важное направление научных исследований отдела.

Традиционно важный аспект в работе лаборатории – популяризация научных знаний. В первую очередь эту задачу выполняют экспозиции растений, демонстрирующие разнообразие природной флоры нашей страны. За время существования лаборатории выпущен целый ряд путеводителей, знакомящих посетителей сада с коллекциями отдела, подготовлено множество журнальных статей, брошюр, книг. Основная их тематика – популяризация ботанических знаний о разнообразии растительного мира, охрана природы, декоративное садоводство. Сотрудниками лаборатории было проведено множество экскурсий для учащихся различных учебных заведений, коллег, и посетителей ГБС.

Таким образом, за 74 года интенсивной работы коллективу лаборатории природной флоры удалось в природно-климатических условиях Москвы создать живые коллекции растений, отражающие многообразие растительного мира территории бывшего СССР. До настоящего времени данные коллекции являются уникальными для мировой практики интродукционных исследований. В настоящее время основные усилия сотрудников отдела направлены на сохранение существующих коллекций, их пополнение и развитие, а также на развитие образовательной и научно-популяризаторской работы.

Список литературы

1. Швецов А.Н., Шустов М.В. Лаборатория природной флоры Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН – итоги научной деятельности // История науки и техники. 2018. № 11. С. 27-43.
2. Швецов А.Н., Шустов М.В. 70-летний опыт интродукции растений природной флоры в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН // Бюл. Гл. ботан. сада. 2015. Вып. 201, № 2. С. 8-14.
3. Культиасов М.В. Экспозиции флоры СССР // Бюл. Гл. ботан. сада. 1948. Вып. 1. С. 19-27.
4. Культиасов М.В. Эколого-исторический метод в интродукции растений // Бюл. Гл. ботан. сада. 1953. Вып. 15. С. 25-39.
5. Соколова В.В. История экспозиции растений природной флоры Кавказа в Главном ботаническом саду РАН // История науки и техники. 2018. № 12. С. 23-30.

6. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 216 с.

7. Скворцов А.К. Внутривидовая изменчивость и новые подходы к интродукции растений // Бюл. Гл. ботан. сада. 1986. Вып. 140. С. 18-25.

8. Скворцов А.К. Интродукция растений и ботанические сады: размышления о прошлом, настоящем и будущем // Бюл. Гл. ботан. сада. 1996. Вып. 173. С. 4-16.

9. Ворошилов В.Н. Дальневосточные ботанические экспедиции отдела флоры ГБС АН СССР // Ботанико-географические районы СССР: Перспективы интродукции растений. М.: Наука, 1974. С. 53-59.

10. Растения природной флоры Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук: 65 лет интродукции М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 657 с.

11. Ворошилов В.Н. Определитель растений советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 672 с.

12. Цидин Н.В. Задачи ботанических садов в области охраны растений // Бюл. Гл. ботан. сада. 1975. Вып. 95. С. 11-16.

References

2. Shvecov A.N., Shustov M.V. Laboratoriya prirodnoj flory Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsin RAN – itogi nauchnoj deyatel'nosti [Laboratory of Native Flora of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS - results of scientific activity] // Istoriya nauki i tekhniki. [History of Science and Technology]. 2018. № 11. P. 27-43.

2. Shvecov A.N., Shustov M.V. 70-letnij opyt introdukcii rastenij prirodnoj flory v Glavnom botanicheskom sadu im. N.V. Tsitsin RAN [70 years of experience in introducing plants of native flora in the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS] // Byul. Gl. botan. sada. [Bul. Main Botanical Garden]. 2015. Is. 201. № 2. Pp. 8-14.

2. Kultiasov M.V. Ekspozicii flory SSSR [Expositions of the flora of the USSR] // Byul. Gl. botan. sada. [Bul. Main Botanical Garden]. 1948. Is. 1. Pp. 19 - 27.

2. Kultiasov M.V. Ekologo-istoricheskij metod v introdukcii rastenij [Ecological-historical method in plant introduction] // Byul. Gl. botan. sada. [Bul. Main Botanical Garden]. 1953. Is. 15. Pp. 44 - 48.

2. Sokolova V.V. Istoriya ekspozicii rastenij prirodnoj

flory Kavkaza v Glavnom botanicheskom sadu RAN [The history of the exposure of plants of the native flora of the Caucasus in the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences] // Istoriya nauki i tekhniki. [History of Science and Technology]. 2018. № 12. Pp. 23-30.

2. Trulevich N.V. Ekologo-fitocenoticheskie osnovy introdukcii rastenij [Ecological - phytocenological foundations of plant introduction]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1991. 216 p.

2. Skvortsov A.K. Vnutrividovaya izmenchivost' i novye podhody k introdukcii rastenij [Intraspecific variability and the new approaches to the plant introduction] // Byul. Gl. botan. sada. [Bul. Main Botanical Garden]. 1986. Is. 140. Pp. 18 - 25.

2. Skvortsov A.K. Introdukcija rastenij i botanicheskie sady: razmyshleniya o proshlom, nastoyashchem i budushchem [Plant introduction and botanical gardens: thoughts of the past, present and future] // Byul. Gl. botan. sada. [Bul. Main Botanical Garden]. 1996. Is. 173. Pp. 4 - 16.

2. Voroshilov V.N. Dal'nevostochnye botanicheskie ekspedicii otдела flory GBS AN SSSR [Far-eastern botanical expeditions of Flora Department of MBG AS of USSR] // Botaniko - geograficheskie rajony SSSR: Perspektivy introdukcii rastenij [Botanical-geographical areas of USSR. Prospects of plant introduction]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1974. Pp. 53 - 59.

2. Rasteniya prirodnoj flory Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsin Rossijskoj akademii nauk: 65 let introdukcii. Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie nauki Glavnyj botanicheskij sad im. N.V. Tsitsin RAN [Plants of Native Flora of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences: 65 years of introduction. Federal State Budgetary Institution for Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS]. Moscow: Tovarichestvo nauchnyh izdaniy KMK [Moscow: KMK Scientific Press Ltd.] 2013. 657 p.

2. Voroshilov V.N. Opredelitel' rastenij sovetskogo Dal'nego Vostoka [Keys for determination of plants of the Soviet Far East]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1982. 672 p.

2. Tsitsin N.V. Zadachi botanicheskikh sadov v oblasti ohrany rastenij [The objectives of botanical gardens in the field of plant protection] // Byul. Gl. botan. sada. [Bul. Main Botanical Garden]. 1975. Is. 95. Pp. 11-16.

Информация об авторах

Шустов Михаил Викторович, д-р биол. наук, проф., зав. отд.

E-mail: mishashustov@yandex.ru.

Швецов Александр Николаевич, канд. биол. наук, зам. директора

E-mail: floramoscw@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

Shustov Mikhail Viktorovich, Dr. Sc. Biol., Professor, Head of Laboratory

E-mail: mishashustov@yandex.ru.

Shvetsov Alexander Nikolaevich, Cand. Sc. Biol., Deputy Director

E-mail: floramoscw@mail.ru.

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

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

А.К. Мамонтов

канд. биол. наук, н.с.

E-mail: veidelev@rambler.ru

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

Опыт сохранения редких видов флоры Жигулей в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН

Приведены результаты эксперимента по сохранению видов флоры Жигулей, проводимого в Главном ботаническом саду РАН с 2013 г. Описаны этапы и приемы создания искусственного местообитания для петрофитных растений, основные используемые для этого материалы. Изучены особенности акклиматизации ряда редких и характерных для Жигулей охраняемых видов. Дана оценка качества посевного материала, собранного в природных условиях Жигулевского заповедника, выявлены устойчивые в условиях Москвы таксоны. Опытным путем доказана возможность успешного культивирования редких стенофитных в природе растений в иной природно-климатической обстановке.

Ключевые слова: Жигули, Жигулевская возвышенность, редкие виды, *Astragalus zingeri* Korsh., *Clausia aprica* (Seph.) Korn.-Tr., *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.

A.K. Mamontov

Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: veidelev@rambler.ru

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

Experiment on the preservation of the rare species of the Zhiguli flora in Tsitsin Main Botanical Garden RAS

The results of an experiment on the conservation of species of the Zhiguli flora are shown in the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences since 2013 are presented. The stages and techniques of creating an artificial habitat for petrophyte species under rockaria conditions are shown, the main materials used for this are described. The peculiarities of acclimatization of a number of protected species that are rare and characteristic of Zhiguli are studied. An assessment of the quality of sowing material collected in the natural conditions of the Zhiguli Reserve was given, taxons resistant to Moscow conditions were identified. The possibility of successful cultivation of rare stenotopic plants in nature in a different climatic environment has been experimentally proved.

Keywords: Zhiguli, Zhiguli Upland, rare species, *Astragalus zingeri* Korsh., *Clausia aprica* (Seph.) Korn.-Tr., *Dianthus acicularis* Fisch. ex Ledeb.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1031

Проблема сохранения уникальной флоры Жигулей как части Приволжской возвышенности, расположенных в Самарской области, обсуждается известными учеными на протяжении более 100 лет и очень актуальна сейчас из-за возросшей антропогенной нагрузки. Наиболее разрушительное влияние здесь оказывают работы по добыче известняка и нефти, а в связи с развитием рекреации в регионе стали характерными также частые пожары, замусоривание, вытаптывание и мн. др. [1-3]. Заповедные территории в регионе не стали исключением, так как в них ведется активная туристическая деятельность с созданием соответствующей инфраструктуры, что приводит к исчезновению ряда редких таксонов и вторжению адвентивных в естественные сообщества, поэтому коренным образом меняется облик и флористический состав таких ценных территорий.

В связи с этим в 2013 г. между Главным ботаническим садом им. Н.В. Цицина РАН и Жигулёвским

государственным заповедником им. И.И. Спрыгина заключен договор о сотрудничестве в области исследования современного состояния и сохранения генофонда редких исчезающих видов флоры Жигулевской возвышенности *ex situ*. В рамках договора также рассматривается возможность дальнейшей репатриации некоторых из них. Для ГБС работа подразумевает проведение экспедиций в Жигулевский заповедник, экспериментов по созданию и поддержанию коллекции и экспозиции кальцефильных видов флоры Жигулей в условиях Москвы. В результате предполагается выяснить насколько успешным и длительным может быть опыт сохранения в культуре растений, перенесенных в виде семян из петрофитных степей Жигулевской возвышенности в условия Москвы. Планируется изучить наиболее эффективные методы размножения ряда ценных таксонов.

Начало данной работы было положено в ходе флористической экспедиции в Жигулевский заповедник,

организованной ГБС в 2013 г., проходившей с 10 по 20 августа. В это время изучалась флора петрофитных степей Малой и Большой Бахилловых гор, горы Стрельной, а также выходов известняков в некоторых труднодоступных лесных кварталах. Флора Жигулей заслуживает особого внимания в связи проявлением эндемизма [4, 5], наблюдающегося именно в группе кальцефильных таксонов. Изолированные скально-степные участки здесь подобны островам, окруженным обширными лесными массивами, и поэтому представляют собой своеобразные небольшие природные лаборатории по сохранению и формированию генетического разнообразия региона. При этом популяции многих редких видов на основных туристических маршрутах уже уничтожены, а сохранившиеся в труднодоступных местах, - малочисленны.

В связи с этим при сборе семян учитывалось особое значение некоторых таксонов, представляющих группу важнейших раритетных видов (по С.В. Саксонову, 2006) [4]. Всего при исследовании территории было выявлено 17 таких видов. Из них эндемичными являются: *Asperula petraea*, *Astragalus zingeri*, *Gypsophila juzepczukii*, *Hedysarum grandiflorum*, *Orites baschkirorum*, *Thymus heguliensis*, реликтовыми эндемиками: *Astragalus helmii*, *Dianthus acicularis*, *Helianthemum zheguliense*, реликтами: *Clausia aprica*, *Globularia punctata*, *Helictotrichon desertorum*, *Hylotelephium zheguliense*, *Linum uralense*, *Scorzonera austriaca*, крайне редкими видами со стабильной численностью: *Cephalanthera rubra*, условно редкими видами: *Iris pumila*, редкими видами плавно снижающими численность: *Koeleria sclerophylla*. Все перечисленные виды включены в Красную книгу Самарской области [9], и являются приоритетными для сохранения в культуре. Поэтому для

создания флористической коллекции собирались преимущественно семена подобных растений. Всего были собраны образцы семян 50 таксонов.

Культивирование кальцефильных видов не получило широкого распространения, так как без специальной агротехники представляет сложную по ряду аспектов задачу. Решающий фактор – узость экологической амплитуды таких растений, часто препятствующий их адаптации в иных условиях культуры, многие из них плохо переносят пересадку. В Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН представители флоры Жигулёвской возвышенности ранее почти не изучались [6]. Коллекция и экспозиция данной флоры создается впервые, она построена по принципу аналога экосистемы, максимально соответствующего условиям каменистых местообитаний рассматриваемой группы растений [7]. Посев растений проводился без предварительного выращивания с учетом их и ценотической приуроченности. Поэтому экспозиция кальцефильной флоры Жигулей, продолжая направление отдела по развитию ботанико-географических коллекций, более целостно отражает эколого-флористические особенности местности. Здесь наряду с редкими видами и локальными эндемиками выращиваются и обычные виды, формирующие облик естественных сообществ.

Для растений был сделан искусственный рельеф – компактная возвышенность, имитирующая характерные крутые и обрывистые склоны Жигулей и более пологие террасообразные поверхности с наибольшей высотой около 2 м и длиной 5 м. Прообразом ее стали скалистые останцы вершин Большой Бахиловой горы и горы Стрельной (рис 1, 2). Основа будущей экспозиции заложена в октябре 2013 г., а затем работы были продолжены в 2014 г. (рис

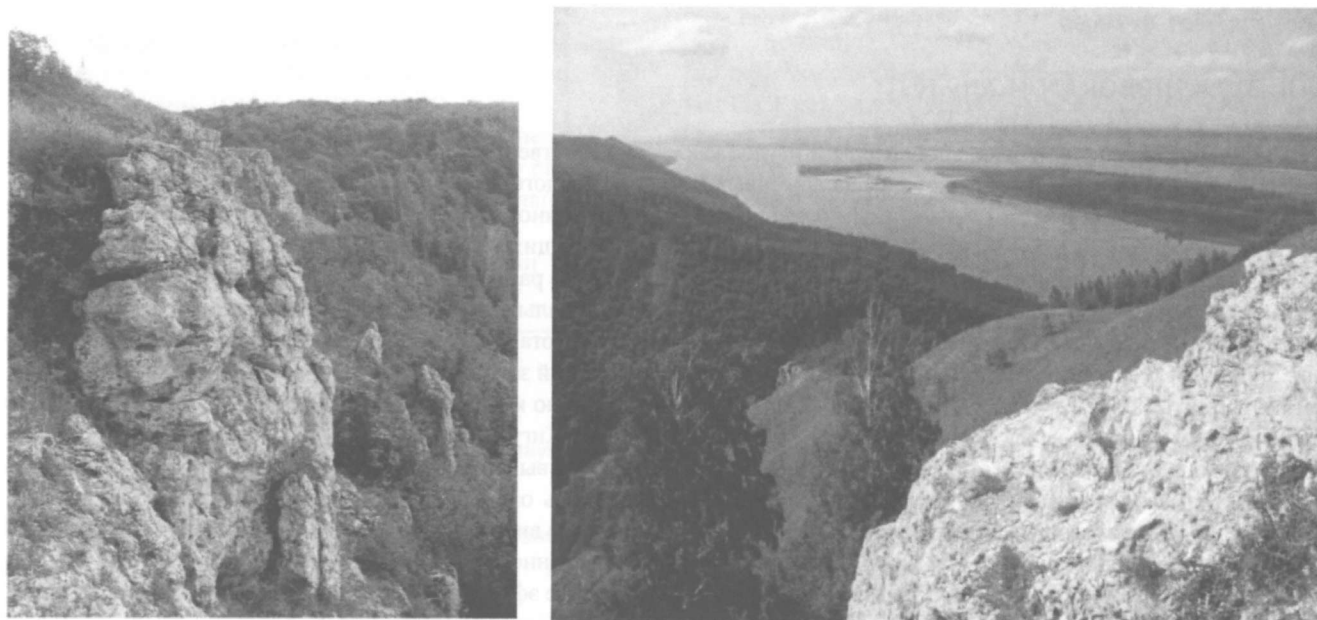


Рис. 1, 2. Вершины Большой Бахиловой горы и горы Стрельной как прообразы экспозиции кальцефильной флоры Жигулей

Интродукция и акклиматизация

Таблица 1. Растения природной флоры Жигулей, проходившие интродукционное испытание в ГБС РАН

№	Вид	Жизненная форма	Категория редкости*	Продолжительность выращивания (лет)	Группа перспективности	Наличие самосева
1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Acinos arvensis</i> (Lam.) Dandy.	Травянистый однолетник		6	1	+
2	<i>Allium globosum</i> M. Bieb. ex Redoute,	Луковичный многолетник		6	1	
3	<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. et Kit. ex Willd.	Полукустарничек		6	1	+
4	<i>Artemisia sericea</i> Web. ex Stechm.	Травянистый многолетник		6	1	+
5	<i>Asperula petraea</i> V. Krecz. ex Klok.	Полукустарничек	4	4	1	+
6	<i>Asparagus officinalis</i> L.	Травянистый многолетник		4	1	
7	<i>Astragalus helmii</i> Fisch.	Полукустарничек	3	4	2	
8	<i>A. zingeri</i> Korsh.	Полукустарничек	3	5	1	
9	<i>Campanula sibirica</i> L.	Травянистый однолетник		5	2	
10	<i>Cephalanthera rubra</i> Rich.	Травянистый многолетник	3	2	3	
11	<i>Clausia aprica</i> (Seph.) Korn.-Tr.	Травянистый многолетник	3	5	1	
12	<i>Dianthus acicularis</i> Fisch. ex Ledeb.	Подушковидный полукустарничек	1	6	1	
13	<i>D. andrzejowskianum</i> (Zapal.) Kulcz.	Травянистый многолетник		5	1	
14	<i>Dracocephalum thymiflorum</i> L.	Травянистый однолетник		5	2	+
15	<i>Galatella biflora</i> (L.) Ness.	Травянистый многолетник		6	1	
16	<i>Globularia punctata</i> Lapeyr	Стержнекорневой травянистый многолетник	5	5	1	+
17	<i>Gypsophila altissima</i> L.	Травянистый многолетник		5	1	+
18	<i>G. juzepeczukii</i> Ikon.	Травянистый многолетник	3	5	1	
19	<i>Hedysarum grandiflorum</i> Pall.	Травянистый стержнекорневой многолетник	5	4	2	
20	<i>Helianthemum zheguliense</i> Juz. ex Tzvel.,	Полукустарничек	3	6	1	+

Интродукция и акклиматизация

1	2	3	4	5	6	7
21	<i>Helictotrichon scehellianum</i> (Hack.) Kitag.	Травянистый многолетник	3	6	1	
22	<i>Hylotelephium zheguliense</i> Tzvel.	Травянистый многолетник	3	6	1	
23	<i>Iris pumila</i> L.	Короткокорневищный гемизфемероидный поликарпик	5	6	2	
24	<i>Koeleria sclerophylla</i> P. A. Smirn.	Травянистый многолетник	5	6	1	+
25	<i>Linum uralense</i> Juz.	Полукустарничек	3	4	3	
26	<i>Otites baschkirorum</i> (Janisch.) Holub	Травянистый многолетник		6	2	+
27	<i>Scorzonera austriaca</i> Willd.	Травянистый многолетник		6	2	
28	<i>Thymus zheguliensis</i> Klok. et Shost.	Полукустарничек	3	4	1	
29	<i>Verbascum thapsus</i> L.	Двулетник		4	1	+
Примечание: * Категория редкости приводится по данным Красной книги Самарской области (2017 г.)						

3, 4). Внутренняя часть рельефа сложена в основном из смеси песчаных, глинистых грунтов и гравия, снаружи перекрытая известняком. Участки склонов фронтальной части экспозиции, обращенные на юго-запад, выполнены из крупных известняковых глыб, весом порядка 200 кг, а также более мелких камней от 0,5-30 кг. В ходе работы камни

укладывали не рядовой кладкой с узкими швами, заполненными известняковой крошкой, подобно выветренным природным скалам. Относительно небольшие участки склонов состоят из смеси мелкого щебня с грунтом (с преобладанием одного или другого компонента). Тыльная часть экспозиции, обращенная на север и северо-восток,



Рис 3, 4. Основные этапы создания рокария для экспозиции флоры Жигулей в 2013 г.

Таблица 2 Трехбалльная шкала для оценки результатов интродукции травянистых многолетников (по Былову, Карпицкой [8])

Показатель	Балл		
	3	2	1
Семенное размножение	Плодоношение регулярное, самосев сор, sp	Плодоношение нерегулярное, самосев sol, up	Плодоношения нет
Вегетативное размножение	Вегетативных зачатков 3 и более	Вегетативных зачатков 1-2	Вегетативного размножения нет
Размеры побегов	Больше природных	Равны природным	Меньше природных
Холодостойкость	Морозам и заморозкам не повреждается	Повреждается частично сильными морозами	Повреждается морозами почти ежегодно
Повреждаемость болезнями	Не повреждается	Повреждения редкие, не массовые	Повреждения ежегодные, массовые

пока частично используется для выращивания растений. Все вместе это обеспечило разнообразие условий и хорошую дренированность, важную для выращивания и вместе с тем особый термический режим, присущий каменистым ландшафтам, сложенных известняками.

Для лучшей приживаемости растений в будущем, часть наиболее ценных образцов были посеяны на пологом участке возвышенности, а большинство размещены на скалистом склоне. Посев образцов семян 40 видов проходивший в конце декабря 2013 г. позволил получить всходы 29 из них. (Таблица 1).

Не вошли за весь период наблюдений: *Allium strictum* Schrad., *Artemisia salsoloides* Willd., *Aster alpinus* L., *Centaurea ruthenica* Lam., *Cerastium zheguliense* S. Saksonov, *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Ledeb., *Jurinea arachnoidea* Bunge, *Polygala cretacea* Kotov, *Scabiosa isetensis* L., *Sisymbrium polymorphum* (Murr.) Roth, *Tanacetum sclerophyllum* (Krach.) Tzvel. Всего 11 видов.

По фенологическому ритму развития в культуре большинство растений почти не отличается от образцов природных популяций, у отдельных видов наблюдается увеличение продолжительности цветения. Качество посевного материала в целом довольно хорошее, за исключением видов с ожидаемой низкой всхожестью (особенно представителей Asteraceae) но следует отметить, что повреждение семян и плодов насекомыми на склонах Жигулей наблюдалось очень часто.

Для 22 таксонов, наблюдавшихся более 5 лет, дана оценка результатов интродукции по трехбалльной шкале [8], для чего с 2013 г. регистрировались основные фенологические показатели каждого растения (Таблица 2).

Данная методика при суммировании баллов позволяет выделить группы: 1 – очень перспективные (12-15 баллов), 2 – перспективные (9-11 баллов), 3 – малоперспективные (5-8 баллов).

Распределение испытанных кальцефильных видов по группам интродукционной перспективности показано в диаграмме (рис. 6). Согласно полученным данным

наибольшую долю представляют очень перспективные виды – 73 %, перспективные – 18%, малоперспективные – 9 %.

Примечательно, что в группе очень перспективных видов наряду с подавляющим большинством травянистых многолетников почти треть – полукустарнички. В группе перспективных растений также преобладают травянистые растения. К малоперспективным видам относятся *Cephalanthera rubra* и *Linum uralense*.

В ходе эксперимента выяснилось, что в условиях каменистых поверхностей неблагоприятные погодные явления могут избирательно оказывать свое влияние на растения. Так в начале апреля 2017 г. при возвратном похолодании погибло два образца *Hedysarum grandiflorum*. Тогда как остальные растения не пострадали. Видимо, это вызвано тем, что они были посеяны на участке гравийно-грунтового склона, где происходит задержка влаги и следует учесть в будущем, повторив опыт, но уже с посевом на каменистой поверхности.

Важно заметить, что в полной мере объективно оценить культивируемые растения невозможно из-за влияния не только погодных, но и некоторых других факторов, таких, как повреждения животными и насекомыми, которые в ходе проведения эксперимента были особенно значимы. Например, восстановление объединенных грызунами в зимний период побегов *Dianthus acicularis*, занимает около одного года, а уничтожение побегов грызунами и птицами у *Astragalus helmii* ГБС, как выяснилось, может приводить к его гибели. Также у некоторых растений, например, *Iris pumila*, на протяжении ряда лет не происходит формирования плодов, что наблюдается и в природных местообитаниях. Габитуальные особенности многих рассмотренных растений позволяют их применять в качестве полноценных растений для каменистых садов.

Применяемый метод создания искусственной экосистемы в виде рокария позволил обеспечить условия для растений в культуре приближенные к природным. В период культивирования 2013-2019 гг. получены результаты в опытах выявления устойчивых перспективных видов



Рис. 5. Экспозиция редких видов жигулевской флоры (цветение *Alyssum tortuosum* и *Clausia aprica* в начале мая 2015 г.)

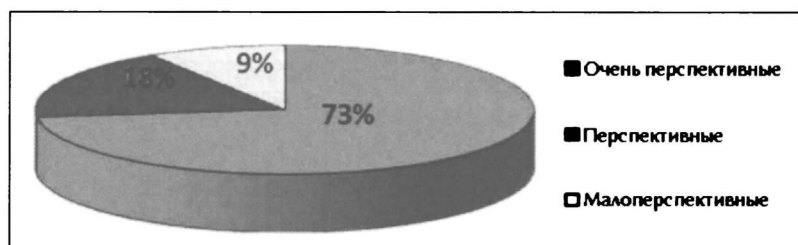


Рис. 6. Распределение кальцефильных видов флоры Жигулей по группам перспективности для культивирования

жигулёвской флоры и их сохранения путем успешной адаптации и получения местной репродукции 22 таксонов.

Применяемый впервые подход с посевом семян непосредственно в швы между камнями позволил положительно скорректировать негативный опыт выращивания стенолюбивых видов в условиях обычных грядок с добавлением щебня, где подобные растения погибали от вымокания в течение 1-2 лет. Благодаря этому количество неустойчивых видов сведено к минимуму.

В сфере практической ценности для садоводства в условиях рокариев следовало бы обратить внимание на высокую декоративность большинства изученных растений. Например, отмечалась более чем двухмесячная продолжительность цветения *Dianthus acicularis* и *Clausia aprica*.

В целом следует подчеркнуть целесообразность культивирования всех рассмотренных образцов на каменистых известняковых субстратах, так как в этих условиях они проявляют большую устойчивость к различным колебаниям погоды.

Создание флористических экспозиций кальцефильных флор разных регионов фактически можно рассматривать как модельный процесс восстановления природного разнообразия в нарушенных местообитаниях. Ценность

такого опыта заключается в возможности его применения на практике, например, в ходе работ по репатриации. Выполненная работа позволила заложить фундамент для долгосрочного сравнительного изучения редких кальцефильных видов Приволжской и Среднерусской возвышенностей и определения оптимальных условий для сохранения *ex situ*. Например, интерес представляет соотнесение морфологических признаков викарирующих видов *Linum ucranicum* Czern. и *L. uralense* и др. Несмотря на то, что жигулёвские растения выращиваются рядом ботанических садов, реальное многообразие уникальных видов и форм региона ещё далеко не охвачено такого рода исследованиями и им нужно также уделять более пристальное внимание.

Территория Жигулей характеризуется тем, что кальцефильные виды здесь не просто играют заметную роль в сложении местных эколого-флористических комплексов, но по ряду эндемичных видов отличается от Приволжской возвышенности в целом [10-12]. Ценность и значимость эталонных природных ландшафтов как приоритетных мест сохранения флоры неоспорима, однако таковых здесь почти не осталось. Географическое положение Жигулей вблизи крупных городских поселений, несмотря на сформированный заповедник, делают крайне уязвимой их природу. К тому же наиболее притягательные для туристов каменистые степи с богатым видовым составом, откуда открываются

лучшие виды на Волгу, как например, с горы Стрельной, имеют очень незначительную площадь и это уже трансформированные (в силу развития инфраструктуры) ландшафты. Поэтому, ежегодно в период вегетации нагрузка на степные участки многократно возрастает, что уже привело к необратимым последствиям, таким как исчезновение отдельных видов или сокращение численности целого ряда редких аборигенных видов. Рекреационная активность подрывает состояние популяций видов Красной книги Самарской области и с относительно стабильной численностью: *Ephedra distachya* L., *Astragalus testiculatus* Pall., *Galatella x crinitoides* Novopokr. [9] и мн. др., что негативно скажется на разнообразии флоры в будущем и убеждает в необходимости расширения коллекции растений флоры Жигулей в Москве.

Список литературы

1. Сукачев В.Н. Об охране природы Жигулей // Зап. Симбирского обл. естеств. - историч. музея. 1914. Вып. 2. С. 35-41.
2. Благовещенский В.В. Растительность Приволжской возвышенности в связи с ее историей и рациональным использованием. Ульяновск: УлГУ, 2005. 715 с.

3. Могутова гора и ее окрестности. Подорожник Тольятти : Кассандра, 2013. 133 с.
4. Саксонов С.В. Самаролукский флористический феномен. М.: Наука, 2006. 263 с.
5. Литвинов Д.И. О реликтовом характере флоры каменистых склонов в Европейской России // Тр. Бот. музея Акад. наук, 1902. Вып. 1. С. 76–109.
6. Растения природной флоры в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина Российской академии наук: 65 лет интродукции. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2013. 657 с., 48 цв. вкл.
7. Мамонтов А.К. Интродукция кальцефильных видов вне природных ареалов и новый метод создания рокариев-экотронов на их основе // Научн. Вед. Белгород. Гос. ун-та 2015. № 3 (200) Вып. 30. С. 23–29.
8. Былов В.Н., Карпионов Р.А. Принципы создания и изучения коллекций малораспространенных декоративных многолетников // Бюл. Гл. ботан. сада, 1978. Вып. 107. С. 77–82.
9. Красная книга Самарской области. Редкие виды растений, лишайников и грибов Тольятти: ИЭВБ РАН, 2007. Т.1. 372 с.
10. Спрыгин И.И. Реликтовые растения Поволжья // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М. - Л., 1941. Вып. 1. С. 293–314.
11. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 248 с.
12. Гроссет Г.Э. Пути и время миграции лесных крымско-кавказских видов на территории Русской равнины и последующие изменения их ареалов в связи с эволюцией ландшафтов // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1967. Т. 72, Вып. 5, С. 47–76.

References

1. Sukachev V.N. Ob ohrane prirody Zhegulej [On the conservation of nature of the Zhiguli] // [The vaults of the Simbirsk region, estestv. - historian. museum's]. 1914. Is.2 , Pp. 35–41.
2. Blagoveshchenskij V.V. Rastitel'nost' Privolzhskoj vozvyshennosti v svyazi s ee istoriej i racional'nyim ispol'zovaniem [Vegetation of the Volga Upland in connection with its history and rational use]. Ulyanovsk: UISU, 2005. 715 p.
3. Mogutova gora i ee okrestnosti. [Mogutov mountain and its surroundings] Togliatti: Kassandra, 2013. 133 p.

4. Saksonov S.V. Samarolukskij floristicheskij fenomen [Samaroluksky floristic phenomenon]. Moscow: Publishing House "Science", 2006.

5. Litvinov D.I. O reliktovom haraktere flory kamenistykh sklonov v Evropejskoj Rossii [On the relict nature of the flora of rocky slopes in European Russia] // Tr. Bot. Muzeya Akad. nauk, [Pr. Bot. Acad. Museum Sciences]. 1902. Is. 1, Pp. 76–109.

6. Rasteniya prirodnoy flory v Glavnom botanicheskom saduim. N.V. Tsitsina Rossiyskoy akademii nauk: 65 let introdukcii [Plants of native flora in Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences : 65 years of introductions] M.: KMK [Moscow: KMK Publishing House], 2013. 657 p.

7. Mamontov A.K. Inrodukcija kal'cefil'nyh vidov vne prirodnyh arealov i novyj metod sozdaniya rokariev-ehkotronov na ih osnove [Introduction of calcephilic species outside natural areas and a new method for the creation of rock arias-ecotrons based on them] // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo un-ta [Scientific statements of Belgorod state University]. 2015. No. 3 (200) Is. 30. Pp. 23–29.

8. Bylov V.N., Karpisonova R.A. Principy sozdaniya i izucheniya kollekcij malorasprostranennykh dekorativnykh mnogoletnikov [The principles of creating and studying collections of rare decorative perennials] // Byul. Gl. botan. sada [Bull. Main Botan. Garden], 1978. Is. 107. Pp. 77–82.

9. Krasnaya kniga Samarskoj oblasti. T. 1. Redkie vidy rastenij, lishajnikov i gribov [Vol. 1. The Red Book of the Samara Region. Rare species of plants, lichens and mushrooms]. Togliatti: IEVB RAS, 2007. Vol.1. 372 p..

10. Sprygin I.I. Reliktovye rasteniya Povolzh'ya [Relic plants of the Volga region] // Materialy po istorii flory i rastitel'nosti SSSR. [Materials on the history of flora and vegetation of the USSR]. M. - L., 1941. Vol. 1. Pp. 293–314.

11. Tahtadzhyan A.L. Floristicheskie oblasti Zemli. [Floristic areas of the Earth]. Leningrad.: Publishing House Science, 1978. 248 p.

12. Grosset G.E.H. Puti i vremya migracii lesnykh krymsko-kavkazskih vidov na territorii Russkoj ravniny i posleduyushchie izmeneniya ih arealov v svyazi s ehvolyuciej landshaftov [Ways and time of migration of forest Crimean-Caucasian species on the territory of the Russian Plain and subsequent changes in their ranges in connection with the evolution of landscapes] // Byul. MOIP. Otd. biol. [Bul. MSNT. Ser. Biol.], 1967. Vol. 72, Is. 5, Pp. 47–76.

Информация об авторе

Мамонтов Александр Константинович, канд. биол. наук, н.с.

E-mail: veidelev@rambler.ru

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

Information about the author

Mamontov Aleksandr Konstantinovich, Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: veidelev@rambler.ru

Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main Botanical Garden RAS 127276, Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

А.В. Димитриев

канд. биол. наук, директор филиала,

Л.И. Балясная

н. с.

Н.Н. Прокопьева

н. с.

К.В. Самохвалов

н. с.

E-mail: botsad21@mail.ru

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

Дендрологическая коллекция Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН

Приведены результаты работы по созданию, сохранению и расширению дендрологической коллекции Чебоксарского филиала Главного ботанического сада РАН, принципы и методы ее формирования, количественные и качественные показатели. Дендрологическая коллекция филиала включает 1554 таксона из различных флор мира – Северной Америки, Европы, Азии: 927 видов, 57 форм и 175 сортов деревьев, кустарников и 395 таксонов плодово-ягодных растений (13 видов, 382 сорта). Коллекционные растения служат базой для научных исследований по изучению биологического разнообразия флоры Среднего Поволжья, для образовательной и эколого-просветительской деятельности, являются источником посадочного материала для производственных маточных плантаций, активно используются для импортозамещения растительной продукции.

Ключевые слова: дендрологическая коллекция, научные исследования, рекомендации, производственная деятельность, экологическое образование, Чебоксарский филиал ГБС РАН.

A.V. Dimitriev

Cand. Sci. Biol., Director

L.I. Balyasnaya

Researcher

N.N. Prokopyeva

Researcher

K.V. Samokhvalov

Researcher

E-mail: botsad21@mail.ru

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

Dendrological collection of the Cheboksary Branch of the Tsitsin Main botanical garden RAS

The article presents the results of the creation, preservation and expansion of the dendrological collection, principles and methods of its formation, quantitative and qualitative indicators. The collection of the Branch includes 1554 taxa from the various floras of the world – North America, Europe, Asia: 927 species, 57 forms and 175 varieties of trees and shrubs interesting for introduction, and 395 taxa: 13 species, 382 varieties of fruit plants. Collection plants serve as a basis for scientific research on the study, conservation and increase of biological diversity of the Chuvash Republic, for educational, ecological and educational activities, are a source of planting material for the creation of production mother plantations, are used actively for import substitution of the vegetable production.

Keywords: dendrological collection, scientific research, recommendations, production activity, ecological education, Cheboksary Branch of MBG RAS.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1032

Одним из направлений деятельности Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук (далее – Чебоксарский филиал ГБС РАН) является изучение адаптации древесных растений из различных ботанико-географических областей в условиях Среднего Поволжья.

Коллекция древесных растений Чебоксарского филиала ГБС РАН создается с 1978 г на правом берегу р. Волги, в южной части г. Чебоксары.

Климат района исследований умеренно-континентальный, характеризующийся холодной морозной зимой и жарким летом, со среднегодовым количеством атмосферных осадков 539 мм (за вегетационный период – 320 мм [1]; максимальное – 868 мм – в 1978 г., минимальное – 193 мм – в 1920 г. [2]). Основные лимитирующие показатели – низкие зимние температуры воздуха и малое количество атмосферных осадков в летнее время [3].

Почвы в районе исследований – светло-серые лесные и дерново-подзолистые суглинистые [4].

История формирования дендрологической коллекции Чебоксарского филиала ГБС РАН включает два основных периода:

1) в 1978 г. (при организации Конторы зеленого хозяйства по строительству и эксплуатации Ботанического сада Управления коммунального хозяйства Чебоксарского горисполкома, на базе которого впоследствии был организован Чебоксарский ботанический сад), ботаническому саду были переданы лесные насаждения Опытного мехлесхоза, коллекции лесопитомника ДРСУ–2 Управления Волжской автодороги, подсобного хозяйства цветководства и декоративных культур, совхоза «Цветы» в количестве около 80 видов древесных растений; уже в 1979 г. на систематических участках дендрария было высажено более 40 видов деревьев и кустарников, 13 сортов яблони и других плодово-ягодных культур, собраны семена 38 видов древесных растений, произрастающих в Чувашии [5]. В последующие годы (1979–1988) коллекция пополнилась 416 видами декоративных древесных растений и 13 видами, сортами и формами плодово-ягодных культур [6]. Пополнение коллекции на первом этапе проводилось в основном без определенной системы, исходя из возможности получения посевного и посадочного материала;

2) в 1989 г постановлением Президиума Академии наук СССР № 578 от 27.06.1989 г. Чебоксарский ботанический сад был передан в состав Главного ботанического сада АН СССР в качестве филиала. Формирование коллекционного фонда стало проводиться по мобилизационному списку растений, перспективных в условиях Среднего Поволжья.

Пополнение коллекции осуществляется путем вегетативного и семенного размножения образцов, полученных из Главного ботанического сада РАН, других ботанических садов России, а также семенным материалом, получаемым в порядке обмена по делектусам из российских и зарубежных ботанических садов.

К настоящему времени в Чебоксарском филиале ГБС РАН создана уникальная для Среднего Поволжья коллекция древесных растений из Северной Америки, Европы, Азии. Она насчитывает 927 видов, 57 форм и 175 сортов (всего 1159 таксонов) древесных растений из 44 семейств, а также 13 видов и 382 сорта плодовых культур (всего 395 таксонов). Общее число таксонов в коллекции Чебоксарского филиала ГБС РАН составляет 1554 единицы. В ней преобладают покрытосеменные растения (86,5%). Наиболее широко представлены семейства Rosaceae Juss. (26,7%) и Carpinifoliaceae Juss. (7,8%), из голосеменных – семейства Cupressaceae Bartl. (7,2%) и Pinaceae Lindl. (5,6%). Наиболее многочисленны роды *Thuja* L. (30 видов, форм и сортов), *Juniperus* L. (23), *Picea* A.Dietr. (15), *Pinus* L. (12), *Acer* L. (15), *Berberis* L. (20), *Crataegus* L. (18), *Malus* Mill. (14), *Rosa* L. (14), *Sorbus* L. (17), *Spiraea* L. (35). Среди жизненных форм преобладают кустарники (70,3%) и деревья (28,6%). Доля лиан невелика – 1,1%. В коллекции

сохраняются 10 видов древесных растений из Красной книги России и 27 видов из Красного списка МСОП.

В создании и изучении научной коллекции древесных растений Чебоксарского филиала ГБС РАН на разных этапах её формирования принимали участие научные сотрудники и агрономы Балясная Л.И., Балясный В.И., Богатов В.А., Васильева А.А., Воробьева Г.М., Димитриев А.В., Едранов Е.А., Иванов А.М., Краснов Н.А., Матюков Р.Н., Михеев Ю.М., Мусабиров Г.Н., Неофитов Ю.А., Осипов Ю.А., Прокопьева Н.Н., Самохвалов К.В. и др.

Коллекционные растения выращиваются в дендрарии, на партерном участке, в интродукционном питомнике и помологическом саду.

Экспозиции дендрария создаются по географическому и систематическому принципам. В северной (более старой) части дендрария, площадью 4,0 га, сосредоточены растения дендрофлоры умеренного климата Северного полушария, в том числе интродуценты из разных регионов России, Западной Европы, Японии, Китая, Северной Америки и Средней Азии – 645 видов из 38 семейств. Большинство европейских, дальневосточных и североамериканских растений успешно адаптировалось в условиях Среднего Поволжья [4]. Из ранних посадок в дендрарии прекрасно растут и плодоносят дальневосточные виды *Acer ginnala* Maxim., *Acer mono* Maxim., *Acer tegmentosum* Maxim., *Juglans ailantifolia* Carriere, *Juglans mandshurica* Maxim., *Padus maackii* (Rupr.) Komar., *Phellodendron amurense* Rupr., *Phellodendron sachalinense* (F.Schmidt) Sarg., *Pinus pumila* (Pall.) Regel, *Pinus sibirica* Du Tour, *Quercus dentata* Thunb. Из североамериканской флоры успешно акклиматизированы *Abies fraseri* (Pursh) Poir., *Acer saccharinum* L., *Aesculus neglecta* Lindl., *Betula papyrifera* Marshall, *Crataegus elthwangeriana* Sarg., *Crataegus submollis* Sarg., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Juglans cinerea* L., *Picea pungens* Engelm., *Pinus banksiana* Lamb., *Pinus strobus* L., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Quercus rubra* L., *Thuja occidentalis* L. 'Aurea', 'Aureo-Spicata', 'Boothii', 'Conica', 'Globosa', 'Fastigiata', 'Wagneriana'. Древесные растения флоры Средней Азии в дендрарии представлены единичными экземплярами *Acer semenovii* Regel et Herd., *Acer turkestanicum* Pax., *Betula turkestanica* Litv. и биогруппой из 12 экземпляров *Morus alba* L. Вдоль восточной границы старой части дендрария создана аллея из ореха маньчжурского и дуба черешчатого, которая носит имя космонавта А. Г. Николаева, внесшего большой вклад в организацию Чебоксарского ботанического сада. Из более поздних посадок древесных растений (2011 – 2017 гг.), в новой (восточной) части дендрария, достигли стадии плодоношения *Acer californicum* Dietr., *Berberis canadensis* Mill., *Berberis x ottawensis* C.K.Schneid., *Cerasus besseyi* (Bailey) Sok., *Crataegus arnoldiana* Sarg., *Crataegus faxonii* Sarg., *Crataegus flabellate* (Bosc) K. Koch, *Gleditsia triacanthos* L., *Lonicera involucrata* (Richardson) Spreng., *Juglans rupestris* Engelm., *Philadelphus californicus* Benth., *Ptelea serrata* Small, *Shepherdia argentea* (Pursh) Nutt., *Sorbus americana* Marshall. На территории дендрария размещены одиночные и групповые посадки кустарников, представителей родов *Chaenomeles* Lindl., *Chamaecyparis*

Spach, *Juniperus* L., *Amygdalus* L., *Aronia* Medik., *Berberis* L., *Caragana* Fabr., *Corylus* L., *Cotinus* Mill., *Cotoneaster* Medik., *Euonymus* L., *Exochorda* Lindl., *Grossularia* Mill., *Lonicera* L., *Philadelphus* L., *Physocarpus* Maxim., *Rosa* L., *Spiraea* L., *Syringa* L. Из выюющих древесных растений здесь произрастают лиановидные кустарники *Actinidia kolomikta* (Rupr. et Maxim.) Maxim., *Menispermum davuricum* DC. и лианы *Celastrus scandens* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Vitis amurensis* Rupr., *Vitis coignetiae* Pull. ex Planch.

При формировании экспозиции в партерной части ботанического сада предпочтение отдается наиболее декоративным древесным растениям – вечнозеленым хвойным деревьям и кустарникам, растениям с разнообразной формой кроны и окраской цветков и листьев. Здесь высажены 324 вида, форм и сортов деревьев и кустарников в ландшафтном стиле в сочетании с живой изгородью из ели колючей [7 – 10]. Из хвойных растений очень декоративны *Abies balsamea* (L.) Mill. 'Nana', *Abies concolor* (Gordon ex Glend) Lindl. ex Hildebr. 'Violacea', *Chamaecyparis thyoides* (L.) Britton 'Ericoides', *Juniperus communis* L. 'Hibernica', *Juniperus horizontalis* Moench, *Juniperus sabina* L., *Juniperus scopulorum* Sarg., *Juniperus virginiana* L. 'Grey Owl', *Picea abies* (L.) Karst. 'Nidiforvis', *Picea glauca* (Moench) Voss 'Conica', *Pinus mugo* Turra 'Nana' и 'Mughus', *Thuja occidentalis* L. 'Aureoscens', 'Aureo-Variegata', 'Golden Glob', 'Pumila' и 'Teddy'. С хвойными растениями прекрасно сочетаются древесные растения с разноцветными листьями – *Acer platanoides* L. 'Crimson King', *Berberis x ottawensis* C.K. Schneid., *Berberis thunbergii* DC. 'Atropurpurea', 'Aurea', 'Orange Rocket', 'Rose Glow' и 'Silver Beauty', *Cotinus coggygria* Scop. 'Purpureus', *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. 'Diablo', 'Luteus', 'Red Baron' и 'Zdechovice'. Дополняют экспозицию красивоцветущие кустарники – *Calluna vulgaris* (L.) Hull. (8 сортов), *Erica x darleuensis* 'Kramer's Rote', *Erica carnea* L. (3 сорта), 35 вечнозеленых и листопадных видов, форм и сортов рода *Rhododendron* L., 7 форм и сортов *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O.Schwarz, виды и сорта родов *Philadelphus* L., *Spiraea* L., *Syringa* L., *Weigela* Thunb.

В интродукционном питомнике выращивается 118 видов, сортов и форм деревьев и кустарников из флоры Дальнего Востока и Средней Азии, относящихся к 23 семействам и 32 родам [11].

В 2001 г. заложен помологический сад площадью 0,8 га; в 2016 г. – второй помологический сад площадью 0,3 га из новых и перспективных сортов яблони и груши, полученных из Тимирязевской сельскохозяйственной академии.

Дендрологические коллекции Чебоксарского филиала ГБС РАН служат базой для научных исследований [4, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15], отбора перспективных видов, форм и сортов древесных растений, совершенствования технологий выращивания посадочного материала [16]. На основе проведенных исследований разработаны «Рекомендации по созданию и содержанию зеленых насаждений в городах и сельских поселениях Чувашской Республики» [17]. Рекомендованный ассортимент декоративных

растений включает 305 видов и форм деревьев, кустарников и лиан. Изучение сезонного ритма развития новых для региона древесных интродуцентов, вопросов их зимостойкости, цветения, плодоношения, декоративности с интегральной оценкой по группам перспективности для условий Чувашии по методике ГБС РАН [18] продолжается. Проводится тестирование интродуцентов по зимостойкости методом сравнения данных по динамике сезонных приростов в пределах одного рода (*Acer*, *Betula*, *Cornus*, *Crataegus*, *Juglans*, *Sorbus*, *Ulmus*). По результатам комплексной оценки успешно прошли испытание в условиях Чувашской Республики в 2006–2018 гг. 220 видов, форм и сортов древесных растений. Вместе с технологическими рекомендациями выращивания они рекомендованы для практического применения в Чувашии [12–15].

По результатам изучения дендрологической коллекции плодово-ягодных растений Чебоксарского филиала ГБС РАН, а также обобщения интродуционных результатов садоводов Чувашии рекомендованы к широкому использованию в Среднем Поволжье 43 сорта груши, 38 зимних сортов яблони, 49 сортов винограда [19–22].

Коллекция Чебоксарского филиала ГБС РАН используется для расширения генетического фонда других ботанических садов [23]. Ежегодно производится сбор семян коллекционных древесных растений (более 200 образцов) для рассылки по ботаническим садам России (Архангельск, Воронеж, Иваново, Калининград, Кемерово, Киров, Пенза, Петрозаводск, Самара, Сыктывкар, Уфа, Якутск и др.) и зарубежных стран (Германия; Австрия; Литва; Беларусь; Чехия; Латвия; Польша; Эстония). С целью обмена регулярно рассылаются делектусы семян (в печатном и электронном виде).

Коллекционные древесные растения являются основой производственной деятельности ботанического сада, как источник семенного и вегетативного материала для специальных маточных плантаций с целью выращивания ценного посадочного материала [23]. Сеянцы и саженцы новых для условий Чувашской Республики видов, форм и сортов деревьев и кустарников (вечнозеленых, красивоцветущих, плодовых), устойчивых в условиях городской среды, ежегодно реализуются населению, организациям, учреждениям и активно используются в озеленении и садоводстве (в среднем 130–140 наименований декоративных древесных растений и 60–70 – плодово-ягодных культур).

Одно из важных направлений работы Чебоксарского филиала ГБС РАН – образовательная и эколого-просветительская деятельность. Дендрологическая коллекция целенаправленно и успешно используется с этой целью [23]. Эта работа включает следующие направления: 1) проведение учебных занятий и учебной практики студентов биологических, историко-географических, химико-фармацевтических факультетов ВУЗов; 2) организацию кружковой работы и практико-ориентированных проектов с учащимися общеобразовательных школ, гимназий и лицеев; 3) экскурсионную работу с населением; 4) проведение торжественных церемоний выездной регистрации браков и фотосессий с посадкой памятных

деревьев ; 5) проведение занятий и мастер-классов с садоводами, ландшафтными дизайнерами, представителями родовых поместий и экопоселений Среднего Поволжья.

Список литературы

1. Атлас земель сельскохозяйственного назначения Чувашской Республики: Атлас-монография // Авторы-составители: Ильина Т.А., Васильев О.А., Ершов М.А. и др. Чебоксары, 2007. 184 с.
2. Рязанова С.В., Москалец Л.Н. Термический режим // Климат Чебоксар: справочник специалиста. Л.: Гидрометеиздат, 1986. С. 36–74.
3. Карягин Ф.А. Современные гидроклиматические изменения в Чувашии. Чебоксары, 2007. Кн. 1. 268 с.
4. Балясный В.И., Дмитриев А.В., Неофитов Ю.А. Материалы по изучению экосистем особо охраняемых природных территорий Чувашской Республики: монография // Экологический вестник Чувашской Республики. Сер. «Изучение и развитие особо охраняемых природных территорий и объектов (эконет) 2010. Ч. 5, Вып. 63. С. 32–44.
5. Едранов Е.А. Организация и становление интродукционной работы в Чебоксарском ботаническом саду // Материалы выездной сессии Совета ботанических садов Урала и Поволжья. Чебоксары, сентябрь 1979. Чебоксары, 1979. С. 13–17.
6. Едранов Е.А., Белова З.Г. Динамика развития дендрологической коллекции Чебоксарского ботанического сада // Научн. Тр. Чебоксарского филиала ГБС им. Н.В. Цицина РАН. 1990. Вып. 2. С. 59–61.
7. Балясная Л.И., Дмитриев А.В., Неофитов Ю.А. и др. Виды рода *Rhododendron* L. Красного списка МСОП в коллекции Чебоксарского филиала ГБС РАН // Бюл. Гл. ботан. сада. 2016. Вып. 204, № 4. С. 47–51.
8. Дмитриев А.В., Балясная Л.И., Прокопьева Н.Н., Самохвалов К.В. Интродукция листопадных видов рода *Rhododendron* L. в Чувашской Республике // Научн. тр. Чебоксарского филиала ГБС им. Н.В. Цицина РАН. 2017. Вып. 9. С. 72–75.
9. Дмитриев А.В., Балясная Л.И., Прокопьева Н.Н., Самохвалов К.В. Материалы к интродукционному изучению вечнозеленых видов рода *Rhododendron* L. в Чебоксарском филиале ГБС РАН // Znanstvena misel. Ljubljana. Slovenia. 2017. № 8. С. 18–22.
10. Неофитов Ю.А., Самохвалов К.В., Балясная Л.И. Некоторые результаты интродукции вересковых (*Ericaceae*) в Чувашии // Научн. Тр. Чебоксарского филиала ГБС им. Н.В. Цицина РАН. 2014. Вып. 7. С. 120 – 124.
11. Богатов В.А., Неофитов Ю.А. Итоги интродукции растений Дальнего Востока в Чебоксарском филиале Главного ботанического сада РАН // Научн. Тр. Чебоксарского филиала ГБС им. Н.В. Цицина РАН. 2014. Вып. 7. С. 126–136.
12. Балясная Л.И., Прокопьева Н.Н., Самохвалов К.В. Декоративные виды и сорта рода *Spiraea* L. в коллекции Чебоксарского филиала ГБС РАН // Научн. Тр. Чебоксарского филиала ГБС им. Н.В. Цицина РАН. 2017. Вып. 9. С. 25–28.
13. Неофитов Ю.А., Балясная Л.И. Основные итоги научных исследований по изучению адаптации деревьев и кустарников при интродукции в Чувашской Республике. Интродукция растений, теоретические, методические и прикладные проблемы // Материалы международной конференции. Йошкар-Ола, 10-14 августа 2009 г. Йошкар-Ола, 2009. С. 346–349.
14. Неофитов Ю.А., Самохвалов К.В., Балясная Л.И. Исследования по интродукции новых видов деревьев и кустарников из различных дендрофлор мира в условиях Чувашской Республики // Научн. Тр. Чебоксарского филиала ГБС им. Н.В. Цицина РАН. 2014. Вып. 7. С. 116–120.
15. Самохвалов К.В., Балясная Л.И., Прокопьева Н.Н. Первичные итоги интродукции новых древесно-кустарниковых видов в Чебоксарском ботаническом саду // Материалы II Всероссийской молодежной научной конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты современной биологии», посвященной 130-летию биологических исследований в Томском университете. Томск, 24-26 ноября 2015 г. Томск, 2015. С. 79–82.
16. Балясный В.И., Неофитов Ю.А., Богатов В.А. Ассортимент древесных растений, кустарников и лиан для озеленения городов и населенных пунктов Чувашской Республики // Экологический вестник Чувашской Республики. 2003. Вып. 35. С. 25–37.
17. Рекомендации по созданию и содержанию зеленых насаждений в городах и сельских поселениях Чувашской Республики / Балясный В.И., Дмитриев А.В., Неофитов Ю.А. и др. Чебоксары, 2005. 224 с.
18. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. М., 1973. С. 7–67.
19. Дмитриев А.В., Васильева А.А., Богатов В.А. О первом республиканском совещании по проблемам выращивания и районирования зимних сортов яблонь в Чувашской Республике // Научн. Тр. Чебоксарского филиала ГБС им. Н.В. Цицина РАН. 2019. Вып. 13. С. 3–10.
20. Васильева А.А., Матюков Р.Н. Итоги изучения сортов груш в Чебоксарском филиале Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук // Научн. тр. Чебоксарского филиала ГБС им. Н.В. Цицина РАН. 2017. Вып. 9. С. 40–44.
21. Васильева А.А., Матюков Р.Н., Дмитриев А.В. Результаты наблюдений за сортами винограда в 2017 году: в поисках подходящего сорта // Научн. Тр. Чебоксарского филиала ГБС им. Н.В. Цицина РАН. 2018. Вып. 10. С. 84–93.
22. Дмитриев А.В., Васильева А.А., Матюков Р.Н. Опыт оценки и выбора адаптированных к климатическим условиям сортов винограда на севере Приволжской возвышенности // Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений: Сборник материалов V Международной научно-методологической

конференции. Москва: Российский университет дружбы народов, 2019. С. 50–52.

23. Димитриев А.В., Баясная Л.И., Прокопьева Н.Н., Самохвалов К.В. Дендрологическая коллекция Чебоксарского ботанического сада, ее научное, прикладное и образовательное значение // Сборник научн. Тр. ГНБС. 2018. Т. 147. С.110–112.

References

1. Atlas zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya Chuvashskoy Respubliki: Atlas-monografiya [Atlas of agricultural lands of the Chuvash Republic: Atlas-monography] // avtory-sostaviteli: Iljina T.A., Vasilev O.A., Yershov M.A I dr. [authors-compilers: Iljina T. A., Vasilyev O. A., Ershov M. A. et al.]. Cheboksary, 2007. 184 p.

2. Ryazanova S.V., Moskalets L.N. Termicheskiy rezhim [Thermal regime] // Klimat Cheboksar: spravochnik spetsialista [Climate of Cheboksary: Handbook for expert] L.: Gidrometeoizdat, 1986. Pp. 36 – 74.

3. Karyagin F.A. Sovremennye gidroklimaticheskie izmeneniya v Chuvashii. Kniga 1. [Modern hydro-climatic changes in Chuvashia. Book 1]. Cheboksary, 2007. 268 p.

4. Balyasny V.I., Dimitriev A.V., Neofitov Yu.A. Materialy po izucheniyu ekosistem osobo okhranyaemykh prirodnnykh territoriy Chuvashskoy Respubliki: monografiya [Materials for the study of ecosystems of especially protected natural territories of the Chuvash Republic: monography] // Ekologicheskii vestnik Chuvashskoy Respubliki. Seriya «Izucheniye i razvitiye osobo okhranyaemykh prirodnnykh territoriy i obektov (ekonot) Chuvashii». Chast 5 [Ecological Bulletin of the Chuvash Republic. Series «Study and development of especially protected natural territories and objects (econot) of Chuvashia». Part 5]. 2010. Iss. 63. Pp. 32–44.

5. Yedranov Ye.A. Organizatsiya i stanovlenie introduktsionnoy raboty v Cheboksarskom botanicheskom sadu [Organization and formation the work of introduction in Cheboksary Botanical Garden] // Materialy vyezdnoy sessii Soveta botanicheskikh sadov Urala i Povolzhya, Cheboksary, sentyabr 1979 [Materials of a session of the Council of Botanical Gardens of the Urals and the Volga region. Cheboksary, September 1979]. Cheboksary, 1979. Pp. 13–17.

6. Yedranov Ye.A., Belova Z.G. Dinamika razvitiya dendrologicheskoy kollektzii Cheboksarskogo botanicheskogo sada [Dynamics of development of the dendrological collection of the Cheboksary Botanical Garden] // Problemy rekreatsionnykh nasazhdeniy. Sbornik nauchnykh trudov. Vyp.2. (Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN. Vyp. 2.) [Problems of recreational spaces. Collection of proceedings. Iss. 2 (Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden named after N. V.Tsitsin RAS). 1990. Iss. 2. Pp. 59 – 61.

7. Balyasnaya L.I., Dimitriev A.V., Neofitov Yu.A. etc. Vidy roda Rhododendron L. Krasnogo spiska MSOP v kollektzii Cheboksarskogo filiala GBS RAN [Species of the Genus Rhododendron L. IUCN Red List in the collection of the Cheboksary Branch MBG RAS] // Byulleten Glavnogo

botanicheskogo sada [Bul. Main Botan. Garden]. 2016. Iss. 204, № 4. Pp. 47–51.

8. Dimitriev A.V., Balyasnaya L.I., Prokopyeva N.N., Samokhvalov K.V. Introduktsiya listopadnykh vidov roda Rhododendron L. v Chuvashskoy Respublike [Introduction of deciduous species of the genus Rhododendron L. in the Chuvash Republic] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN [Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin RAS]. 2017. Iss.. 9. Pp. 72–75.

9. Dimitriev A.V., Balyasnaya L.I., Prokopyeva N.N., Samokhvalov K.V. Materialy k introduktsionnomu izucheniyu vечнозеленых видов рода Rhododendron L. v Cheboksarskom filiale GBS RAN [Materials for introduction study the evergreen species of Rhododendron L. in the Cheboksary Branch MBG]. Znanstvena misel. Ljubljana. Slovenia. 2017. №. 8. Pp. 18–22.

10. Neofitov Yu.A., Samokhvalov K.V., Balyasnaya L.I. Nekotorye rezultaty introduktsii vereskovykh (Ericaceae) v Chuvashii [Some results of the introduction of Heather (Ericaceae) in the Chuvash Republic] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada RAN [Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS]. 2014. Iss/ 7. Pp. 120–124.

11. Bogatov V.A., Neofitov Yu.A. Itogi introduktsii rasteniy Dalnego Vostoka v Cheboksarskom filiale Glavnogo botanicheskogo sada RAN [Results of the introduction of plants of the Far East in the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada RAN [// Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS]. 2014. Iss. 7. Pp. 126–136.

12. Balyasnaya L.I., Prokopyeva N.N., Samokhvalov K.V. Dekorativnye vidy i sorta roda Spiraea L. v kollektzii Cheboksarskogo filiala GBS RAN [Decorative species and varieties of the genus Spiraea L. in the collection of the Cheboksary Branch MBG RAS] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN [Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS]. 2017. Iss.9. Pp.25–28.

13. Neofitov Yu.A., Balyasnaya L.I. Osnovnye itogi nauchnykh issledovaniy po izucheniyu adaptatsii derevev i kustarnikov pri introduktsii v Chuvashskoy Respublike [Main results of scientific research on adaptation of trees and shrubs in the introduction to the Chuvash Republic] // Introduktsiya rasteniy, teoreticheskie, metodicheskie i prikladnye problemy [Plant Introduction, theoretical, methodological and applied problems] // Materialy mezhdunarodnoy konferentsii. Yoshkar-Ola, 10-14 avgusta 2009 g. Yoshkar-Ola [Materials of the international conference. Yoshkar-Ola, 10-14 August, 2009]. Yoshkar-Ola, 2009. Pp. 346–349.

14. Neofitov Yu.A., Samokhvalov K.V., Balyasnaya L.I. Issledovaniya po introduktsii novykh vidov derevev i kustarnikov iz razlichnykh dendroflor mira v usloviyakh Chuvashskoy Respubliki [Studies on introductions of new species of trees and shrubs from various the world dendroflora in terms of the Chuvash Republic] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo

filiala Glavnogo botanicheskogo sada RAN [Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS]. 2014. Is. 7. Pp. 116–120.

15. Samokhvalov K.V., Balyasnaya L.I., Prokopyeva N.N. Pervichnye itogi introduktsii novykh drevesno-kustarnikovykh vidov v Cheboksarskom botanicheskom sadu [The primary results of the introduction of new tree and shrub species in Cheboksary Botanical Garden] // Materialy II Vserossiyskoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii «Fundamentalnye i prikladnye aspekty sovremennoy biologii», posvyashchennoy 130-letiyu biologicheskikh issledovaniy v Tomskom universitete, Tomsk, 24–26 noyabrya 2015 g [Materials of II all Russian youth scientific conference “Fundamental and applied aspects of modern biology” devoted to the 130th anniversary of the biological research at the Tomsk University. Tomsk, 24–26 November 2015]. Tomsk, 2015. Pp. 79–82.

16. Balyasny V.I., Neofitov Yu.A., Bogatov V.A. Assortiment drevesnykh rasteniy, kustarnikov i lian dlya ozeleneniya gorodov i naselennykh punktov Chuvashskoy Respubliki [Assortment of trees, shrubs and vines for landscaping cities and towns of the Chuvash Republic] // Ekologicheskii vestnik Chuvashskoy Respubliki [Ecological Bulletin of the Chuvash Republic]. 2003. Iss. 35. Pp. 25–37.

17. Rekomendatsii po sozdaniyu i soderzhaniyu zelenykh nasazhdeniy v gorbdakh i selskikh poseleniyakh Chuvashskoy Respubliki [Recommendations for the creation and maintenance of green plantings in cities and rural settlements of the Chuvash Republic] / Balyasny V.I., Dimitriev A.V., Neofitov Yu.A. etc. Cheboksary, 2005. 224 p.

18. Lapin P.I., Sidneva S.V. Otsenka perspektivnosti introduktsii rasteniy po dannym vizualnykh nablyudeniy [Evaluation of the prospects of plant introduction according to visual observations] // Opyt introduktsii drevesnykh rasteniy [Experience of introduction of woody plants] Moscow, 1973. Pp. 7–67.

19. Dimitriev A.V., Vasilyeva A.A., Bogatov V.A. O pervom respublikanskom soveshchanii po problemam vyrashchivaniya i rayonirovaniya zimnikh sortov yablon v Chuvashskoy Respublike [About the first Republican meeting on the problems of cultivation and zoning of winter varieties of Apple trees in the Chuvash Republic] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada

im. N.V. Tsitsina RAN [Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden], 2019. Is. 13. Pp. 3–10.

20. Vasilyeva A.A., Matyukov R.N. Itogi izucheniya sortov grush v Cheboksarskom filiale Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina Rossiyskoy akademii nauk [Results of the study of pear varieties in the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden named after N. V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences (RAS)] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN [Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS]. 2017. Is. 9. Pp. 40–44.

21. Vasilyeva A.A., Matyukov R.N., Dimitriev A.V. Rezultaty nablyudeniya za sortami vinograda v 2017 godu: v poiskakh podkhodyashchego sorta [Results of observations of grape varieties in 2017: in search of a suitable variety] // Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN [Scientific works of the Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden RAS]. 2018. Is. 10. Pp. 84–93.

22. Dimitriev A.V., Vasilyeva A.A., Matyukov R.N. Opyt otsenki i vybora adaptirovannykh k klimaticheskim usloviyam sortov vinograda na severe privolzhskoy vozvyshenosti [Experience of evaluation and selection of adapted to climatic conditions grape varieties in the North of the Volga upland] // Rol fiziologii i biokhimii v introduktsii i selektsii selskokhozyaystvennykh rasteniy sbornik materialov V Mezhdunarodnoy nauchno-metodologicheskoy konferentsii. Rossiyskiy universitet druzhby narodov [The role of physiology and biochemistry in the introduction and selection of agricultural plants: collection of materials of the V International scientific and methodological conference. Moscow: Peoples' friendship University of Russia. 2019. Vol. 1–2. Pp. 50–52.

23. Dimitriev A.V., Balyasnaya L.I., Prokopyeva N.N., Samokhvalov K.V. Dendrologicheskaya kollektsiya Cheboksarskogo botanicheskogo sada, ee nauchnoe, prikladnoe i obrazovatelnoe znachenie [Dendrological collection in the Cheboksary Botanical Garden, its scientific, applied and educational importance] // Sbornik nauchnykh trudov GNBS [Collection of scientific works of GNBS]. Yalta, 2018. Vol. 147. Pp. 110–112.

Информация об авторах

Димитриев Александр Вениаминович, канд. биол. наук, директор

Балясная Лариса Ивановна, н. с.

Прокопьева Надежда Николаевна, н. с.

Самохвалов Константин Витальевич, н. с.

E-mail: botsad21@mail.ru

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

428027. Российская Федерация, Республика Чувашия, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 31

Information about the authors

Dimitriev Aleksandr Veniaminovich, Cand. Sci. Biol., Director

Balyasnaya Larisa Ivanovna, Researcher

Prokopyeva Nadezhda Nikolaevna, Researcher

Samokhvalov Konstantin Vitalyevich, Researcher

E-mail: botsad21@mail.ru

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

428027. Russian Federation, Chuvash Republic, Cheboksary, Prospekt I. Yakovleva, 31

Л.И. Хоциалова

канд. биол. наук, н. с.

А.В. Евтюхова

м. н. с.

О.Д. Волкова

м. н. с.

E-mail: gbs.aevtyukhova@mail.ru

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

Особенности биологии развития ландыша майского (*Convallaria majalis* L.) в культуре: сравнительный анализ растений из природной популяции и сорта Берлинский

Рассматриваются особенности роста и развития ландыша майского (*Convallaria majalis* L.) сорта Берлинский и популяции, взятой из природных местообитаний (Московской области окрестности города Домодедово, молодой осинник). В ходе исследований было выявлено, что ландыш сорта Берлинский обладает наибольшей энергией прорастания, чем растения из природной популяции. Фенологические наблюдения показали, что между сортовыми и дикорастущими растениями в первый год нет особых различий, только вегетационный период подмосковной популяции началась раньше на 3 дня и составила 142 дня, а у сортового всего 139. Однако у сортового ландыша было отмечено большее количество цветущих особей. Процент побегов, образовавших соцветие, с возрастом увеличивался, только двулетние растения (при вегетационном размножении) совсем не цветут. Изученные биометрические показатели были несколько выше у растений из природной популяции из Подмоскovie, по сравнению с ландышем сорта Берлинский.

Ключевые слова: Ландыш майский, сорта Берлинский, *Convallaria majalis* L., природная популяция, фенология, биометрия.

L.I. Hotsialova

Cand. Sci. Biol., Researcher

A.V. Evtyukhova

Junior Researcher

O.D. Volkova

Junior Researcher

E-mail: gbs.aevtyukhova@mail.ru

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

Features of the developmental biology of May lily of the valley (*Convallaria majalis* L.) in culture: a comparative analysis of plants from the natural population and the Berlin variety

The article discusses the features of the growth and development of May lily of the valley (*Convallaria majalis* L.) of the 'Berlin' variety and a population taken from natural habitats (Moscow region, the vicinity of the city of Domodedovo, young aspen). In the course of research, it was revealed that the Berlin 'lily of the valley' has the highest germination energy than the natural population. Phenological observations showed that between the varietal and wild populations in the first year there are no special differences, only the vegetation period of the Moscow Region population began earlier by 3 days and amounted to 142 days, and in the varietal only 139. However, varietal lily of the valley showed a greater number of flowering individuals. The percentage of shoots that formed an inflorescence increased with age, only biennial plants (during vegetative propagation) did not bloom at all. The studied biometric indicators were slightly higher for plants of the natural population from the Moscow region, compared with the lily of the valley 'Berlin' (in the phenophase - flowering).

Keywords: May lily of the valley, lily of the valley 'Berlin', *Convallaria majalis* L., natural population, phenology, bio-extinction.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1033

Ландыш майский (*Convallaria majalis* L.) – многолетнее травянистое растение. Надземный побег состоит из укороченной оси с 3-7 чешуевидными и 1-3 зелеными листьями; влагалища листьев образуют ложный стебель. Соцветие – однобокая, простая кисть. Плод – округлая, оранжево-красная ягода, с 2-6 семенами. Подземные органы – это система горизонтальных (с удлиненными междоузлиями) и вертикальных (с укороченными междоузлиями) корневищ с придаточными корнями [1...4].

Интересно было сравнить особенности роста и развития ландыша майского сорта Берлинский и дикорастущего, взятого из природных местообитаний, при вегетативном размножении.

Посадку ландыша проводили осенью (в октябре) горизонтальными корневищами длиной около 10 см. Приживаемость корневищных черенков сортового ландыша была 60%, а у растений из природной популяции из Московской области (окрестности города Домодедово) несколько выше – 72%.

Интродукция и акклиматизация

Исследования проводили в течение четырех лет сотрудниками лаборатории культурных растений Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина на экспозиции лекарственных растений.

В процессе работы вели фенологические наблюдения; отмечали количество цветущих особей (% от общего числа побегов на единицу площади) и соотношение побегов с 1, 2 и 3 листьями. В фенологическую фазу цветения проводили сравнительное изучение надземной части растений ландыша майского природной популяции и сорта Берлинский – измеряли среднюю высоту побега (вместе с листом), его среднюю массу (сырая) и площадь листьев [5...7]. У трех- и четырехлетних растений в конце вегетации исследовали подземные органы в объеме почвы 1 м² x 0,25 м (0,25 м – это максимальная глубина, на которую в наших опытах проникали корни и корневища ландыша) = 0,25 м³. [8...10].

Изучение растений ландыша майского первого года вегетации

Фенологические наблюдения показали, что в первый год вегетации нет различий в датах наступления фенологических фаз у дикорастущего и сортового ландыша (табл. 1).

Цвели единичные растения. Общая продолжительность вегетационного периода составила 148 дней.

Биоизмерения надземной части растений ландыша проводили в фенологическую фазу цветения (табл. 2).

Средняя высота побега вместе с листом у ландыша природной популяции была немного больше, чем у сорта Берлинский: 15,3 см и 13,9 см, соответственно.

Одной из характеристик степени развития надземного побега ландыша является число листьев (от 1 до 3). Большинство растений имело 2 листа, но встречались особи с 1 и 3 листьями. У ландыша майского сорта Берлинский отмечено наибольшее количество побегов с 3 листьями – 25%, при этом у него практически нет однолистных особей.

Средняя масса побега и площадь листьев на растении мало отличались друг от друга.

Изучение растений ландыша майского второго года вегетации

После перезимовки густота стояния побегов ландыша на единицу площади изменилась мало: в процентах от количества растений в первый год вегетации она составила у подмосковной популяции – 109%, у сорта Берлинский – 103%.

Весеннее отрастание и другие фенологические фазы ландыша сорта Берлинский начались на несколько дней позже, чем у растений из природной популяции (табл. 3).

Таблица 1. Прохождение фенологических фаз у ландыша майского (первый год вегетации)

Межфазный период	Календарные даты прохождения фенофаз, от – до	Продолжительность интервала, дней
От весеннего отрастания до развёртывания первого листа	21.04-05.05	15
От развёртывания первого листа до полного развёртывания листьев и бутонизации	06.05-10.05	5
От полного развёртывания листьев и бутонизации до цветения	11.05-17.05	7
От цветения до образования плодов	18.05-06.06	20
От образования плодов до созревания плодов	07.06-29.08	84
От созревания плодов до конца вегетации	30.08-15.09	17

Таблица 2. Степень развития надземной части растений ландыша майского (первый год вегетации, фенофаза – цветение)

Параметры	Популяции	
	из природы	сортовой
Средняя высота побега (вместе с листом), см	15,3±0,5	13,9±0,5
Средняя масса надземного побега (сырая), г	1,12±0,07	1,15±0,06
Среднее количество побегов с 1 листом, %	5	0
Среднее количество побегов с 2 листьями, %	89	75
Среднее количество побегов с 3 листьями, %	6	25
Средняя площадь листьев на побеге, см ²	64,2	60,0

Таблица 3. Прохождение фенологических фаз у ландыша майского (второй год вегетации)

Межфазный период	Календарные даты прохождения фенофаз, от - до		Продолжительность интервала, дней	
	Популяции			
	из при- роды	сортовой	из при- роды	сортовой
От весеннего отрастания до развёртывания первого листа	30.04-09.05	04.05-15.05	10	12
От развёртывания первого листа до полного развёртывания листьев	10.05-14.05	16.05-22.05	5	7
От полного развёртывания листьев до конца вегетации	15.05-30.09	23.05-30.09	139	131

Таблица 4. Степень развития надземной части растений ландыша майского (второй год вегетации, фенофаза – полное развёртывание листьев)

Параметры	Популяции	
	из природы	сортовой
Средняя высота побега (вместе с листом), см	20,1±0,6	17,0±1,3
Средняя масса надземного побега (сырая), г	2,65±0,29	2,23±0,17
Среднее количество побегов с 1 листом, %	2	0
Среднее количество побегов с 2 листьями, %	94	78
Среднее количество побегов с 3 листьями, %	4	22
Средняя площадь листьев на побеге, см ²	123,5	94,2

Конец вегетации у растений из обеих популяций наступил одновременно. На второй год вегетации растения не цвели.

Общая продолжительность вегетационного периода ландыша сорта Берлинский составила 150 дней, а подмосковной популяции – 154 дня.

Биоизмерения ландыша проводили в фазу полного развёртывания листьев, так как растения не цвели (табл. 4).

На второй год вегетации надземная часть растений развита лучше, чем в первый год (табл. 2 и 4). Средняя масса побега у растений из исследованных популяций увеличилась в 2 раза и была у природных растений несколько больше, чем у сортовых.

Средняя высота побега и площадь листьев на растении также увеличились; у ландыша из природной популяции немного больше, чем у сорта Берлинский.

Большинство растений из подмосковной популяции имели 2 листа – 94%, но встречались особи с 1 и 3 листьями. У ландыша майского сорта Берлинский отмечено наибольшее количество побегов с 3 листьями – 22%, при этом у них не было однолистных особей.

Изучение растений ландыша майского третьего года вегетации

На третий год выращивания ландыша за счет образования новых подземных корневищ заметно увеличилась густота стояния его надземных побегов по сравнению со

вторым годом вегетации: у растений из подмосковной популяции – в 2,2 раза; у сорта Берлинский – в 3,1.

Весеннее отрастание ландыша сорта Берлинский началось 30 апреля - на 5 дней позже, чем у растений из природной популяции (25 апреля) (табл. 5).

Цвели и плодоносили растения приблизительно в одно и то же время. Количество цветущих надземных побегов (% от общего числа побегов на единицу площади) у растений из популяции из Московской области было 2%, а у ландыша сорта Берлинский – 9%.

Конец вегетации у растений из обеих популяций наступил одновременно.

Общая продолжительность вегетационного периода ландыша сорта Берлинский составила 156 дней, а популяции, взятой из природы – 161 день.

Биоизмерения надземной части растений ландыша проводили в фазу цветения (табл. 6).

На третий год вегетации надземная часть растений развита лучше, чем на второй год наблюдений (табл. 4 и 6). Заметно выросла масса побега, его высота (вместе с листом) и площадь листьев; величина всех этих показателей была у растений ландыша из природной популяции немного выше, чем у сорта Берлинский.

Большинство растений из подмосковной популяции имели 2 листа – 72%, но встречались особи с 1 и 3 листьями. У ландыша майского сорта Берлинский двулистных особей было столько же (70%), но отмечено наибольшее

Таблица 5. Прохождение фенологических фаз у ландыша майского (третий год вегетации)

Межфазный период	Календарные даты прохождения фенофаз, от - до		Продолжительность интервала, дней	
	Популяции			
	из при- роды	сортовой	из природы	сортовой
От весеннего отрастания до развёртывания первого листа	25.04-14.05	30.04-16.05	20	17
От развёртывания первого листа до полного развёртывания листьев и бутонизации	15.05-19.05	17.05-20.05	5	4
От полного развёртывания листьев и бутонизации до цветения	20.05-27.05	21.05-27.05	8	7
От цветения до образования плодов	28.05-17.06	28.05-17.06	21	21
От образования плодов до созревания плодов	18.06-09.09	18.06-09.09	84	84
От созревания плодов до конца вегетации	10.09-02.10	10.09-02.10	23	23

Таблица 6. Степень развития надземной части растений ландыша (третий год вегетации, фенофаза – цветение)

Параметры	Популяции	
	из природы	сортовой
Средняя высота побега (вместе с листом), см	24,7±0,7	20,0±0,7
Средняя масса надземного побега (сырая), г	3,56±0,39	3,22±0,19
Среднее количество побегов с 1 листом, %	15	0
Среднее количество побегов с 2 листьями, %	72	70
Среднее количество побегов с 3 листьями, %	13	30
Средняя площадь листьев на побеге, см ²	129,5	127,7

количество побегов с 3 листьями – 30%, при этом однолистных растений нет.

В конце вегетации было проведено сравнительное изучение подземных органов ландыша майского в объёме почвы 0,25 м³.

Подземные органы отдельных особей выделялись с трудом, так как за три года растения образовали значительное количество новых корневищ с придаточными корнями.

Сформировавшиеся в прошлом году горизонтальные корневища (двулетние) дали надземные побеги (за счет чего и произошло увеличение густоты стояния растений), образовались и новые корневища: у растений из подмосковной популяции – 2 шт. на растение; у популяции сорта Берлинский – 5 шт./раст.

Максимальная энергия размножения отмечена у сортового ландыша.

Изучение растений ландыша майского четвёртого года вегетации

На четвёртый год выращивания ландыша продолжала увеличиваться густота стояния его надземных побегов по

сравнению с третьим годом вегетации: у растений из подмосковной популяции – в 1,8 раз; у сорта Берлинский – в 2,1.

Весеннее отрастание ландыша сорта Берлинский началось 30 апреля - на 3 дня позже, чем у растений из природной популяции (28 апреля).

Цвели и плодоносили растения природной популяции и сортовые приблизительно в одно и то же время. Количество цветущих надземных побегов (% от общего числа побегов на единицу площади) увеличилось по сравнению с прошлым годом: у растений из Московской области до 10%, а у ландыша сорта Берлинский – до 14%.

Конец вегетации у растений обеих популяций наступил одновременно.

Общая продолжительность вегетационного периода ландыша сорта Берлинский составила 139 дней, а растений подмосковной популяции – 142 дня.

В фазу цветения проводили биоизмерения надземной части растений (табл. 8). Все изученные параметры увеличились по сравнению с предыдущим годом, но не на много. Масса надземного побега ландыша майского сорта Берлинский в четырехлетнем возрасте (3,47±0,17 г) достигла величины массы побега у многолетних растениях этого ландыша – 3,50±0,30 г/побег.

Таблица 7. Прохождение фенологических фаз у растений из подмосковной популяции ландыша майского (четвёртый год вегетации)

Межфазный период	Календарные даты прохождения фенофаз, от - до	Продолжительность интервала, дней
От весеннего отрастания до бутонизации	28.04 – 14.05	17
От бутонизации до цветения	15.05 – 21.05	7
От цветения до образования плодов	22.05 – 13.06	23
От образования плодов до созревания плодов	14.06 – 25.08	74
От созревания плодов до конца вегетации	26.08 – 15.09	21

Таблица 8. Степень развития надземной части растений ландыша майского (четвёртый год вегетации, фенофаза – цветение)

Параметры	Популяции	
	из природы	сортовой
Средняя высота побега (вместе с листом), см	25,6±0,8	22,1±0,7
Средняя масса надземного побега (сырая), г	3,98±0,35	3,47±0,17
Среднее количество побегов с 1 листом, %	4	0
Среднее количество побегов с 2 листьями, %	80	65
Среднее количество побегов с 3 листьями, %	16	35
Средняя площадь листьев на побеге, см ²	181,9	169,7

Разница между массой побега, его высотой и площадью листьев у растений природного и сортового ландыша была небольшая.

Большинство растений подмосковной популяции имели 2 листа – 80%, встречались особи с 1 и 3 листьями; количество однолистных особей снизилось почти в 4 раза. У ландыша майского сорта Берлинский двулистных особей было 65%, побегов с 3 листьями – 35%, однолистных растений не отмечено.

В конце вегетации у растений ландыша майского были изучены подземные части в объёме почвы 0,25 м³.

Подземные органы были развиты значительно лучше у ландыша сорта 'Берлинский': в изученном объёме почвы обнаружено 264 корневища, общей длиной – 22,06 м; а у растений из природной популяции ландыша майского – 140 корневищ, общей длиной 12,70 м.

Выводы

Максимальная энергия размножения отмечена у ландыша сорта Берлинский: густота стояния побегов на единицу площади за четыре года наблюдений у него увеличилась в 6,7 раза, а у растений из природной популяции – в 4,3. Также и развитие подземных органов у трех- и четырехлетних растений сортового ландыша было выражено значительно лучше, чем у растений из природной популяции.

Фенологические наблюдения показали, что в первый год вегетации нет различий в датах наступления фенологических фаз у дикого и сортового ландыша, в дальнейшем было отмечено чуть более замедленное развитие ландыша сорта Берлинский. Но на четвёртый год жизни цветение, плодоношение и конец вегетации растений двух изученных популяций наступил приблизительно одновременно. Только весной сортовой ландыш начал отрастать на 3 дня позже природного, и общая продолжительность вегетационного периода ландыша сорта Берлинский составила 139 дней, а растений из подмосковной популяции – 142 дня.

У сортового ландыша отмечено большее количество цветущих особей. В наших опытах процент побегов, образовавших соцветие, с возрастом увеличивался, только двулетние растения (при вегетационном размножении) совсем не цветут, так как у них не успевают заложиться цветочные почки.

Большинство растений подмосковной популяции имели 2 листа, но встречались особи с 1 и 3 листьями. У ландыша майского сорта Берлинский отмечено максимальное количество побегов с 3 листьями, при этом у них отсутствовали однолистные особи.

Результаты биоизмерений надземной части ландыша майского показали, что масса побега, его высота и площадь листьев с возрастом увеличились; у четырехлетних растений ландыша сорта Берлинский масса надземного

побега достигла величины массы побега на многолетних насаждениях этого ландыша. Изученные биометрические показатели были несколько выше у растений из природной популяции, по сравнению с ландышем сорта Берлинский (в фенофазу цветения).

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

Список литературы

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР, М., 1976, с. 256.
2. Крылова И.Л. Ландыш майский. // Биологическая флора Московской области. М.: Изд-во МГУ, 1974, Вып. 1. С. 21-33.
3. Горбунов Ю.Н., Волкова О.Д., Климакин Г.И. и др.. Изучение в условиях культуры видов и популяций ландыша разной экологии. // Экологические системы и приборы, 2016. № 4, С. 14-21.
4. Волкова О.Д., Макарова Н.В. К интродукции ландыша майского (*Covallaria majalis* L.) как лекарственного растения. // Молодые учёные и фармация XXI века. Сб. научных трудов пятой научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых. Москва. 2017. С. 264-266.
5. Дайнеко Н.М., Чикунова К.А. Сроки наступления фенофаз ценопопуляции ландыша майского (*Covallaria majalis*, произрастающих в естественных экосистемах. // Вопросы науки и образования. 2018. № 7 (19). С. 21-22.
6. Фёдорова С.В. Сезонный ритм развития полицен-трических систем в ценопопуляции (*Covallaria majalis* L.) (Convallariaceae). // Бюл. Ботан. сада-института ДВО РАН. 2015. № 14. С. 11-27.
7. The Influence of shoot harvesting on the age structure of (*Covallaria majalis* L.). populations.// Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 2003. Vol. 72, № 1. Pp. 53-59.
8. Kosiński I. Content of cardenolide glycosides in *Convallaria majalis* L. from populations disturbed and not disturbed by cutting.// Pol.Ecol.Stud. 1996. 22:17-28.
9. Kosiński I. The influence of shoot harvesting on the size and fecundity of *Convallaria majalis* L. Acta Soc. Bot. Pol. 2001. 70: 303-312.

10. Falińska K., Yromska-Rudzka H. Struktura wiekowa populacji. // Populacje rolinizwierz't. Warszawa: PWN, 1986. Pp. 78-110.

References

1. Atlas of areas and resources of medicinal plants of the USSR, M., 1976, p. 256.
2. Krylova I.L. May lily of the valley. In the book: Biological flora of the Moscow region. M.: Publishing House of Moscow State University, 1974, Vol. 1. Pp. 21-33.
3. Gorbunov Yu.N., Volkova O.D., Klimakhin G.I. et al. The study in the conditions of culture of species and populations of lily of the valley of different ecology. // Ecological systems and devices". 2016, No. 4. Pp. 14-21.
4. Volkova O.D., Makarova N.V. Introduced May lily of the valley (*Covallaria majalis* L.) as a medicinal plant. In the collection:// Young scientists and pharmacy of the 21st century, a collection of scientific papers of the fifth scientific and practical conference of graduate students and young scientists. 2017. Pp. 264-266.
5. Daineko N.M., Chikunova K.A. The timing of the onset of phenophasic coenopopulation of May lily of the valley (*Covallaria majalis* L.), growing in natural ecosystems. // Questions of science and education. 2018.No 7 (19). Pp. 21-22.
6. Fedorova S.V. The seasonal rhythm of the development of polycentric systems in cenopopulation (*Covallaria majalis* L.) (Convallariaceae). // Bul. Botan. Garden -Institute of the Far Eastern Branch RAS. 2015. No. 14. Pp. 11-27.
7. The Influence of shoot harvesting on the age structure of (*Covallaria majalis* L.). populations.// Acta Societatis Botanicorum Poloniae. 2003. Vol. 72, № 1. Pp. 53-59.
8. Kosiński I. Content of cardenolide glycosides in *Convallaria majalis* L. from populations disturbed and not disturbed by cutting.// Pol. Ecol. Stud. 1996. 22:17-28
9. Kosiński I. The influence of shoot harvesting on the size and fecundity of *Convallaria majalis* L. Acta Soc. Bot. Pol. 2001. Vol.70, Pp. 303-312
10. Falińska K., Yromska-Rudzka H. Struktura wiekowa populacji. // Populacje rolinizwierz't. Warszawa: PWN, 1986. Pp. 78-110

Информация об авторах

Хоциалова Лидия Игоревна, канд.биол.наук, н. с.
Евтюхова Анастасия Владимировна, м.н.с.
Волкова Ольга Дмитриевна, м.н.с.
E-mail: gbs.aevtyukhova@mail.ru

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

Information about the authors

Hotsialova Lilia Igorevna, Cand.Sci.Biol., Researcher
Evtyukhova Anastasia Vladimirovna, Junior Researcher
Volkova Olga Dmitrievna, Junior Researcher
E-mail: gbs:aevtyukhova@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences, Moscow
127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

В.В. Кондратьева

канд. биол. наук, ст. н. с.

Т.В. Воронкова

канд. биол. наук, ст. н. с.

О.В. Шелепова

канд. биол. наук, ст. н. с.

М.В. Семенова

канд. биол. наук, н. с.

Л.С. Олехнович

мл. н. с.

О.Л. Енина

инженер

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Главный ботанический сад

им. Н.В. Цицина РАН

Л.Г. Серая

канд. биол. наук, ст. н. с.

И.Н. Калембет

мл. н. с.

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Всероссийский научно-
исследовательский институт фитопатологии

Действие узкополосного спектра фотосинтетически активной радиации на рост и развитие тюльпанов при зимней выгонке

Изучали влияние досветки светодиодными панелями на сроки цветения, качество цветков и продолжительность сохранения их декоративных качеств в срезке у тюльпанов из класса Триумф, сорт Strong Gold. В зимний период в умеренных широтах продолжительность светового дня недостаточна для формирования полноценных генеративных побегов. Необходима досветка до 14-16 часов в сутки. Используя светодиодные панели можно не только продлить световой период, но и изменить качественный состав света. В нашем опыте при восьмичасовой досветке использовали белый свет (II вар.); панель в сочетании синий - 25%; красный - 59%; УФ - 8%; ИК - 8% (III вар.); панели с синим 30% и красным 70% светом (IV вар.) и естественный свет в качестве контроля (I вар.). В итоге опыта установлено, что растения досвеченные светодиодными панелями (III и IV вар.) зацвели раньше, их биометрические и анатомические характеристики указывают на лучшее развитие генеративных побегов по сравнению с контролем и досветкой белым светом (II вар.), а срезанные растения дольше сохраняют хорошие декоративные качества.

Ключевые слова: тюльпаны, дополнительное освещение, синий свет, красный свет, светодиодные панели, срезанные цветы.

V.V. Kondrat'eva

Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

T.V. Voronkova

Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

O.V. Shelepova

Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

M.V. Semenova

Researcher

L.S. Olechnovich

Junior Researcher

O.L. Enina

Engineer

Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of
Sciences

L.G. Seraya

Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

I.N. Kalemбет

Junior Researcher

Scientific institution «All-russian research institute
of phytopathology»

Effect of the narrow-band spectrum of photosynthetically active radiation on the growth and development of tulips during winter forcing

The influence of the board with LED panels on the time of flowering, the quality of flowers and the duration of preservation of their decorative qualities in the cut of tulips from the class Triumph, class Strong Gold were studied. In winter, in temperate latitudes, the duration of the light day is insufficient to form full-fledged generative escapes. It is necessary to board up to 14-16 hours a day. Using LED panels, you can not only extend the light period, but also change the quality composition of the light. In our experience, white light (II var) was used at the eight-hour board; Panel in combination blue - 25%; Red - 59%; UV - 8%; IR - 8% (III var); Panels with blue 30% and red 70% light (IV var.) and natural light as control (I var.). As a result of the experience, it has been found that plants covered with LED panels (III and IV var.) have grown earlier, their biometric and anatomical characteristics indicate better development of generative shoots compared to control and plating with white light (II var.), and cut plants retain good decorative qualities longer.

Keywords: tulips, additional lighting, blue light, red light, LED panels, cut flowers.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1034

В настоящее время для выращивания растений в защищенном грунте широко используются светодиодные панели. Преимущество их применения в тепличном хозяйстве определяется экологичностью, энергосбережением, долговечностью, а также способностью быстро изменять соотношения спектров освещения.

Воздействие света является основным фактором роста и развития для большинства растений. Интенсивность, продолжительность и качественный состав света влияют на целый ряд метаболических процессов в тканях растений, определяют сроки роста, развития и цветения генеративных побегов [1, 2]. Спектральный состав света особенно важен для нормального развития растения [3] и его изменение существенно влияет на весь жизненный цикл растения, активирование его адаптационного потенциала и защитных реакций [4]. Основную роль в фотоморфогенезе играет свет красной и синей полос спектра. Красный свет (600-650 нм) воспринимается растением через фоторецепторы фитохромы, а синий (400-470 нм) – через криптохромы [5]. Красный свет (600-650 нм) способствует синтезу хлорофилла и каротиноидов, активирует ферменты углеводного метаболизма. Преобладание синего цвета (400-470 нм) ингибирует вытягивание стебля, стимулирует рост листьев, развитие и пигментацию цветков [6]. Положительное воздействие на рост, фотосинтез, окраску цветков и общую декоративность бегонии, петунии, пеларгонии оказала досветка совместным красным и синим светом от диодных панелей в сочетании с естественным светом [7].

Одним из наиболее популярных декоративных растений, выращиваемых круглый год в теплице, являются тюльпаны. Их часто выращивают без дополнительного освещения, но при недостатке света цветки и листья имеют бледную окраску, часто теряют сортовые особенности, что снижает их декоративность и товарную стоимость. Установлено, что минимальная освещенность, при которой зацветают тюльпаны, 900 лк. В срадных широтах в зимнее время такая освещенность может быть достигнута только дополнительной досветкой и продлением светового дня до 14-16 часов. Известно, что на тюльпанах паразитирует около 60 видов возбудителей грибных, бактериальных и вирусных болезней, поражающих луковицы [8]. Для

их нейтрализации используется целый спектр химических препаратов. Но наряду с этим установлено, что красный, дальний красный, ультрафиолетовый свет также способствуют подавлению патогенов [9, 10]. Использование светодиодных панелей может не только продлить световой период, и изменить качественный состав досветки, но и стать экологически чистым способом борьбы с инфекцией.

Исследование по монохромному освещению луковичных растений указывает, что свет определенной длины волны может вызывать как положительные, так и не желательные для декоративности изменения. Так, при освещении тюльпанов и нарциссов синим светом укреплялся их стебель и листья, цветки становились более яркими, но при этом задерживалось цветение почти на неделю, цветонос был коротким [11]. Под действием красного света происходило вытягивание цветоносов, но наряду с этим красный свет ингибировал развитие грибковой инфекции [9]. У гиацинта под синим светом формировался укороченный цветонос с нераскрывшимися цветками [12]. Неоднозначное воздействие света с различной длиной волны на морфологию, цветение, углеводный статус тканей лукович, содержание антоциана в тканях цветка тюльпана отмечено в работах Amini с сотрудниками [13]. Сочетание красных и синих спектров ранее уже использовали при выгонке тюльпанов и гиацинтов [14]. В наших работах мы сочли целесообразным также использовать сочетание синего и красного света от светодиодных панелей при зимней выгонке тюльпанов [15]. Целью представленной работы является изучение действия досветки естественного освещения узкоспектральным светом (красным, синим, УФ, ИК, белым) от светодиодных панелей на сроки цветения, улучшение качества цветков при зимней выгонке и продолжительность сохранения декоративных качеств тюльпанов в срезке.

Материалы и методы

Эксперимент проведен в Лаборатории физиологии и иммунитета растений Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия в течение двух лет (2018-2019гг).

Объектом исследования были тюльпаны из класса Триумф сорт Strong Gold. Выгонку тюльпанов проводили в контролируемых условиях в поликарбонатной теплице по стандартной 9-ти градусной технологии: посадка и начало охлаждения – конец октября, срезка растений – начало марта. В эксперименте использовали луковицы не менее 12 см в окружности. Их помещали по 30 штук в полипропиленовые ящики с торфо-песчаной смесью (70:30), толщина субстрата 5 см. После посадки полностью засыпали луковицы той же смесью и проливали водой до 60% полевой влагоемкости.

Растения помещали в боксы теплицы с контролируемыми условиями: к естественному свету добавляли белый (370-670 нм), красный (630-660 нм), синий (440-460 нм), инфракрасный (730 нм) и ультрафиолетовый (360 нм) свет в разных сочетаниях. Средняя температура в течение опыта была 16-18°C, относительная влажность воздуха 65-75 %. В качестве источника света были светодиодные лампы модели E27 Sind 57-30 (par 50W, 220 V). Их размещали на высоте 80 см от верхнего края ящиков, плотность потока фотонов 180 мкмоль/м².сек. Досветку проводили с середины января в течение шести недель по 8 часов ежедневно (4 часа перед восходом солнца и 4 часа после захода).

Варианты опыта:

1. Растения с естественным освещением без досветки
2. Растения с естественным освещением и 8 часов досветки белым светом.
3. Растения с естественным освещением и 8 часов досветки светодиодной панелью с соотношением: синий свет 25%, красный - 59%, инфракрасный - 8%, ультрафиолетовый - 8%.
4. Растения с естественным освещением, и 8 часов досветки панелью с синим (30%) и красным (70%) светом.

Световой период с учетом досветки во II, III и IV вариантах составил 16 часов. Каждый вариант в трех повторностях.

После окончания досветки генеративные побеги срезают. Измеряли массу и длину первого листа, массу побега, его длину, длину бутона. Проводили анатомические исследования: определяли толщину коры стебля и число проводящих пучков на поперечном срезе стебля над третьим листом. Во второй год опыта было добавлено изучение последствий досветки на сохранение декоративных качеств срезанных побегов. Половину растений каждого варианта помещали в сосуды с дистиллированной водой (250 мл) в бокс с естественным освещением, t 18-20 °C, влажность 70% на пять дней. В конце этого срока определяли изменение массы побега, длины цветка в процентах к исходному, и процент цветков с хорошими декоративными качествами (упругие, ярко окрашенные лепестки и листья без признаков инфильтрации и инфекции).

Вторую половину срезанных генеративных побегов из каждого варианта упаковывали в фильтровальную бумагу и помещали на хранение в камеру с t +5°C на десять дней в темноте. После окончания этого срока у растений обновляли срез и на пять дней помещали в сосуды с дистиллированной водой. Через пять дней проводили те же измерения, что и у срезанных генеративных побегов без хранения. При статистической обработке результатов опыта применяли программу Exel 2010 и Past v. 3.0. Определяли средние значения изучаемых показателей (M), стандартные ошибки среднего (\pm SEM) и доверительный интервал при 95 % доверительном уровне ($t_{0.05} \times$ SEM). Различия между вариантами были достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

После окончания периода досветки генеративные побеги тюльпанов, которые росли при естественном освещении на 80% имели зеленые бутоны, а у растений с досветкой во II, III и IV вариантах отмечено 100% слабое окрашивание бутонов. В ряде работ также отмечалось ускоренное цветение как декоративных, так и ягодных культур в теплицах под воздействием синего и красного света [16, 17, 12]. В нашем опыте биометрические и анатомические показатели указывают на лучшее развитие генеративных побегов в вариантах с досветкой узкоспектральным светом (III и IV). После шестинедельного дополнительного воздействия синим и красным светом масса побега увеличивалась на 12% (III вар.) и 28,6% (IV вар.) по сравнению с массой генеративного побега выросшего при естественном освещении. Длина побега во II, III и IV вариантах возросла на 12,3%, 17% и 11,7% соответственно (табл. 1). Увеличение сырого веса побегов тюльпанов также выращиваемых при узкоспектральном свете (красном или синим) отмечено в работе Amiri с сотрудниками [13]. Быстрый рост побега хризантем, тюльпанов, рассады петунии и ипомеи при воздействии синего и красного света отражен в ряде работ [18, 19]. Аналогичные результаты были получены и на овощных культурах. Масса и длина побегов салата увеличивались при использовании в теплице досветки синим и в большей степени красным светом [5].

В нашем опыте листья на побегах III и IV вариантов были крупнее на 10% и 13% и превосходили листья контрольных растений по массе. Бутоны отличались большим (на 18-25%) размером, и цветки насыщенностью окраски желтого цвета по сравнению с контролем. Несмотря на более длинный стебель у генеративных побегов во II, III и IV вариантах цветоносы были прямостоячими, полегания у них не выявлено. При анатомическом исследовании установлено, что толщина коры стебля в III и IV вариантах была на 10-26 мкм больше контрольной, а число проводящих пучков с лигнифицированными клетками на 4-10 шт превосходило таковые на срезе стебля побега, выросшего при естественном освещении.

Таблица 1. Биометрические характеристики генеративного побега тюльпана при различных световых режимах за 2 года опыта

Вариант опыта	Первый лист		Масса побега, г	Длина побега, г.	Длина бутона, см	Поперечный срез стебля	
	Длина, см	Масса, г				Толщина коры, мкм	Число проводящих пучков, шт.
2018 г.							
I	22.7±3.3	6.5±1.0	20.1±0.4	27.2±0.1	4.4±0.3	260±30	68±3
II	25.6±0.1	7.1±2.1	21.9±3.4	32.3±2.1	4.7±0.1	225±19	64±4
III	26.4±1.8	7.8±0.9	27.8±1.2	38.1±1.7	5.1±0.3	270±20	76±7
IV	30.0±0.5	8.6±1.3	29.5±1.8	42.0±0.6	5.3±0.3	286±35	78±4
2019 г.							
I	23.0±3.1	6.8±1.3	20.3±5.1	35.0±5.5	4.3±0.7	264±16	70±8
II	23.6±2.9	6.9±1.4	21.1±4.0	37.9±5.9	5.0±0.8	262±19	66±6
III	24.9±1.7	7.4±0.7	22.7±4.1	39.3±6.1	5.1±0.6	267±15	74±7
IV	25.9±1.4	8.0±0.9	26.1±3.9	41.0±4.9	5.4±0.6	284±14	76±6

Таблица 2. Биометрические характеристики срезанных генеративных побегов после 5 дней стояния в воде (данные приведены в % от исходного значения; $P \leq 5\%$)

Световой режим	Масса побега		Размер цветка		Стандартные цветки	
	1	2	1	2	1	2
I	97.1	77.2	104.7	104.5	60	43
II	113.6	95.5	114.0	116.7	80	57
III	122.2	109.9	127.5	115.1	100	70
IV	120.0	122.0	116.8	116.4	100	100

Примечание: 1 – после окончания досветки; 2 – после 10-ти дней холодного хранения

Следует отметить, что на генеративных побегах в вариантах с досветкой узкоспектральным светом не выявлено симптомов грибных заболеваний, тогда как в контрольном и II вариантах были единичные поражения листьев. Биометрические характеристики генеративного побега

тюльпана определяют продолжительность сохранения его высоких декоративных качеств в срезке. После окончания досветки половина срезанных растений из каждого варианта помещали в сосуды с водой. После пяти дней нахождения в воде срезанные тюльпаны существенно

различались в зависимости от варианта по сохранению декоративных качеств (табл. 2).

По мере старения срезанных побегов мембраны их клеток становятся проницаемы для отдельных ионов и небольших молекул, включая воду. В итоге начинается обезвоживание тканей, снижение веса и увядание цветков. Этому процессу способствует накопление в сосудах ксилемы продуктов жизнедеятельности бактерий и грибной инфекции, что в конечном итоге блокирует поступление воды к цветкам и листьям [20, 21]. Для предотвращения развития бактерий и грибной флоры в сосудах срезанных растений используется много химических препаратов не всегда безвредных для окружающей среды. В последнее время появились исследования указывающие на бактерицидное и фунгицидное действие дальнего красного и синего света [10]. В нашем опыте в II, III и IV вариантах масса срезанных генеративных побегов на пятый день нахождения в воде была выше исходной на 13-22%, а в контроле снизилась на 3% (табл. 2). Это отразилось и на качестве цветков. В вариантах с досветкой их размер на 15-27% превосходил исходный, но при досветке белым светом менее 80% цветков соответствовали стандартным требованиям качества, а досвеченные светодиодными панелями – 100%. Выросшие при естественном освещении растения только на 60% сохранили хорошие декоративные качества на пятый день нахождения в воде.

После десяти дней хранения при низких положительных температурах в сохранении декоративных качеств тюльпана также отмечались значительные различия по вариантам. В III и IV вариантах ткани побега не обезвоживались, их масса продолжала возрастать на 10-20% по сравнению с исходной. Растения досвеченные белым светом на 5% снизили водонасыщенность тканей, а масса побегов тюльпанов выращенных при естественном освещении (контроль) снизилась на 23% по сравнению с исходной. В контроле осталось только 43% качественных (стандартных) цветков, в вариантах с досветкой узкоспектральным светом 70-100%. Возможно синий и красный свет оказали фунгицидное и бактерицидное воздействие на патогенную флору в ксилеме генеративных побегов тюльпанов и их последствие сохранилось и на срезанных растениях, что способствовало улучшению декоративных качеств цветков.

Таким образом, использование досветки фотосинтетически активной радиацией с различным спектральным составом света не только способствовало более раннему зацветанию этих растений, увеличению их массы и размеров цветка, но и позволило продлить сохранение декоративных качеств срезанных генеративных побегов как непосредственно после срезки, так и после десятидневного хранения при низкой положительной температуре.

*Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН
(№18-118021490111-5).*

Список литературы (References)

1. Воскресенская Н.П. Фоторегуляционные реакции и активности фотосинтетического аппарата // Физиология растений. 1987. Т. 34. С. 669-684.
1. Voskresenskaya N.P. Fotoregulyacionnye reakcii i aktivnosti fotosinteticheskogo apparata [Photoregulatory reaction and activity of the photosynthetic apparatus] // Fiziologiya rastenij [Plant physiology]. 1987. Vol. 34. Pp. 669-684.
2. Pashkovskiy P.P., Kartashov A.V., Zlobin I.E. et all. Blue light alters miR167 expression and microRNA - targeted auxin response factor genes in Arabidopsis thaliana plants. // Plant Physiol. Biochem. 2016. Vol. 104. Pp. 146-54.
3. Sumitomo K., Tsuji T., Yamagata A. et all. Spectral sensitivity of the extension growth of tulips grown with night lighting under a natural photoperiod. // Jpn. Agri. Res. Q. 2012. Vol. 46. Pp. 95-103.
4. Olle M., Viršilė A. The effect of light emitting diode lighting on greenhouse plant grows and quality// Agricultural and food science. 2013. Vol. 22. Pp. 223-234.
5. Muneer S., Kim E.J., Park J.S., Lee J.H. Influence of green, red and blue light emitting diodes on multiprotein complex proteins and photosynthetic activity under different light intensities in lettuce leaves (Lactuca sativa L.). // Int. Journ. Mol. Sci. 2014. Vol. 15. Pp. 4657-4670.
6. Barro F., De La Haba P., Mandonaldo J.M., Fontes A.G. Effect of light quality on grown contents of carbodrydes protein and nitrate aducates activity in soybean plants. // Journ. Plant Physiology. 1989. Vol. 134(5). Pp. 586-591.
7. Park Y., Runkle E. S. Spectral effects of light-emitting diodes on plant growth, visual color quality, and photosynthetic photon efficacy: White versus blue plus red radiation. // PLOS ONE. 2018. Journal.pone.0202386 August, Vol. 16: Pp. 1-14.
8. Белошапкина О.О., Каштанова Ю.А. Мониторинг болезней тюльпанов в открытом и защищенном грунте. // Russian agricultural science review. 2014. Т.3, №3. С. 49-55.
8. Beloshapkina O.O., Kashtanova YU.A. Monitoring boleznej tyul'panov v otkrytom i zashchishchennom grunte [Monitoring of diseases of tulips in the open and protected ground]. // Russian agrocultural scies review. 2014. Vol.3. Pp. 49-55.
9. Islam S.Z., Honda Y., Sawa Y., Babadoost M. Characterization of antifungal glycoprotein in red light-irradiation broadbean leaflets. // Mycoscience. 2002. Vol. 43, Pp. 431-473.
10. Eguchi T., Hernandez R., Kubota C. Far-red and bluer light synergistically mitigate intumescence injury of tomato plants grown ultraviolet – deficit light environment. // Hort. Sciens. 2016. Vol.51 (6) Pp. 712-719.
11. Woźny A., Jerzy M. Effect of light wavelength on growth and flowering of narcissi forced under short- day and low quantum irradiance conditions. // Journ. Hort. Sci. & Biotechnol. 2007. Vol. 82(6). Pp. 924-928.
12. Śmigieliska M., Jerzy M. Effect of light color on forced hyacinth. // Folia Hort. 2011. Vol. 23 (1). Pp. 15-19.

13. Amiri A., Kafi M., Kalate-Jari S., Matiniazadeh M. Tulip response to different light sources. // Journ. Animal & Plant Sciences. 2018. Vol. 28(2). Pp. 539-545.

14. Gude H., Dijkema M. The role of light quality in the forcing of tulips and hyacinths and in the propagation of hyacinth bulbs. // Acta Hort. 1992. Vol. 305. Pp. 111-112.

15. Шелепова О.В., Кондратьева В.В., Калембет И.Н., и др. Использование узкополосного спектра фотосинтетически активной радиации при выгонке тюльпанов и их защите от болезней // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32(9). С. 70-74.

15. Shelepova O.V., Kondrat'eva V.V., Kalemblet I.N. et al. Ispol'zovanie uzkopolosnogo spektra fotosinteticheskoi aktivnoy radiatsii pri vygonke tyul'panov i ih zashchite ot boleznej [The use of the narrowband spectrum of the photosynthetic active radiation when forcing tulips and protect them from disease] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Advances in science and technology AIC]. 2018. Vol. 32 (9). Pp. 70-74.

16. Gautam P., Terfa M.T., Olsen J.E., Torre S. Red and blue light effects on morphology and flowering of *Petunia* × *hybrida*. // Sci. Hort. 2015. Vol. 184. Pp. 171-178.

17. Yoshida H., Hikosaka S., Goto E. et al. Effects of light quality and light period of flowering ever bearing strawberry in a closed plant production system. // Acta. Hort. 2012. Vol. 956. Pp. 107-112.

18. Akbarian B., Matloobi M., Mahna N. Effects of LED light on seed emergence and seedling quality of four bedding flowers. // Journ. Ornament. Plant. 2016. Vol. 6. Pp. 115-123.

19. Jeong S.W., Hogewoning S.W., Ieperen W. Responses of supplemental blue light on flowering and stem extension growth of cut chrysanthemum. // Sci. Hort. 2014. Vol. 165. Pp. 69-74.

20. Macnish A.J., Leonard R.T., Nell T.A. Treatment with chlorine dioxide extends the vase life of selected cut flowers. // Postharvest Biol. Technol. 2008. Vol. 50. Pp. 197-207.

21. Mayak S., Halevy H. Flower senescence. // Senescence in plants. Boca Raton, Florida, USA. 1980. Pp. 131-156.

Информация об авторах

Кондратьева В.В., канд. биол. наук, ст. н. с.

Воронкова Т.В., канд. биол. наук, ст. н. с.

Шелепова О.В., канд. биол. наук, ст. н. с.

Семенова М.В., канд. биол. наук, н. с.

Олехнович Л.С., мл. н. с.

Енина О.Л., инженер

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

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

Серая Л.Г., канд. биол. наук, ст. н. с.

Калембет И.Н., мл. н. с.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии

143050, Российская Федерация, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, владение 5

Information about the authors

Kondrat'eva V.V., Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

Voronkova T.V., Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

Shelepova O.V., Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

Semenova M.V., Researcher

Olechnovich L.S., Junior Researcher

Enina O.L., Engineer

Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences

127276 Russian Federation. Moscow, Botanicheskaya Str. 4

Seraya L.G., Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

Calembebet I.N., Junior Researcher

Scientific institution «All-Russian research institute of phytopathology»

143050. Russian Federation, Moscow Region, Odintsovo district, Bolshye Vyazemy, str. Institute, building 5

А.А. Ярошук

аспирант, мл. н. с.

E-mail: alrikdorey@mail.ru

Государственное научное учреждение Цент-
тральный ботанический сад НАН Беларуси,
Минск

Влияние удобрений на содержание фотосинтезирующих пигментов в ассимилирующих органах голубики на рекультивируемом участке торфяно-го месторождения в Беларуси

Приведены результаты сравнительного исследования в опытной культуре на рекультивируемом участке выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения верхового типа на севере Беларуси влияния полного минерального и отечественных микробных удобрений МаКлоР, АгроМик и Бактопин на состояние пигментного фонда хлоропластов ассимилирующих органов *V. angustifolium* и сортов *V. corymbosum* Northblue и Northcountry. Установлена его существенная трансформация, имевшая наиболее выраженный характер у сорта Northblue. При этом у *V. angustifolium* незначительное стимулирующее действие на накопление пигментов оказывало только внесение Бактопина, АгроМика и особенно 50%-ного МаКлоРа. Наиболее эффективным в плане активизации биосинтеза фотосинтезирующих пигментов для сорта Northcountry было внесение 10%-ного МаКлоРа и $N_{16}P_{16}K_{16}$. Все остальные агроприемы, особенно применение 50%-ного МаКлоРа, способствовали обеднению пигментного фонда его ассимилирующих органов на 149-270%, по сравнению с контролем. Для сорта Northblue показано максимальное в эксперименте стимулирующее действие на биосинтез фотосинтезирующих пигментов всех без исключения испытываемых агроприемов, особенно внесения $N_{16}P_{16}K_{16}$ при расхождении степени их максимального и минимального позитивного влияния в 6,7 раза. При этом в ряду микробных удобрений наиболее эффективным было использование препарата МаКлоР, тогда как наименее результативным - внесение АгроМика и Бактопина.

Ключевые слова: ассимилирующие органы, хлорофилл, β -каротин, ксантофиллы, минеральные и микробные удобрения, голубика.

A.A. Yaroshuk

PhD student, Junior Researcher

E-mail: alrikdorey@mail.ru

State Institution for Science Central Botanical
Garden NAS of Belarus, Minsk

Influence of fertilizers on the content photosynthesis pigments in assimilating organs of blueberries on a reclaimed site left a commercial operation of peat deposits horse type in Belarus

The results of a comparative study in an experimental culture on a reclaimed site of a top-type peat deposit in north of Belarus, the influence of the complete mineral and domestic microbial fertilizers MaKloR, AgroMik and Bactopin on the state of the pigment fund of chloroplasts of assimilating organs *V. angustifolium* and varieties *V. corymbosum* Northblue. It's significant transformation, which had the most pronounced character in the Northblue variety, was established. At the same time, in *V. angustifolium*, insignificant stimulating effect on the accumulation of pigments was exerted only by the introduction of Bactopin, AgroMik, and especially 50 % MaKloR. The most effective in terms of enhancing the biosynthesis of photosynthetic pigments for the Northcountry variety was the introduction of 10 % MaKloR and $N_{16}P_{16}K_{16}$. All other agricultural methods, especially the use of 50 % MaKloR, contributed to the depletion of the pigment fund of assimilating organs by 149-270 %, compared with the control. For the Northblue variety, the experimentally stimulating effect on the photosynthetic pigment biosynthesis of all agroreceptions tested without exception, especially the application of $N_{16}P_{16}K_{16}$ was shown, with a difference of 6,7 times the degree of their maximum and minimum positive influence. At the same time, in the range of microbial fertilizers, the most effective was the use of the drug MaKlor, while the least effective was the use of AgroMik and Bactopin.

Keywords: assimilating organs, chlorophyll, β -carotene, xanthophylls, mineral and microbial fertilizers, blueberries.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1035

Введение

Одним из наиболее эффективных приемов возвращения в хозяйственный оборот земель, нарушенных добычей торфа, является их фиторекультивация на основе создания локальных агроценозов ягодных растений сем. Ericaceae,

в том числе чрезвычайно популярных у населения Беларуси интродуцентов из рода *Vaccinium* – *V. corymbosum* L. и *V. angustifolium* L. Вместе с тем, как показал практический опыт, повышение плодородия выработанных торфяных месторождений с помощью средств химизации недостаточно эффективно. Это обусловлено значительными

затратами на приобретение и внесение дорогостоящих минеральных удобрений, что увеличивает себестоимость конечной продукции и приводит к загрязнению окружающей среды токсичными соединениями. В соответствии с принятым в ноябре 2018 г. в Республике Беларусь Законом «О производстве и обращении органической продукции», существенно ужесточаются требования к качеству экологически чистой растениеводческой продукции, при производстве которой запрещено использование любых химических средств, в том числе минеральных удобрений.

Наиболее перспективным агротехническим приемом при выращивании голубики на рекультивируемых землях представляется использование растительно-микробных ассоциаций, способствующих активизации микробиологических и биохимических процессов в малоплодородном и сильноокислом остаточном слое торфяной залежи. При этом будет обеспечено не только введение их в органическое земледелие, но и получение экологически чистой, экспортоориентированной высоковитаминной ягодной продукции.

Важнейшим критерием ответной реакции культивируемых растений на испытываемые агроприемы, является характер изменений в пигментном комплексе пластид ассимилирующих органов. Скрининговыми исследованиями ряда авторов выявлено стимулирующее действие физиологически активных веществ и минеральных удобрений на продукционные процессы и накопление хлорофилла в листьях овощных и зерновых культур, способствующее повышению интенсивности фотосинтеза [1-3]. Следует отметить, что исследования влияния удобрений на фотосинтетический аппарат растений голубики крайне малочисленны [4]. В этой связи представляется весьма актуальным и своевременным сравнительное исследование в опытной культуре влияния традиционно применяемого полного минерального и отечественных микробных удобрений на состояние пигментного фонда ассимилирующих органов растений голубики.

Объекты и методы исследований

Полевые исследования выполнены на рекультивируемом участке выбывшего из промышленной эксплуатации торфяного месторождения верхового типа в Докшицком р-не Витебской обл. в 2018 г., характеризовавшегося преимущественно аномально жаркой погодой с превышением на 18-76% среднесезонных температурных показателей при существенном дефиците атмосферных осадков, на 5-летних растениях *V. angustifolium* L. и сортов *V. corymbosum* L. Northcountry и Northblue в рамках полевого эксперимента с 6-вариантной схемой, предусматривавшей двукратное за сезон (в мае и июне) луночное внесение испытываемых удобрений:

1. – контроль, без внесения удобрений;

2 – внесение 0,5 л / растение 10%-ного раствора жидкого удобрения МаКлоР из расчета 100 г на 10 л рабочего раствора, или 5,5 г на 1 растение;

3 – внесение 0,5 л / растение 50%-ного раствора жидкого удобрения МаКлоР;

4 – внесение 0,5 л / растение жидкого препарата АгроМик;

5 внесение 0,5 л / растение жидкого препарата Бактопин из расчета 100 г на 10 л рабочего раствора, или 5,5 г на 1 растение;

6 – внесение NPK 16:16:16 кг/га д.в., или 5 г на 1 растение.

Повторность опыта - трехкратная, в каждом варианте высажено по 18 растений голубики.

С целью установления влияния минеральных и микробных удобрений на основные характеристики пигментного фонда ассимилирующих органов растений голубики в было осуществлено повариантное определение в рамках полевого эксперимента содержания хлорофиллов *a* и *b* по методу Т.Н. Годнева [5, 6], β -каротина и суммы каротиноидов – по ГОСТ 8756.22-80 [7] в листьях, отобранных со срединной части генеративных побегов (ветвления) прироста текущего года. Все аналитические определения выполнены в трехкратной повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение

Как следует из таблицы 1, содержание и зеленых, и желтых пластидных пигментов в ассимилирующих органах *V. angustifolium* варьировало в рамках полевого эксперимента преимущественно в области более высоких, нежели у сортов *V. corymbosum*, значений. Если в первом случае суммарное содержание хлорофиллов в сухой массе листьев изменялось в диапазоне 262,5-363,9 мг/100 г, в том числе хлорофилла *a* – 181,6-257,4 мг/100 г, хлорофилла *b* – 80,9-106,6 мг/100 г, то аналогичные диапазоны варьирования данных показателей в листьях сорта Northcountry составляли соответственно 144,7-356,4; 104,0-247,3 и 40,6-109,2 мг/100 г, сорта Northblue - 158,3-349,3; 111,1-240,5 и 47,2-108,8 мг/100 г. Близкая к этой картина наблюдалась и в каротиноидном комплексе ассимилирующих органов голубики. Так, если суммарное содержание желтых пигментов в сухом веществе листовой ткани *V. angustifolium* изменялось в рамках эксперимента от 57,9 до 80,8 мг/100 г, в том числе β - каротина – от 16,4 до 32,4 мг/100 г, ксантофиллов – от 37,7 до 64,4 мг/100 г, то аналогичные диапазоны варьирования данных показателей в листьях сорта Northcountry составляли соответственно 35,5-73,1; 4,6-23,9 и 14,7-49,3 мг/100 г, сорта Northblue - 38,5-71,1; 10,3-22,6 и 28,2-49,2 мг/100 г. В то же время производные характеристики пигментного фонда пластид - соотношения количества хлорофиллов *a* и *b*, хлорофиллов и каротиноидов у испытанных таксонов голубики варьировали в достаточно близких диапазонах, соответствовавших значениям 2,2-2,8 и 3,6-4,9. Что касается соотношения количества β -каротина и ксантофиллов, то диапазоны его варьирования у *V. angustifolium* и сорта Northblue были сопоставимы и составляли соответственно 0,25-0,73 и 0,31-0,75, тогда как у сорта Northcountry

Таблица 1. Содержание фотосинтезирующих пигментов (мг на 100 г сухой массы) в ассимилирующих органах растений голубики в период активной вегетации в вариантах полевого опыта

Вариант опыта	<i>V. angustifolium</i>									
	Хлорофиллы									
	a		b		a+b		a/b			
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
1	227,6±0,7		94,2±0,7		321,8±1,5		2,4±0,1		2,4±0,1	
2	181,6±0,5	-51,2*	80,9±1,4	-8,5*	262,5±0,9	-34,0*	2,2±0,1		2,2±0,1	-3,7*
3	257,4±0,5	34,0*	106,6±0,9	10,4*	363,9±1,3	21,3*	2,4±0		2,4±0	-0,1
4	237,4±0,4	11,9*	99,6±0,4	6,5*	337,0±0,7	9,2*	2,4±0,1		2,4±0,1	-0,6
5	239,5±0,1	15,9*	106,1±1,1	9,1*	345,6±1,1	12,8*	2,3±0		2,3±0	-6,3*
6	209,9±1,4	-11,2*	83,5±1,6	-6,0*	293,3±3,0	-8,5*	2,5±0		2,5±0	2,9*
Хлорофиллы/Каротиноиды										
	Каротиноиды				В-каротин/ксантоф.				Хлорофиллы/Каротиноиды	
	сумма	В-каротин	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
1	76,4±0,3	25,7±0,3	25,7±0,3		50,7±0,1		0,51±0,01		4,2±0,1	
2	57,9±0,2	-52,4*	20,2±0,1	-16,2*	37,7±0,3	-45,9*	0,54±0,01	3,0*	4,5±0,1	8,5*
3	80,8±0,4	8,9*	16,4±0,2	-27,2*	64,4±0,3	50,2*	0,25±0,01	-39,0*	4,5±0,1	6,0*
4	77,2±0,1	2,3	32,4±0,2	19,4*	44,7±0,3	-19,6*	0,73±0,01	20,6*	4,4±0,1	4,0*
5	77,5±0,1	2,5	16,7±0,4	-17,7*	60,8±0,3	31,7*	0,28±0,01	-22,9*	4,5±0,1	5,7*
6	68,7±0,2	-20,9*	20,1±0,4	-10,9*	48,6±0,7	-3,2*	0,41±0,01	-6,1*	4,3±0,1	0,9
Сорт Northcountry										
	Хлорофиллы									
	a		b		a+b		a/b			
	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t	$\bar{x} \pm s_x$	t
1	180,8±0,4		73,2±0,3		253,9±0,4		2,5±0		2,5±0	
2	208,4±0,3	56,4*	77,2±0,6	5,6*	285,5±0,9	31,1*	2,7±0		2,7±0	9,9*
3	104,0±0,4	-134,8*	40,7±0,1	-93,2*	144,7±0,5	-176,8*	2,6±0		2,6±0	4,4*
4	137,1±1,1	-37,3*	53,6±0,7	-24,3*	190,7±1,8	-33,6*	2,6±0		2,6±0	4,4*
5	112,3±0,3	-155,7*	40,6±0,6	-45,4*	152,9±0,6	-139,5*	2,8±0		2,8±0	6,3*
6	247,3±1,1	56,6*	109,2±0,7	48,1*	356,4±1,6	62,2*	2,3±0		2,3±0	-11,5*
Каротиноиды										

	сумма		в-каротин		ксантофиллы		в-каротин/ксантоф.		Хлорофиллы/Каротиноиды	
	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>
1	60,0±0,5		20,4±0,3		39,6±0,3		0,51±0,01		4,2±0,1	
2	67,2±0,2	14,2*	20,9±0,1	1,8	46,3±0,1	19,1*	0,45±0,01	-8,3*	4,2±0,1	0,5
3	35,5±0,2	-47,0*	4,6±0,1	-61,3*	30,9±0,2	-22,1*	0,15±0,01	-53,8*	4,1±0,1	-4,9*
4	46,1±0,2	-26,4*	14,1±0,3	-17,5*	32,0±0,1	-22,0*	0,44±0,01	-6,9*	4,1±0,1	-2,8*
5	42,0±0,4	-29,7*	13,0±0,2	-24,3*	29,0±0,3	-23,2*	0,45±0,01	-6,8*	3,6±0,1	-12,3*
6	73,1±0,3	23,3*	23,9±0,3	8,6*	49,3±0,4	19,5*	0,49±0,01	-2,6	4,9±0,1	14,1*
Сорт Northblue										
	сумма		в-каротин		ксантофиллы		в-каротин/ксантоф.		Хлорофиллы/Каротиноиды	
	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>
1	111,1±0,4		47,2±0,8		158,3±1,2		2,4±0		2,4±0	
2	194,0±1,5	55,0*	82,1±1,0	27,1*	276,1±2,4	43,5*	2,4±0		2,4±0	0,3
3	167,4±0,1	140,5*	68,2±0,1	25,1*	235,5±0,1	64,6*	2,5±0		2,5±0	3,0*
4	127,3±0,1	40,8*	53,6±0,1	7,6*	180,8±0,1	18,9*	2,4±0		2,4±0	0,7
5	133,9±0,3	47,6*	55,7±0,6	8,4*	189,6±0,9	21,3*	2,4±0		2,4±0	1,3
6	240,5±1,4	90,0*	108,8±0,9	48,8*	349,3±2,3	74,2*	2,2±0		2,2±0	-4,1*
Каротиноиды										
	сумма		в-каротин		ксантофиллы		в-каротин/ксантоф.		Хлорофиллы/Каротиноиды	
	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>	$\bar{x} \pm s_x$	<i>t</i>
1	38,5±0,3		10,3±0,1		28,2±0,4		0,37±0,01		4,1±0,1	
2	57,4±0,4	40,1*	13,5±0	25,4*	44,0±0,4	28,9*	0,31±0,01	-6,2*	4,8±0,1	10,5*
3	53,0±0,6	20,7*	22,6±0,2	63,3*	30,3±0,6	2,9*	0,75±0,03	14,1*	4,4±0,1	5,7*
4	46,0±0,1	24,4*	11,5±0,1	6,1*	34,5±0,3	13,5*	0,33±0,01	-3,0*	3,9±0,1	-7,6*
5	44,7±0,2	19,7*	10,8±0,1	3,0*	33,9±0,2	13,1*	0,32±0,01	-4,8*	4,2±0	4,5*
6	71,1±0,4	63,1*	21,9±0,4	27,8*	49,2±0,8	23,0*	0,45±0,02	4,3*	4,9±0,1	15,7*

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

данный диапазон охватывал область более низких значений в пределах 0,15-0,51, что указывало на ослабление позиций β -каротина в составе его каротиноидного комплекса. Сравнение исследуемых показателей в контроле и в вариантах опыта с внесением удобрений выявило существенные межвариантные различия в характере и степени ответной реакции пигментного комплекса ассимилирующих органов голубики на применяемые агроприемы. Как следует из таблицы 2, у *V. angustifolium* она проявилась менее выразительно, чем у сортов *V. corymbosum*, особенно в сравнении с сортом Northblue.

Так, в листовой ткани *V. angustifolia* только на фоне внесения микробных удобрений – 50% – МаКлоРа, АгроМика и Бактопина наблюдалось незначительное (не более чем на 5-13%) достоверное увеличение, относительно контроля, общего содержания зеленых пластидных пигментов, наиболее выраженное в первом случае. При этом лишь при использовании 50% – МаКлоРа это сопровождалось некоторым усилением накопления и желтых пластидных пигментов, не превышавшим 6%, тогда как в двух других обозначенных выше вариантах опыта различий с контролем по данному признаку выявлено не было. Вместе с тем на фоне внесения 10% – МаКлоРа, а также $N_{16}P_{16}K_{16}$ был установлен обратный эффект – снижение в листьях общего количества и хлорофиллов, и каротиноидов соответственно на 18 и 24% в первом случае и в меньшей степени – на 9 и 10% – во втором.

Общезвестно, что каротиноидам, выполняющим роль светосборщиков и фотопротекторов, принадлежит особая важная роль в процессе фотосинтеза, в связи с чем активизацию их накопления в листовой ткани под действием внешних агентов следует рассматривать как адаптивную реакцию, направленную на повышение устойчивости фотосинтетического аппарата и предотвращение его фотодинамической деструкции. Известно также, что у разных видов растений состав каротиноидов весьма однороден и включает как восстановленные углеводороды – α - и β -каротины (одну четверть от общего содержания желтых пигментов), так и их окисленные производные – ксантофиллы, представленные β , ϵ -ксантофиллами: лютеином (наиболее распространенным каротиноидом) и β , β -ксантофиллами: виолаксантином, неоксантином, антераксантином и зеаксантином, биосинтез которых строго контролируется в процессе адаптации растений к стрессовым условиям [8].

В составе каротиноидного комплекса листовой ткани *V. angustifolium* отмечены статистически выраженные сдвиги, относительно контроля, заключавшиеся в активизации накопления β -каротина на 26% при обеднении ее ксантофиллами на 12% в варианте опыта с внесением АгроМика, а также в обогащении ими на 20 и 27% в вариантах с использованием 50%-МаКлоРа и Бактопина, сопровождавшемся обеднением β -каротином на 35-36%, что приводило к соответствующим подвижкам в соотношении восстановленных и окисленных форм желтых пигментов.

Отмеченные изменения в пигментном комплексе пластид ассимилирующих органов *V. angustifolium* под

действием применяемых агроприемов обусловили достоверное увеличение содержания хлорофиллов и каротиноидов на 5-7% в вариантах опыта с внесением микробных удобрений соотношения, по сравнению с контролем, что свидетельствовало об определенном усилении в нем роли зеленых пигментов. При использовании же минеральных удобрений достоверных различий с контролем по данному признаку выявлено не было.

В отличие от *V. angustifolium*, у сортов *V. corymbosum* была отмечена совершенно иная картина трансформации пигментного комплекса пластид ассимилирующих органов при внесении удобрений, относительно контроля. Так, у сорта Northcountry она носила прямо противоположный характер, поскольку в ней наблюдалось не ингибирование, а напротив, активизация биосинтеза и хлорофиллов, и каротиноидов при внесении 10%-ного МаКлоРа, а также $N_{16}P_{16}K_{16}$, более выраженная во втором случае, на что указывало увеличение их содержания, по сравнению с контролем, соответственно на 12-40% и 12-22% (см. табл. 2). В остальных же вариантах опыта с использованием микробных удобрений имело место не усиление, как у *V. angustifolium*, а напротив, ослабление накопления и зеленых, и желтых пластидных пигментов соответственно на 25-43% и 23-41%, наиболее значительное опять-таки при внесении 50%-ного МаКлоРа. Более того, если на фоне применения микробных удобрений у *V. angustifolium* в большей степени активизировался биосинтез зеленых пигментов, особенно хлорофилла *b*, нежели желтых, то у сорта Northcountry наблюдалась противоположная картина с более выраженным накоплением каротиноидов и хлорофилла *a*, что подтверждалось разной ориентацией расхождений с контролем соотношений количества соответствующих пигментов у данных таксонов голубики (см. табл. 2). При этом на фоне внесения $N_{16}P_{16}K_{16}$ также были выявлены подобные различия, но они имели иную ориентацию, по сравнению с выявленными при использовании микробных удобрений.

Что касается сорта Northblue, то, в отличие от предыдущих таксонов голубики, в его ассимилирующих органах была выявлена активизация биосинтеза и хлорофиллов, и каротиноидов на фоне всех без исключения применяемых агроприемов, что подтверждалось достоверным увеличением их содержания на 14-121% и 16-85%, по сравнению с контролем, наиболее значительным при внесении 10%-ного МаКлоРа и особенно $N_{16}P_{16}K_{16}$ (см. табл. 2). Весьма существенным пополнением пигментного фонда пластид (соответственно на 49 и 38%) был отмечен также вариант опыта с внесением 50% - МаКлоРа, тогда как менее значительными, причем довольно близкими изменениями в нем в пределах 14-20% и 16-20% характеризовались варианты с использованием АгроМика и Бактопина. При этом, как и у сорта Northcountry, применение 50%- МаКлоРа в большей степени, по сравнению с контролем, стимулировало биосинтез хлорофилла *a*, тогда как внесение $N_{16}P_{16}K_{16}$ – хлорфилла *b*. Но, в отличие от данного таксона голубики, в листовой ткани сорта Northblue в большинстве вариантов опыта с использованием микробных удобрений,

Таблица 2 Относительные различия в содержании фотосинтезирующих пигментов в ассимилирующих органах растений голубики в период активной вегетации (%), по сравнению с контролем (в среднем)

Сорт	Вариант опыта	Хлорофиллы				Каротиноиды				Хлорофиллы ÷ Каротиноиды	Совок. эффект
		a	b	a+b	a÷b	сумма	в-каротин	Ксантофиллы	в-карот. ÷ Ксантофиллы		
<i>V. angustifolium</i>	2	-20,2	-14,1	-18,4	-8,3	-24,2	-21,4	-25,6	+5,9	+7,1	-123,9
	3	+13,1	+13,2	+13,1	-	+5,8	-36,2	+27,0	-51,0	+7,1	+36,0
	4	+4,3	+5,7	+4,7	-	-	+26,1	-11,8	+43,1	+4,8	+29,0
	5	+5,2	+12,6	+7,4	-4,2	-	-35,0	+19,9	-45,1	+7,1	+10,1
	6	-7,8	-11,4	-8,9	+4,2	-10,1	-21,8	-4,1	-19,6	-	-64,1
	2	+15,3	+5,5	+12,4	+8,0	+12,0	-	+16,9	-11,8	-	+62,1
Сорт North-country	3	-42,5	-44,4	-43,0	+4,0	-40,8	-77,5	-22,0	-70,6	-2,4	-270,2
	4	-24,2	-26,8	-24,9	+4,0	-23,2	-30,9	-19,2	-13,7	-2,4	-149,2
	5	-37,9	-44,5	-39,8	+12,0	-30,0	-36,3	-26,8	-11,8	-14,3	-215,3
	6	+36,8	+49,2	+40,4	-8,0	+21,8	+17,2	+24,5	-	+16,7	+189,9
Сорт North-blue	2	+74,6	+73,9	+74,4	-	+49,1	+31,1	+56,0	-16,2	+17,1	+359,1
	3	+50,7	+44,5	+48,8	+4,2	+37,7	+119,4	+7,4	+102,7	+7,3	+308,5
	4	+14,6	+13,6	+14,2	-	+19,5	+11,7	+22,3	-10,8	-4,9	+95,9
	5	+20,5	+18,0	+19,8	-	+16,1	+4,9	+20,2	-13,5	+2,4	+99,5
	6	+116,5	+130,5	+120,7	-8,3	+84,7	+112,6	+74,5	+21,6	+19,5	+639,5

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

особенно 10%-МаКлоРа, было выявлено более выраженное накопление зеленых пигментов (на 3-17%), нежели желтых. Заметим, что подобная картина у обоих сортов *V. corymbosum* наблюдалась только при внесении $N_{16}P_{16}K_{16}$ (см. табл. 2).

Вместе с тем темпы биосинтеза β -каротина в листовой ткани сорта Northblue на фоне большинства применяемых агроприемов уступали таковым ксантофиллов, по сравнению с контролем. При внесении $N_{16}P_{16}K_{16}$ и особенно 50%-ного МаКлоРа они превосходили их соответственно на 22 и 103%, что подтверждалось соответствующими изменениями соотношения данных форм желтых пигментов. Подобная, хотя и менее выразительная картина, наблюдалась и у *V. angustifolium* в вариантах опыта с применением АгроМика и 10%-МаКлоРа. Аналогичные сдвиги в составе каротиноидного комплекса пластид, обусловленные еще более выраженной активизацией биосинтеза β -каротина при деградации ксантофиллов наблюдались и при исследовании влияния минеральных удобрений и ростовых стимуляторов Нанопланта, Гидрогумата и Экосила на основные характеристики пигментного фонда ассимилирующих органов голубики высокорослой и жимолости съедобной на выработанном торфянике низинного типа [9]. Это связано с тем, что каротины и их окисленные производные ксантофиллы являются структурными компонентами двух фотосистем (ФС) фотосинтеза – I и II. Они входят в состав и стабилизируют хлорофилл-белковые комплексы ФС, повышая их светособирающую способность, и играют важную роль в защите хлоропластов от фотоповреждений. Локализация каротиноидов в пигмент-белковых комплексах ФС очень консервативна: коровый комплекс (core-complex) содержит каротины, тогда как периферический светособирающий комплекс (light-harvesting complex) содержит ксантофиллы. Каротиноиды защищают хлоропласт от фотодеструкции, путем диссипации поглощенной энергии света и прямой дезактивации триплетного хлорофилла ($^3Chl^*$) или активных форм кислорода, образующихся в процессе фотосинтеза [10, 11]. Исходя из этих представлений, выявленные изменения в общем содержании каротиноидов в листьях *V. angustifolium* и сорта Northblue, равно как и увеличение содержания β -каротина на фоне снижения содержания ксантофиллов в обозначенных выше вариантах опыта могут отражать адаптивные изменения структуры пигмент-белковых комплексов фотосинтетических мембран в пользу реакционных центров ФС фотосинтеза, что, тем не менее, требует постановки специальных исследований.

Трансформация пигментного комплекса ассимилирующих органов сорта Northblue под действием испытываемых агроприемов носила более выраженный характер, по сравнению с сортом Northcountry и особенно *V. angustifolium*. Вместе с тем, несмотря на данные различия ответной реакции сортов *V. corymbosum*, нетрудно убедиться, что в обоих случаях наиболее существенные позитивные сдвиги в содержании фотосинтезирующих пигментов в листовой ткани установлены на фоне внесения 10%-МаКлоРа, а также $N_{16}P_{16}K_{16}$. Поскольку активизация

биосинтеза данных пигментов под действием регулируемых факторов может косвенно свидетельствовать об увеличении продуктивности растений, что экспериментально подтверждено в работах [12, 13], то следовало ожидать проявления подобной согласованности позитивных эффектов и в наших исследованиях.

Нетрудно убедиться в наличии отчетливо выраженной видо- и сортоспецифичности в формировании пигментного фонда пластид ассимилирующих органов голубики на фоне внесения удобрений. На выраженную видо- и сортоспецифичность в характере ответной реакции вересковых на применение азотфиксирующего, фосфатмобилизующего и ростстимулирующего изолятов микроорганизмов при адаптации клонированного посадочного материала *ex vitro*, а также на существенную активизацию при этом биосинтеза в его листовой ткани хлорофиллов есть также указание в работе О.В.Чижик и др. [14]. Выявленные различия ответной реакции растений на применяемые агроприемы – видо- и сортоспецифичны. Так, если *V. angustifolium* является самостоятельным видом, то сорта Northcountry и Northblue – межвидовыми гибридами *V. corymbosum* \times *V. angustifolium* с разной долей наследования признаков данных родителей.

Вместе с тем, несмотря на выявленные различия, наибольшее стимулирующее влияние на накопление хлорофиллов и каротиноидов в пигментном комплексе пластид *V. angustifolium* установлено на фоне внесения 50%-МаКлоРа и в меньшей степени Бактопина, тогда как в таком сортовой голубики – при использовании 10%-МаКлоРа и большей степени $N_{16}P_{16}K_{16}$.

Как видим, испытываемые агроприемы оказали неоднозначное влияние на основные характеристики фонда фотосинтезирующих пигментов у опытных таксонов голубики при разной степени воздействия на них вносимых удобрений. С целью выявления варианта опыта с максимальной и минимальной степенью данного воздействия, в каждом из них были определены суммарные показатели относительных размеров положительных и отрицательных отклонений от контроля общего содержания хлорофиллов и каротиноидов, а также основных форм этих пигментов, что позволило установить совокупный стимулирующий либо ингибирующий эффект от применения каждого агроприема. Как следует из таблицы 2, у растений *V. angustifolium* незначительное интегральное стимулирующее действие на формирование пигментного фонда ассимилирующих органов оказало только внесение микробных удобрений Бактопина, АгроМика и особенно 50%-МаКлоРа, тогда как использование его 10% концентрации, как и $N_{16}P_{16}K_{16}$, напротив, способствовало подавлению биосинтеза фотосинтезирующих пигментов. Наиболее эффективным в этом плане для сорта Northcountry оказалось как раз внесение 10%-МаКлоРа, но все же втрое более результативным в этом плане следовало признать внесение $N_{16}P_{16}K_{16}$. Все остальные агроприемы, особенно применение 50%-МаКлоРа, способствовали обеднению пигментного фонда его ассимилирующих органов на 149-270%, по сравнению с контролем. Что касается сорта Northblue, то

для него было установлено максимальное в эксперименте стимулирующее действие на накопление в листовой ткани фотосинтезирующих пигментов всех без исключения применяемых агроприемов, особенно внесения $N_{16}P_{16}K_{16}$, при расхождении степени их позитивного влияния в 6,7 раза. При этом в ряду микробных удобрений наиболее эффективным было использование обеих концентраций препарата МаКлоР, тогда наименее результативным в этом плане оказалось внесение АгроМика и Бактопина.

Заключение

В результате сравнительного исследования влияния полного минерального и отечественных микробных удобрений МаКлор, АгроМик и Бактопин на состояние пигментного фонда хлоропластов ассимилирующих органов *V. angustifolium* и сортов *V. corymbosum* Northblue и Northcountry в опытной культуре на рекультивируемом участке бывшего торфяного месторождения на севере Беларуси установлена его существенная трансформация, имевшая наиболее выраженный характер у сорта Northblue. При этом у *V. angustifolium* незначительное стимулирующее действие на накопление пигментов оказывало только внесение Бактопина, АгроМика и особенно 50%-ного МаКлоРа.

Наиболее эффективным в плане активизации биосинтеза фотосинтезирующих пигментов для сорта Northcountry было внесение 10%-МаКлоРа, но при этом втрое более результативным следовало признать внесение $N_{16}P_{16}K_{16}$. Все остальные агроприемы, особенно применение 50%-ного МаКлоРа, способствовали обеднению пигментного фонда его ассимилирующих органов на 149-270%, по сравнению с контролем. На основании эксперимента установлено максимальное стимулирующее действие на накопление в листовой ткани сорта Northblue фотосинтезирующих пигментов всех без исключения испытываемых агроприемов, особенно внесения $N_{16}P_{16}K_{16}$, при расхождении степени их максимального и минимального позитивного влияния в 6,7 раза. При этом в ряду микробных удобрений наиболее эффективным было использование обеих концентраций препарата МаКлоР, тогда как наименее результативным - внесение АгроМика и Бактопина.

Установлено, что у обоих сортов *V. corymbosum* наиболее выраженные позитивные сдвиги в содержании фотосинтезирующих пигментов в листовой ткани наблюдаются на фоне внесения 10%-МаКлоРа и $N_{16}P_{16}K_{16}$, тогда как у *V. angustifolium* в данных вариантах опыта, напротив, наблюдалось ингибирование биосинтеза фотосинтезирующих пигментов.

Список литературы

1. Петров Н. Ю., Бердников Н.В., Чернышов В.В. Влияние биостимуляторов на фотосинтетическую деятельность яровой пшеницы // Изв. Нижневолжск. Агроун. комплекса. 2008. № 4 (12). С. 26–31.

2. Свиридов, С. С. Особенности воздействия физиологически активных веществ на растения сахарной свеклы в зависимости от фона минерального питания: автореф... дис. канд. с-х наук: Рамонь, 2009. 21 с.

3. Деревинский А.В., Чопчиц А.Н., Пивоваров И.В. и др. Влияние стимуляторов роста на основе пленкообразующих составах на побегообразовательную способность одревесневших черенков и неукорененных отводков яблони // Изучение, охрана и использование биоразнообразия растений и животных: Сб. науч. статей преп. каф. ботаники и зоологии факульт. естествознания БГПУ. Минск: Право и экономика, 2009. С. 29-31.

4. Liu, Z. A., J. P. Yang, Z. C. Yang. Using a chlorophyll meter to estimate tea leaf chlorophyll and nitrogen contents // Journ. Soil Science and Plant Nutrition. 2012. Vol. 12, N 2. Pp. 339–348.

5. Кахнович, Л.В. Фотосинтез. Методические рекомендации к лабораторным занятиям задания для самостоятельной работы и контроля знаний. Минск: БГУ, 2003. 88 с.

6. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения каротина: ГОСТ 8756.22-80. Введ. 01.01.81. Дата последнего изменения 13.07.2017. М.: Изд-во стандартов, 2010. 6 с.

7. Годнев, Т. Н. Хлорофилл, его строение и образование в растениях. Минск: Изд-во АН БССР, 1952. 320 с.

8. Carotenoid biosynthesis in flowering plants / J Hirschberg // Curr. Opin. Plant Biol. 2001. 4(3). Pp.210–218.

9. Рупасова Ж.А., Яковлев А.П., Савосько Н.Б. и др. Влияние удобрений на фонд фотосинтезирующих пигментов голубики высокорослой и жимолости съедобной на выработанном участке торфяного месторождения низинного типа в Беларуси // Бюл. Гл.ботан.сада. 2018. Вып.204, № 1 С. 52–60.

10. Havaux, Michel Zeaxanthin Has Enhanced Antioxidant Capacity with Respect to All Other Xanthophylls in Arabidopsis Leaves and Functions Independent of Binding to PSII Antennae / Michel Havaux, *Luca Dall'Osto, Roberto Bassi. // Plant Physiol. 2007. Vol.145 (4). Pp.1506–1520.

11. Alboresi A, Dall'osto L, Aprile A, et al. Reactive oxygen species and transcript analysis upon excess light treatment in wild-type Arabidopsis thaliana vs a photosensitive mutant lacking zeaxanthin and lutein. // BMC Plant Biology. 2011.11:62 Влияние условий питания на содержание хлорофиллов, каротиноидов и общих белков некоторых лекарственных растений / О.А.Ильницкий [и др.] // Экологические основы онтогенеза природных и культурных сообществ Евразии; матер. XIV Междунар. науч. конф., г. Херсон, 22-23 июня 2002 г. / ХГУ. Херсон, 2002. С. 67–68.

12. Alboresi A, Dall'osto L, Aprile A et al. Reactive oxygen species and transcript analysis upon excess light treatment in wild-type Arabidopsis thaliana vs a photosensitive mutant lacking zeaxanthin and lutein. // BMC Plant Biology. 2011.11:62

13. Чижик, О.В., В.Н.Решетников, В.Л.Филиппеня и др. Влияние микроорганизмов на адаптацию клонированного посадочного материала древесно-кустарниковых видов

рода *Vaccinium* // Физиология и биохимия культурных растений, 2013. Т. 45, № 3 С. 254 – 259.

References

1. Petrov, N. Yu. Vliyanie biostimulyatorov na fotosinteticheskuyu deyatelnost yarovoy pshenitsy [Influence of biostimulants on the photosynthetic activity of spring wheat] / N. Yu. Petrov, N.V. Berdnikov, V.V. Chernyshkov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa [Bul. Lower Volga Agricultural University]. 2008. №. 4 (12). Pp. 26–31.
2. Sviridov, S. S. Osobennosti vozdeystviya fiziologicheskii aktivnykh veshchestv na rasteniya sakharoy svekly v zavisimosti ot fona mineralnogo pitaniya: avtoref. dis. kand. s-kh nauk [Features of the influence of physiologically active substances on sugar beet plants, depending on the background of mineral nutrition: abstract. dis. Cand. Agricultural Sciences]: 01/06/09 / S. S. Sviridov. Ramon, 2009. 21 p.
3. Derevinsky A.V., Chopchits A.N., Pivovarov I.V., et al. Vliyanie stimulyatorov rosta na osnove plenkoobrazuyushchikh sostavakh na pobegoobrazovatelnyuyu sposobnost odresnevshikh cherenkov i neukorenennykh otvodkov yabloni / Izuchenie, okhrana i ispolzovanie bioraznoobraziya rasteniy i zhivotnykh: sb. nauch. statey prep. kaf. botaniki i zoologii fakult. estestvoznaniya BGPU [The effect of growth stimulants based on film-forming compositions on the shoot-forming ability of lignified cuttings and unrooted apple tree cuttings / Study, protection and use of plant and animal biodiversity: Sat. scientific articles prep. cafe Faculty of Botany and Zoology. natural sciences BSPU] / ed. count E.I. Bychkova [et al.]; open ed. I.E. Buchenkov. Minsk: Pravo i ekonomika [Minsk: Law and Economics], 2009. Pp. 29-31.
4. Liu, Z. A., J. P. Yang, Z. C. Yang. Using a chlorophyll meter to estimate tea leaf chlorophyll and nitrogen contents // Journ. Soil Science and Plant Nutrition. 2012. Vol. 12, № 2. Pp. 339–348.
5. Kahnovich, L. V. Fotosintez. Metodicheskie rekomendatsii k laboratornym zanyatiyam, zadaniya dlya samostoyatelnoy raboty i kontrolya znaniy studentov [Photosynthesis. Methodical recommendations for laboratory studies, tasks for independent work and control of students' knowledge] // BGU, biofak, kaf. fi zoologii i biokhimii rasteniy [Belarusian State University], Minsk, 2003. 88 p.
6. Produkty pererabotki plodov i ovoshchey. Metod opredeleniya karotina: GOST 8756.22-80. [Fruit and vegetable products. Method for determination of carotene: GOST 8756.22-80] Vved. 01.01.81. [Introduced 01.01.81] - M.: Izdvo standartov [M.:Standartinform Publ.], 2010, 6 p.

7. Godnev, T. N. Khlorofi II, ego stroenie i obrazovanie v rastenii [Chlorophyll, its structure and formation in a plant]. Minsk: Izd-vo AN BSSR [Publishing House of the AS BSSR], 1952. 320 p.
8. Carotenoid biosynthesis in flowering plants / J Hirschberg // Curr Opin Plant Biol. 2001. 4 (3). Pp.210–218.
9. Rupasova J.A., A.P. Yakovlev, I.V. Savosko et all. Vliyanie udobreniy na fond fotosinteziruyushchikh pigmentov golubiki vysokorosloy i zhimolosti sedobnoy na vyrabotanom uchastke torfyanoego mestorozhdeniya nizinnogo tipa v Belarusi [The effect of fertilizers on the stock of photosynthetic pigments of tall blueberries and edible honeysuckle on a developed section of a low-level peat deposit in Belarus] // Byul. GBS [Bul. Main Botan. Garden]. 2018. Is. 204, №. 1 Pp. 52-60.
10. Havaux, Michel Zeaxanthin Has Enhanced Antioxidant Capacity with Respect to All Other Xanthophylls in Arabidopsis Leaves and Functions Independent of Binding to PSII Antennae / Michel Havaux, Luca Dall'Osto, Roberto Bassi. // Plant Physiol. 2007.145 (4). –Pp.1506 –1520.
11. Alboresi A, Dall'osto L, Aprile A, Carillo P, Roncaglia E, Cattivelli L, Bassi R. Reactive oxygen species and transcript analysis upon excess light treatment in wild-type Arabidopsis thaliana vs a photosensitive mutant lacking zeaxanthin and lutein. // BMC Plant Biology. 2011.11: 62
12. Vliyanie usloviy pitaniya na sodержanie khlorofillov, karotinoidov i obshchikh belkov nekotorykh lekarstvennykh rasteniy [The influence of nutritional conditions on the content of chlorophylls, carotenoids, and common proteins of some medicinal plants] // Ekologicheskie osnovy ontogeneza prirodnikh i kulturnykh soobshchestv Yevrazii; mater. XIV Mezhdunar. nauch. konf., g. Kherson, 22-23 iyunya 2002 g. / KhGU. – Kherson [Ecological basis of ontogenesis of natural and cultural communities of Eurasia; Mater. XIV Int. scientific Conf., Kherson, June 22-23, 2002 / KSU. Kherson], 2002. Pp. 67–68.
13. Derendovskaya, A.N., S.Zhosan Khlorofilnye pokazateli i ikh svyaz s produktivnostyu rasteniy ozimogo yachmenya [Chlorophilic indicators and their relationship with the productivity of winter barley plants] // Stiinta Agricola – Agrarnaya nauka [Stiinta Agricola – Agricultural science]. 2008. № 1. Pp. 3–7
14. Chizhik, O.V, V.N. Reshetnikov, V.L. Filipenya et all. Vliyanie mikroorganizmov na adaptatsiyu klonirovannogo posadochnogo materiala drevesno-kustarnikovyykh vidov roda *Vaccinium* [The influence of microorganisms on the adaptation of cloned planting material of tree-shrub species of the genus *Vaccinium* // Fiziologiya i biokhimiya kulturnykh rasteniy [Physiology and biochemistry of cultivated plants], 2013. Vol. 45, №. 3. Pp. 254 - 259.

Информация об авторе

Яровиук Андрей Андреевич, аспирант
E-mail: alrikdorey@mail.ru

Государственное научное учреждение Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск

Information about the author

Yaroshuk Andrey Andreevich, Postgraduate Student
E-mail: alrikdorey@mail.ru

Central Botanical Garden National Academy of Sciences of Belarus Repulik, Minsk

М.М. Геворкян

канд. биол. наук, н. с.

E-mail: m_13@list.ru

А.В. Бабоша

д-р. биол. наук, зав. лабораторией

E-mail: phimmunitet@yandex.ru

Л.И. Глухова

н. с.

В.П. Упельник

канд. биол. наук, директор, зав. отделом

E-mail: vla-upelnik@yandex.ru

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

Микроморфология поверхности и поперечных срезов листовой пластинки *Elytrigia intermedia* (Poaceae).

Пырей средний (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski) широко используется в создании многолетней пшеницы методом отдаленной гибридизации с мягкой пшеницей. С использованием методов электронной сканирующей и конфокальной микроскопии составлено анатомическое описание листовой пластинки *Elytrigia intermedia*. Отмечены микроморфологические и анатомические особенности строения трихом, кремневых клеток, склеренхимы, пузыревидных клеток и проводящих пучков, которые могут быть использованы в системе маркеров для идентификации видовой или сортовой принадлежности образцов коллекции отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН (пос. Снегири, Московской обл.) и, возможно, предварительного прогноза устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам при анализе гибридов, полученных при межвидовых скрещиваниях.

Ключевые слова: пырей, микроморфология, отдаленная гибридизация, анатомия листа, сканирующая электронная микроскопия, конфокальная микроскопия.

M.M. Gevorkyan

E-mail: m_13@list.ru

Cand. Sci. Biol., Researcher

A.V. Babosha

E-mail: phimmunitet@yandex.ru

Dr. Sci. Biol., Head of Laboratory

L.I. Glukhova

Researcher

V.P. Upelnik

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

E-mail: vla-upelnik@yandex.ru

N.V. Tsitsin Main Botanical Garden Russian
Academy of Sciences

Micromorphology of surface and cross sections of the leaf blade *Elytrigia intermedia* (Poaceae).

Elytrigia intermedia (Host) Nevski is widely used in the creation of perennial wheat by the method of remote hybridization with soft wheat. Using the methods of electron scanning and confocal microscopy, an anatomical description of the leaf blade of *Elytrigia intermedia* was compiled. Micromorphological and anatomical features of the structure of prickles, silica bodies, sclerenchyma, bulliform cells and vascular bundles are noted, which can be used in a marker system to identify the species or variety of samples from the collection of the Department of Remote Hybridization of GBS RAS (Snegiri, Moscow Region) and, possibly, a preliminary prediction of resistance to biotic and abiotic stresses in the analysis of hybrids, obtained by interspecific crosses.

Keywords: *Elytrigia intermedia*, micromorphology, distant hybridization, leaf anatomy, scanning electron microscopy, confocal microscopy.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1036

Пырей средний (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski) широко используется в создании многолетней пшеницы методом отдаленной гибридизации с мягкой пшеницей. В естественных условиях он характеризуется экологической

пластичностью, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды и болезням. Под названием *Agropyron glaucum* (Desf.) Roem. et Schult. (пырей сизый) этот вид был использован в работах Н.В. Цицина для скрещивания с пшеницей

и получения многолетних пшенично-пырейных гибридов (ППГ) [1,2].

Анатомия листовой пластинки играет важную роль в систематике и является характерным признаком для подсемейств и триб. У злаков выделяют 6 типов анатомического строения листовых пластинок: фестукоидный, бамбузоидный, арундиноидный, паникоидный, аристидоидный и хлоридоидный. Изучаемый вид пырея относится к фестукоидному типу, который характеризуется неупорядоченным расположением хлоренхимы, хорошо развитой склеренхимой и относительно слабо отграниченной от хлоренхимы паренхимной обкладкой проводящих пучков. Кроме того, указанные выше типы отличаются строением эпидермы, в особенности кремневых клеток и волосков [3].

Целью нашей работы было выявить специфические анатомические особенности листовой пластинки *E. intermedia* для последующего использования этих данных при анализе результатов скрещивания, а также пшенично-пырейных гибридов, уже полученных в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН).

Условия, материалы и методы

В работе использованы растения *E. intermedia* из коллекции отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН. Образцы выращивали на делянках 0,4х0,7 м в многолетней культуре на постоянном месте. Почва испытательного участка

дерново-подзолистая, легкосуглинистая. Изучали листья среднего яруса полевых растений в стадии колошения или цветения (июнь-июль 2017 и 2018 гг.). Фрагменты листовой пластинки средней части листа наклеивали на медную пластинку 2 х 4 см с помощью термопасты (АлСил-3 или КПТ-8) [4]. Препараты исследовали на сканирующем электронном микроскопе LEO-1430 VP (Carl Zeiss, Германия) методом криоСЭМ при -25...-30 °С без напыления металлами в условиях высокого вакуума с использованием замораживающей приставки «Deben Cool stage» (Великобритания) и детектора обратно рассеянных электронов QBSD.

Автофлуоресценцию поперечных срезов средней части листовой пластинки, помещенных в 50% глицерин, исследовали с использованием конфокального микроскопа Olympus FV1000D при возбуждении лазером с длиной волны 405 нм (50% мощности) и регистрации сигнала в соответствии со стандартными установками микроскопа в синем (425–460 нм), зеленом (485–530 нм) и красном (560–660 нм) каналах.

Идентификацию микроморфологических структур на абаксиальной и адаксиальной поверхностях листовой пластинки, а также анатомических структур на срезах проводили в соответствии с общепринятой для злаков методикой [5,6].

Реконструкцию среза целого листа проводили путем объединения 13 отдельных перекрывающихся микрографий с использованием программы Adobe Photoshop CC.

Таблица 1. Особенности абаксиальной и адаксиальной поверхностей листовой пластинки *Elytrigia intermedia*

Элементы микроморфологии	Абаксиальная	Адаксиальная
Форма	гладкая с округлым килем	с широкими ребрами
Длинные клетки	антиклинальные стенки U- или Ω-образной формы	антиклинальные стенки гладкие
Устьица	+	+
Пузыревидные клетки	-	+
Кремневые клетки:		
Мелкие полукруглые с пробковой парой	+(в межреберной зоне)	-
Более крупные округлые, цельные или чаще продольно разделенные	+(над ребрами)	+(над ребрами)
Удлиненные с волнистым краем	-	+(над ребрами)
Трихомы:		
Колючки в форме щитка	+(над ребрами)	+(над ребрами)
Мелкие колючки	-	+
Макро-волоски	-	+(над ребрами)

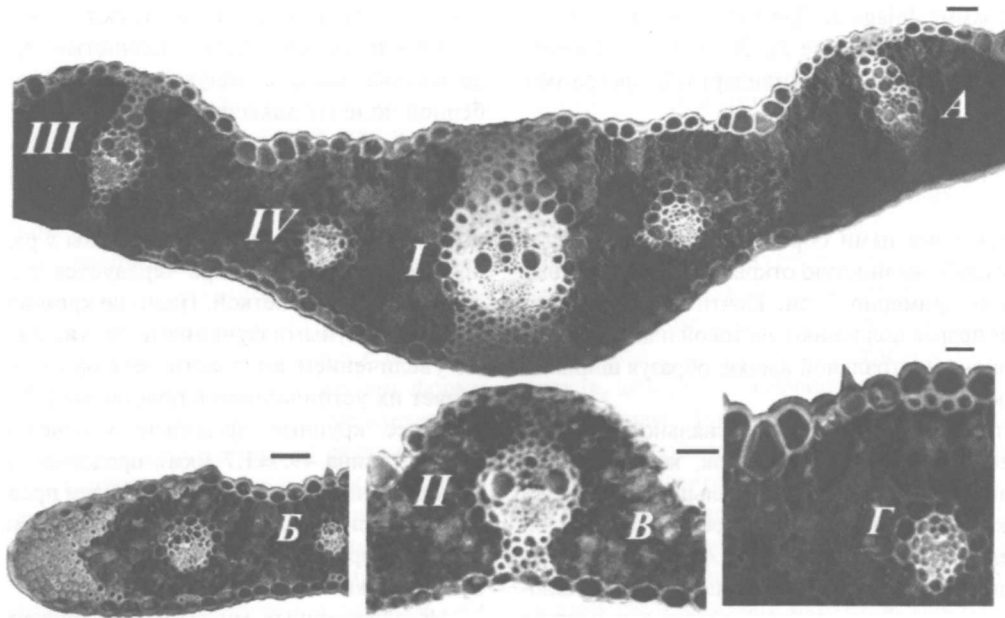


Рис. 1. Строение листовой пластинки *Elytrigia intermedia*. А – поперечный срез листа (конфокальная микроскопия) в области центрального проводящего пучка; Б – край листа; В – пучок второго порядка; Г – пузыревидные клетки, устьице и колючка. I – центральный пучок; II – пучок второго порядка; III – пучок третьего порядка; IV – пучок четвертого порядка. Масштабная линейка, мкм: А-В – 50, Г – 20

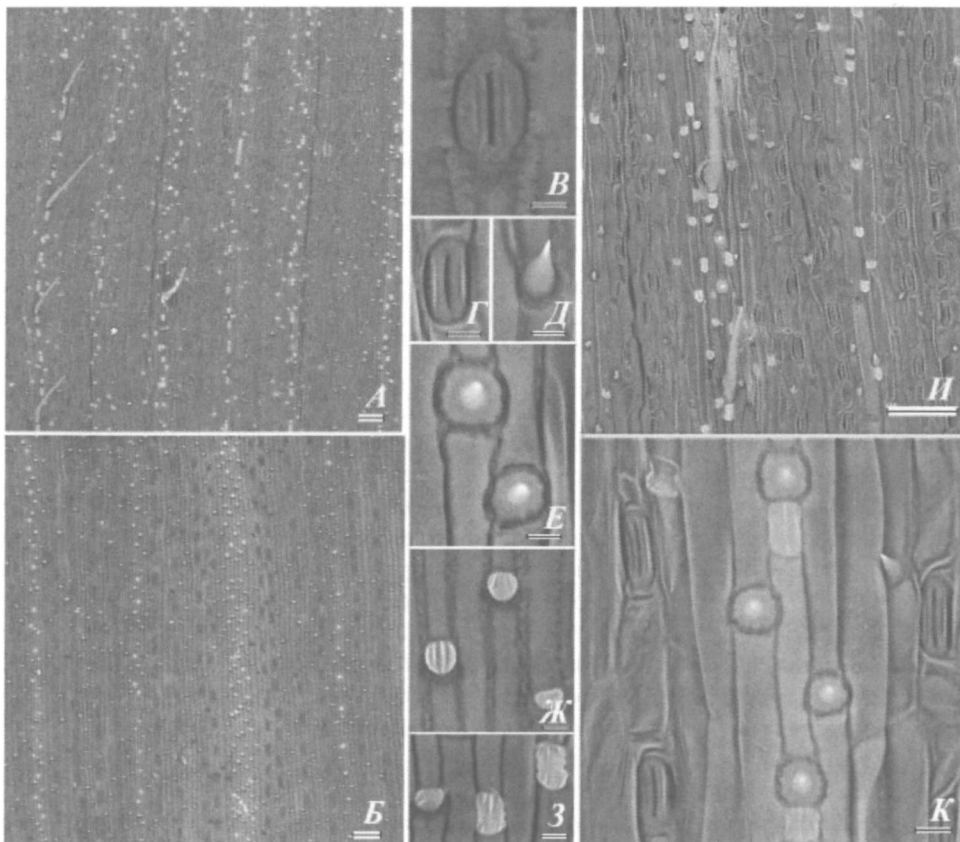


Рис. 2. Микроструктура поверхности листовой пластинки *Elytrigia intermedia*. Общий вид поверхности адаксиальной (А, И, К) и абаксиальной (Б, З), устьица на абаксиальной (В) и адаксиальной (Г) сторонах, Д – мелкая колючка (адаксиальная сторона), Е – микроколючка в виде щитка (адаксиальная сторона), кремневые клетки на абаксиальной (Ж) и адаксиальной (З) сторонах, И – макро-волоски на адаксиальной стороне. Масштабная линейка, мкм: А, Б, И – 200; В-З – 20; К – 30

Размеры микроструктур определяли на цифровых изображениях в программе Image J. Для вычисления среднего и ошибки использовали данные 20–30 структур. Вычисления проводили при помощи стандартной программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Все исследованные нами образцы *E. intermedia* имели ровную или слабо волнистую открытую листовую пластинку шириной примерно 1 см. Почти симметричные прямые левая и правая половинки листовой пластинки соединялись в районе центральной жилки, образуя широкий угол, близкий к 180° .

Поверхность адаксиальной и абаксиальной стороны образована несколькими типами клеток, которые являются производными длинных эпидермальных клеток или укороченных клеток [6]. Некоторые особенности каждой из сторон представлены в таблице 1. Абаксиальная поверхность практически гладкая. В области центрального проводящего пучка киль округлый, достаточно хорошо выделяющийся. Адаксиальная поверхность отличается широкими ребрами, особо выступающими в области пучков (жилок) второго порядка (рис. 1, А).

Устьица на обеих сторонах листа яйцевидной формы со слабо куполообразными вспомогательными клетками, у которых ширина меньше длины (рис. 2, В, Г). Устьица, как правило, располагаются в 4-х продольных рядах между ребрами. В ряду устьица чередуются с одной длинной клеткой. В большинстве случаев ряды устьиц разделены между собой одним или несколькими рядами, состоящими из длинных клеток (на адаксиальной стороне) или из длинных клеток, чередующихся с кремневыми клетками (на абаксиальной стороне). Реже располагаются рядом.

На абаксиальной стороне листа антиклинальные стенки длинных клеток волнистой U- или Ω -образной формы. Устьичный комплекс также окружен длинными клетками с волнистыми клеточными стенками. На адаксиальной стороне антиклинальные стенки длинных клеток гладкие.

На абаксиальной стороне встречаются кремневые клетки двух типов: мелкие однородные в виде полукруга выпуклостью к базальному концу в межреберном пространстве и более крупные округлые, цельные или чаще продольно разделенные на 3–5 частей в клеточных рядах над ребрами (рис. 2, Ж). Кремневые клетки всех типов имеют более светлые оттенки, что при использовании криоСЭМ без металлизации, выявляющей контраст материала, может быть обусловлено как высоким содержанием кремния, так и более плотной структурой самих клеток с меньшим содержанием воды и меньшей электропроводностью. Более темная структура, которая, вероятно, представляет собой парную пробковую клетку, охватывает кремневые клетки обоих описанных выше типов в виде полумесяца с базальной стороны. Пробково-кремневая пара с округлыми кремневыми клетками встречается также в области жилок

адаксиальной стороны (рис. 2, З). Здесь они, сохраняя округлую форму, часто не имеют продольного разделения или имеют слегка волнистый край. Пробково-кремневые пары с полукруглыми клетками в межреберной зоне на адаксиальной стороне практически отсутствуют. В редких случаях кремневая клетка пары на адаксиальной стороне не имеет светлой окраски или полностью недоразвита. На обеих сторонах кремневые клетки этих типов расположены в рядах, в которых кремнево-пробковая пара чередуется с одной длинной эпидермальной клеткой. Наличие кремневых тел связывают с защитными функциями против насекомых, а также увеличением жесткости всех органов растения, что делает их устойчивыми к полеганию [6].

Более крупные продольно удлинённые кремневые клетки (длина $49,4 \pm 1,7$ мкм), продольно разделённые на несколько частей и с волнистым краем представлены только на адаксиальной стороне (рис. 2, З). Такой тип клеток не ассоциирован с пробковой парой и встречается только в области жилок.

На электронных микрографиях поверхности листьев *E. intermedia* хорошо различимы трихомы в форме колючек, крючков или шипиков (prickles, hooks). Некоторые колючки имели очень короткую бородку (шипик) и округлое основание (диаметр $26,7 \pm 0,7$ мкм) с U-образной волнистостью по краю (рис. 2, Е, К) и напоминали шиток. Такие шитовидные колючки располагались на обеих сторонах листа в нескольких рядах над жилками. Укороченные клетки, образующие колючку этого типа, в ряду чередовались с длинной клеткой (145 ± 5 мкм). Колючки в виде шитка встречаются как одиночно, так и в паре с соответствующими стороне листа типами кремневых клеток на базальной стороне.

Мелкие колючки с более длинной бородкой ($10,6 \pm 0,6$ мкм) и основанием меньшего диаметра ($17,8 \pm 0,9$ мкм в продольном направлении) с гладкой поверхностью антиклинальных стенок составляли другой тип колючек (рис. 2, Д). В рядах одиночные мелкие колючки также чередовались с одной длинной клеткой. Ряды клеток, в составе которых встречались мелкие колючки, расположены вокруг жилок и между рядами устьиц (вокруг рядов устьиц) на адаксиальной стороне листа.

Некоторые образцы *E. intermedia* имели редкие очень длинные (354 ± 27 мкм) макро-волоски на адаксиальной поверхности (до 60 волосков на кв. см поверхности). Эти волоски расположены исключительно в районе ребер в паре с удлиненной волнистой кремневой клеткой, заменяя собой в центральном ряду жилки одну из колючек в виде шитка (рис. 2, А, И). Наличие таких макро-волосков может быть диагностическим признаком [7].

Для *E. intermedia*, как и для некоторых других злаков [6], отмечено чередование в продольных рядах производных одиночных или реже парных укороченных клеток (колючек и кремневых клеток) и длинных эпидермальных клеток. Следует отметить, что в позициях производных укороченных клеток располагались как однотипные элементы, так и колючки и кремневые клетки разных

типов. Чередование в одном ряду колючек и кремневых клеток указывает на их гомологичную природу [7]. У данного вида выражено различие апикального и базального направления структур, что проявилось как в описанном выше для парных элементов расположении в апикальной и базальной позиции разных типов клеток, так и в апикальной направленности бородак всех типов колючек и волосков.

На поперечном срезе листовой пластинки в бороздах адаксиальной стороны ряды пузыревидных клеток видны в виде группы из 3–4-х, которые иногда сопровождаются устьицем и колючкой (рис. 1, Г). Верхняя часть этих клеток заметно сужена, по сравнению с широкой базальной частью. Такое строение придает им форму веера. На микрографиях СЭМ пузыревидные клетки менее заметны. Их можно отличить как 3–4 ряда удлиненных прямоугольно выпуклых или овальных клеток, расположенных между двойными рядами устьиц на адаксиальной стороне (рис. 2, И). Часто пузыревидные клетки имеют несколько «смятую» форму. Вероятно, благодаря проницаемым для воды клеточным стенкам они легко теряют влагу в вакууме при подготовке препарата и микроскопии.

О значении пузыревидных клеток пока нет единого мнения [5, 8, 9, 10], однако наличие, форма и локализация этих клеток являются диагностическими признаками.

По функциональным особенностям пузыревидные клетки относят к приспособлениям, предотвращающим потерю воды при стрессах и засухе. Также их называют моторными или двигательными, указывая на их участие в сворачивании и разворачивании листа в стрессовых условиях, что косвенно находит подтверждение и в наших исследованиях.

Проводящие пучки коллатеральные закрытого типа. Пучки и склеренхима хорошо видны на поперечных срезах благодаря интенсивной синей и зеленой флуоресценции фенольных веществ. Число и размеры пучков варьируют (рис. 3). Можно выделить центральный пучок и пучки второго, третьего и четвертого порядков, которые различаются положением, размерами и строением. Вокруг каждого есть одревесневшая механическая обкладка (склеренхима), снаружи от которой располагается паренхима. Кроме того, склеренхима подстилает эпидерму по краям листа в виде одревесневшего сплошного слоя из 7–8 клеток, образуя U-образные чехлики (рис. 1, 3). Форма пучков на поперечном срезе близка к округлой. Все пучки располагаются в ребрах и на поперечном срезе по центру листовой пластинки.

Центральный проводящий пучок наиболее крупный (180–183 мкм), располагается напротив киля (рис. 1, 3). С его верхней стороны имеется кольцо из механической

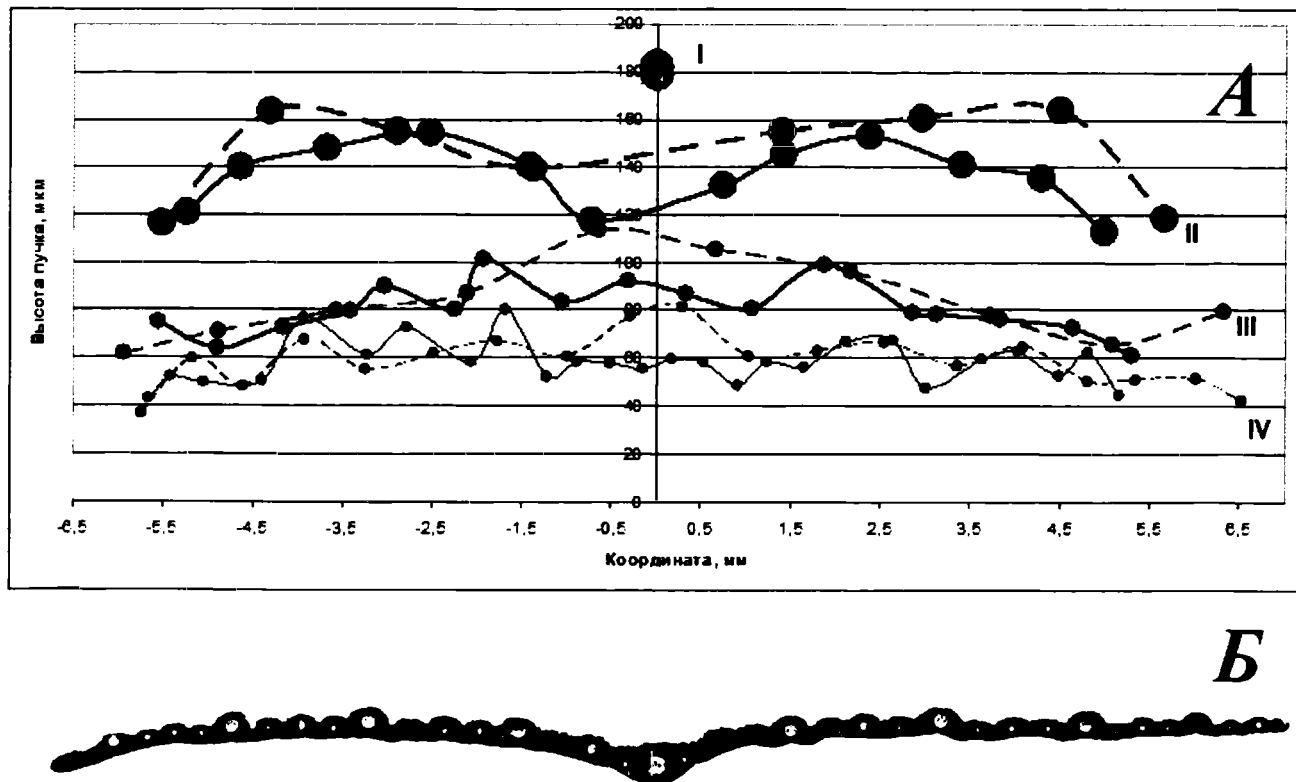


Рис. 3. Размеры и положение сосудистых пучков *E. intermedia*. А – Зависимость диаметра пучков разного порядка (I–IV) на поперечном срезе листа от их положения относительно средней жилки. Пурпурным цветом и пунктиром выделены данные 2017, синим и сплошной линией 2018 гг. Б – Панорама поперечного среза листа (2018 г., масштабная линейка 70 мкм)

ткани. Кольцо двойное и отличается от основной склеренхимы заметными поровыми каналами. Сверху и снизу этот двойной слой переходит в мощные склеренхимные балки (7–8 слоев клеток), а затем в эпидерму как с абаксиальной, так и с адаксиальной стороны. Такое расположение связывают с укреплением эпидермы и листовой пластинки в целом, что в свою очередь повышает устойчивость к полеганию [5]. Мезофилл радиальный, состоит из плотно прилегающих клеток, содержащих хлорофилл, заметный на срезах благодаря красной флуоресценции. Ксилема одревесневшая, хорошо различаются сосуды, также хорошо заметна флоэма.

Пучки второго порядка отличаются от центрального проводящего пучка только размерами (137–147 мкм). Они также окружены склеренхимными балками с двух сторон (3–5 слоев клеток). В районе пучков третьего порядка (81–84 мкм) видны единичные нити склеренхимы (1–2 слоя клеток), переходящие в большинстве своем в верхнюю и нижнюю эпидерму. Выделяются сосуды ксилемы и увеличивающаяся в размерах по сравнению с пучками первого и второго порядка флоэма. Длинные макро-волоски на адаксиальной стороне листа расположены в клеточных рядах над пучками второго и третьего порядков. В пучках четвертого порядка (59–60 мкм) практически отсутствует ксилема, видна лишь флоэма. Склеренхимные поддерживающие только в верхнюю эпидерму). Колочки в виде щитка располагаются над пучками второго и третьего порядка на абаксиальной стороне и над пучками всех порядков на адаксиальной стороне листа.

Следует отметить, что многие элементы микроморфологии, характерные для *E. intermedia*, ранее были отмечены и для сортов пшеницы, в происхождении которых принимал участие данный вид пырея Отрастающая 55 и Многолетняя 4015 [11]. Микроколочки в виде щитка на абаксиальной стороне листа, а также округлые кремневые тела на адаксиальной стороне были отмечены как у *E. intermedia*, так и производных сортов, но не найдены, например, у сортов пшеницы Московская 39 и Рубежная. У сорта Многолетняя 4015, как и у изученного вида пырея, имеются длинные макро-волоски на адаксиальной стороне листа.

Микроскопические особенности листовой пластинки, исследованной нами *E. intermedia* могут быть полезны для идентификации видовой и сортовой принадлежности. Утолщенный эпидермис, хорошо развитая склеренхима, колочки, крючки, кремневые тела, макро-волоски, наличие пузыревидных клеток, большая площадь ксилемы в проводящих пучках первого и второго порядков, по видимому, играют роль в адаптации растений к стрессовым условиям и могут быть использованы в качестве маркеров устойчивости к болезням и вредителям при межвидовых скрещиваниях.

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

Список литературы

1. Цицин Н.В. Многолетняя пшеница. М.: Наука, 1978. 287 с.
2. Упелник В.П., Белов В.И., Иванова Л.П., и др. Наследие академика Н.В. Цицина – современное состояние и перспективы использования коллекции промежуточных пшенично-пырейных гибридов // Вавиловский журн. генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 3. С. 667–674.
3. Цвелёв Н. Н. Порядок злаки (Poales). // Жизнь растений. Цветковые растения. М.: Просвещение, 1982. Т. 6. С. 341–378.
4. Рябенко А.С., Бабоша А.В. Применение термопасты в качестве клеящего и теплопроводящего состава при исследовании биологических образцов на сканирующем электронном микроскопе с использованием замораживающей приставки / Заявка на изобретение № 2010108947/28, 11.03.2010 // Патент RU. № 2445660. 2011. С. 2.
5. Ellis R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in Poaceae. The leaf blade as viewed in transverse section // Bothalia. 1976. Vol. 12. Pp. 65–109.
6. Ellis R.P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. II. The epidermis as seen in surface view // Bothalia. 1979. Vol. 12(4). Pp. 641–671.
7. Metcalfe C.R. Anatomy of the monocotyledons. 1. Gramineae. Oxford: Clarendon Press. 1960. 731 p.
8. Grigore M.-N., Toma C., Boşcaiu M. Ecological implications of bulliform cells on halophytes, in salt and water stress natural conditions // Analele științifice ale Universității “Al. I. Cuza” Iași și Tomul LVI. Biologie vegetală. 2010. Vol. 2 (IIa). Pp. 5–15.
9. Al-maskri A., Hameed M., Khan M.M. Morphological characterization and structural features for high drought tolerance in some Omani wheat landraces // International conference on food and agricultural sciences IPCBEE. 2013. Vol. 55. Pp. 23–27.
10. Ahmad F., Hameed M., Ahmad K.S., Ashraf M. Significance of Anatomical Markers in Tribe Paniceae (Poaceae) from the Salt Range, Pakistan // Int. Journ. Agric. Biol. 2015. Vol. 17(2). Pp. 271–279.
11. Бабоша А.В., Геворкян М.М., Иванова Л.П., Упелник В.П. Анатомическая структура и микроморфология поверхности листовых пластинок пшениц, полученных в результате межвидовых скрещиваний // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, №9. С. 32–36.

References

1. Tsitsin N.V. Mnogoletnyaya pshenitsa [Perennial wheat]. M.: Nauka, [Moscow: Publishing House «Science»]. 1978. 287 p.
2. Upelnik V.P., Belov V.I., Ivanova L.P., et al. Nasledie akademika N.V. Tsitsina – sovremennoe sostoyanie i perspektivy ispolzovaniya kolleksii promezhutochnykh pshenichno-pyreinykh gibridov [The legacy of academician N.V. Tsitsina - current state and prospects of using the collection of intermediate wheat-wheatgrass hybrids] // Vavilovski zhurnal genetiki

i selektsii. [Vavilovsky Journ Genetics and Breeding]. 2012. Vol. 16 (3). Pp. 667-674.

3. Tselyov N. N. Poryadok zlaki (Poales). [Order of cereals (Poales)]. Zhizn' rastenij [Plant Life] M.: Prosveshchenie Publinsing House, 1982. Vol.6. Pp. 341-378.

4. Ryabchenko A.S., Babosha A.V. Primenenie termopasty v kachestve kleyashchego i teploprovodyashchego sostava pri issledovanii biologicheskikh obrazcov na skaniruyushchem elektronnom mikroskope s ispol'zovaniem zamorazhivayushchej pristavki. [The use of thermal paste as an adhesive and heat-conducting composition in the study of biological samples on a scanning electron microscope using a freezing attachment] / Zayavka na izobretenie. [Application for the invention] No. 2010108947/28, 11.03.2010 // Patent RU. № 2445660. 2011. P.2.

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

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

7. Metcalfe C.R. Anatomy of the monocotyledons. 1. Gramineae. Oxford: Clarendon Press. 1960. 731 p.

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

9. Al-maskri A., Hameed M., Khan M.M. Morphological characterization and structural features for high drought tolerance in some Omani wheat landraces // International conference on food and agricultural sciences IPCBEE. 2013. Vol. 55. Pp. 23-27.

10. Ahmad F., Hameed M., Ahmad K.S., Ashraf M. Significance of Anatomical Markers in Tribe Paniceae (Poaceae) from the Salt Range, Pakistan // Int. Journ. Agric. Biol. 2015. Vol. 17(2). Pp. 271- 279.

11. Babosha A.V., Gevorkyan M.M., Ivanova L.P., Upelnik V.P. Anatomicheskaya struktura i mikromorfologiya poverkhnosti listovykh plastinok pshenits, poluchennykh v rezultate mezhvidovykh skreshchivaniy [Anatomical structure and micromorphology of the surface of leaf blades of wheat, obtained as a result of interspecific crossings] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. [Achievements of science and technology of agribusiness]. 2018. Vol. 32(9). Pp. 32-36.

Информация об авторах

Геворкян Маргарита Мартиновна, канд. биол. наук, н. с.
E-mail: m_13@list.ru

Бабосха Александр Валентинович, д-р. биол. наук, зав. лабораторией

E-mail: phimmunitet@yandex.ru

Глухова Любовь Ивановна, н. с.

Упелниек Владимир Петрович, канд. биол. наук, директор, зав. отделом

E-mail: vla-upelniek@yandex.ru

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

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

Information about the authors

Gevorkyan Margarita Martinovna, Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: m_13@list.ru

Babosha Aleksandr Valentinovich, Dr. Sci. Biol., Head of Laboratory

E-mail: phimmunitet@yandex.ru

Glukhova Lyubov Ivanovna, Researcher

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

E-mail: vla-upelniek@yandex.ru

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

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

Л.П. Калмыкова

Н. С.

П.О. Лошакова

канд. биол. наук, н. с.

А.В. Фисенко

канд. биол. наук, ст. н. с.

О.А. Щуклина

канд с/х наук, ст. н. с.

Т.С. Вайншенкер

канд. техн. наук, зав. сектором

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Библиотека по естествен-
ным наукам Российской академии наук (БЕН)

РАН, Москва

Н.П. Кузьмина

Н. С.

В.П. Упелниек

канд. биол. наук, директор, зав. отделом

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Главный ботанический сад

им. Н.В. Цицина РАН, Москва

Гибриды младших поколений (*×Trititrigia × Elymus farctus*) *× Triticum aestivum*

В Главном ботаническом саду РАН в рамках исследований по интрогрессии наследственного материала диких сородичей в геном мягкой пшеницы проводится работа по получению и изучению гибридов (*×Trititrigia × Elymus farctus*) с *Triticum aestivum*. (*×Trititrigia × Elymus farctus*) – гибрид многолетней пшеницы с пыреем ситниковым. В гибридизации с мягкой пшеницей участвуют перспективные формы из потомства этого гибрида. Мягкая пшеница, используемая в скрещиваниях, это яровые пшенично-пырейные гибриды (ППГ) селекции Главного ботанического сада, а также серия телоцентрических линий сорта *Chinese Spring* и другие сорта яровой пшеницы. Основное внимание в статье уделено изучению технологических свойств зерна двух гибридов третьего поколения (*×Trititrigia × Elymus farctus*) с яровыми ППГ. По ряду показателей качества зерна изученные гибриды имеют статистически достоверные отличия от родительских форм и стандарта. В целом оба изученных гибрида достоверно уступили стандартному сорту только по одному показателю – числу падения. По остальным физико-химическим показателям качества зерна полученные гибридные формы соответствовали, либо даже достоверно превзошли стандартный сорт. Характерная их особенность – очень высокое содержание клейковины (47,1 - 47,8%) хорошего качества, что определяет их питательную ценность и способность при выпечке давать хлеб хорошего и отличного качества без применения искусственных улучшителей. Таким образом, получение и изучение гибридов (*×Trititrigia × Elymus farctus*) с мягкой пшеницей является перспективным направлением селекционных работ по улучшению мягкой пшеницы.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, яровые пшенично-пырейные гибриды, многолетняя пшеница, качество зерна, клейковина.

L.P. Kalmykova

Researcher

P.O. Loshakova

Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: pavlaloshakova@mail.ru

A.V. Fisenko

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

O.A. Shchuklina

Cand. Sci. Agric., Senior Researcher

T.S. Vineshanker

Cand. Sci. Technic., Head of Sector

Federal State Budgetary Institution for Science

Library for Natural Sciences of the Russian

Academy of Sciences (LNS) RAS, Moscow

N.P. Kuzmina

Researcher

V.P. Upelniiek

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

Federal State Budgetary Institution for Science

Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

Hybrids of younger generations (*×Trititrigia × Elymus farctus*) *× Triticum aestivum*

Within the framework of studies on the introgression of hereditary material of wild relatives in the genome of common wheat, work is underway in the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences on the production and studying of hybrids (*×Trititrigia × Elymus farctus*) with *Triticum aestivum*. (*×Trititrigia × Elymus farctus*) – a hybrid of perennial wheat with wheatgrass. Perspective forms from the progeny of this hybrid are involved in hybridization with soft wheat. Soft wheat used in crosses is spring wheat-wheatgrass hybrids of the selection of the Main Botanical Garden, as well as a series of telocentric lines of the Chinese Spring variety and other spring wheat varieties. The main attention is paid to the study of the technological properties of the grain of two third-generation hybrids (*×Trititrigia × Elymus farctus*) with spring wheat-wheatgrass hybrids. For a number of grain quality indicators, the studied hybrids have statistically significant differences from parent forms and standard. In general, both studied hybrids were reliably inferior to the standard variety by only one indicator – the number of falls. According to other physical and chemical indicators of grain quality, the obtained hybrid forms corresponded or even reliably exceeded the standard variety. Their characteristic feature is a very high gluten content (47.1 – 47.8%) of good quality, which determines their nutritional value and the ability to bake bread of good and excellent quality without the use of artificial improvers. Thus, the production and study of hybrids (*×Trititrigia × Elymus farctus*) with soft wheat is a promising area of breeding work to improve soft wheat.

Keywords: spring soft wheat, spring wheat- wheatgrass hybrids, perennial wheat, *Trititrigia*, *Elymus farctus*, grain quality, gluten.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1037

В течение целого столетия, несмотря на значительные достижения в этой области, сохраняется интерес к работам по интрогрессии в геном культурной пшеницы наследственного материала её диких сородичей. Основная цель – получение сортов пшеницы, способных противостоять ухудшающейся экологической обстановке и агрессивным возбудителям болезней злаков [1-3]. Немаловажно при этом сохранить питательные и вкусовые свойства одной из основных продовольственных культур. Существенные успехи в этой области достигнуты в Главном ботаническом саду РАН. Данная статья посвящена созданию и изучению новых пшенично-пырейных гибридов с участием пырея ситникового, впервые полученных в Главном ботаническом саду РАН в результате многоступенчатых скрещиваний (*×Trititrigia × Elymus farctus*) *× Triticum aestivum*.

Работа по получению гибридов в комбинации (*×Trititrigia × Elymus farctus*) *× Triticum aestivum* преследовала следующую цель: за счет мягкой пшеницы сократить продолжительность вегетационного периода и улучшить обмолот вновь полученных гибридов, сохранив при этом положительные черты f-гибридов (качество зерна и толерантность к полевым инфекциям).

Материалы и методы

Работу проводили на опытных полях ГБС РАН (с. Рождествено, Московская область) на дерново-подзолистых суглинистых почвах. Материал для исследования – *×Trititrigia* (многолетняя пшеница) М 169 селекции отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН, в родословной которой присутствуют *Elytrigia intermedia*, *E. elongata* и одна из первых многолетних пшениц – М2. *Elymus farctus* (Viv.) Runemark ex Melderis = *Elytrigia juncea* (L.) Nevski (пырей ситниковый) – образец, полученный по делекту-су из Франции (2n=70). Гибриды *×Trititrigia × Elymus farctus*, которые мы, для краткости, называем f-гибридами, – потомство 63-хромосомного многолетнего гибрида первого поколения [4]. Мягкая пшеница – *Triticum*

aestivum L. – представлена яровыми ншненчно-пырейными гибридами селекции ГБС РАН – ППГ 199, ППГ 269 и ППГ 107, выбор которых для скрещивания был обусловлен совпадением по срокам цветения с материнскими растениями, а также серий теллоцентрических линий сорта Chinese Spring, которые в ранее проведенных экспериментах показали хорошую скрещиваемость с f-гибридами [5]. Скрещивания также проводились с районированными сортами яровой пшеницы из коллекции Главного ботанического сада – Амир, Дарья, Иргина, Казахстанская, Омская 36, Полюшко, Приокская, Чагытай, Эстер и сортом селекции ГБС – Ботаническая 3. Основными параметрами для выбора перечисленных сортов пшеницы были скороспелость и плотный колос. Яровые пшенично-пырейные гибриды в скрещиваниях использовали как опылители. При гибридизации теллоцентриков Chinese Spring с f-гибридами мягкая пшеница, наоборот, была использована в качестве материнской формы. При скрещивании f-гибридов с сортами мягкой пшеницы, последняя служила как материнским растением, так и опылителем. Качество зерна изучалось у двух образцов третьего поколения f-гибридов *×* ППГ урожая 2018 г, имевших количество материала, достаточное для анализа. Изучали гибриды № 1 (f9714 *×* ППГ107) и № 2 (f9714 *×* ППГ 269). F 9714 – один из наиболее перспективных образцов шестого поколения f-гибридов. Происхождение ППГ107 – № P876×Энита, ППГ269 – Ботаническая 3×ППГ 173. Гибриды выращивали на пятиметровых делянках, норма высева 110 г, посев проводили сеялкой СМ 16. Погода лета 2018 г, за исключением кратковременной весенней засухи, была благоприятной для яровых злаков. Изучение качества зерна гибридов проводили в соответствии с действующими стандартами. Помол зерна проводили на мельнице Квадрумат-Юниор с получением муки 70% выхода. Показатель седиментации определялся по методике Госкомиссии с использованием 2% раствора ледяной уксусной кислоты (модификация метода Зелени). Упругость клейковины определяли на приборе ИДК-1М. Пробную лабораторную выпечку проводили по методике Госкомиссии безопарным способом без

улучшителей [6]. В связи с ограниченным количеством материала, хлеб выпекали полумикрометодом с сохранением рецептуры и процесса тестоведения с соответствующим уменьшением весовых значений ингредиентов. Рецепт теста: 50 г муки, 1,5 г прессованных дрожжей, 2 г сахара, 0,65 г соли. Замес теста проводили на тестомесилке типа Свансона. В процессе брожения теста проводили две перебивки. Первая – через 90 мин, вторая – через 150 мин, формовка после 180 мин от начала брожения. Перед формовкой тесто взвешивали и делили на два равных куска, каждый из которых формовали и помещали в формы. Расстойка теста проходила в формах до готовности к посадке в печь. Выпекали хлеб в течение 15 мин при температуре 230 °С. Анализ хлеба проводили через 18 ч. с пересчетом объемного выхода хлеба на 100 г муки. Оценку хлебопекарного качества образцов, приготовленных из гибридов, проводили в соответствии с классификационными нормами Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (ныне ВЦОКС) (по Е.М. Белоусовой) [7]. Оценку качества хлеба проводили по шкале, применяемой для данной методики выпечки хлеба [6]. Данные по массе 1000 зерен приводятся в пересчете на сухое вещество. Статистическая обработка проводилась по Б.А. Доспехову [8].

Результаты и обсуждение

Н.В. Цицин с сотрудниками проводили гибридизацию многолетней пшеницы с мягкой для получения форм многолетней пшеницы с колосьями пшеничного типа, а также для получения форм однолетней яровой и озимой

пшеницы, имеющих отдельные признаки, контролируемые генами пырея. Они пришли к заключению, что в этой комбинации гибридизация с озимой пшеницей осуществляется легче, чем с яровой и в дальнейшем использовали для скрещиваний озимую пшеницу [1]. Первые яровые ППГ получали из гибридов младших поколений пшеницы с пыреем, скрещенных с сортами озимой, а затем яровой пшеницы [9,10]. В нашей работе с мягкой пшеницей скрещивали более сложный гибрид, содержащий генетический материал разных видов пырея. Гибридизацию с яровыми пшенично-пырейными гибридами, которые во всех комбинациях скрещивания были опылителями, проводили в 2015 г, первое поколение было выращено в 2016 г. Изучение полученных образцов показало перспективность дальнейшей работы в этом направлении. У растений в F₁ заметно улунился обмолот, уменьшилась продолжительность периода вегетации и улучшилось качество зерна гибридов по сравнению с яровыми ППГ, вовлеченными в скрещивания [5].

Изучение гибридов третьего поколения из комбинации скрещивания f-гибридов × яровые ППГ проводили на образцах урожая 2018 г. В таблице 1 представлены некоторые количественные морфологические показатели этих гибридов. В числителе приводятся предельные значения признака, в знаменателе – средние значения. Из таблицы 1 видно, что по всем изученным морфологическим признакам полученные гибриды разнообразны, что даёт материал для дальнейшей селекционной работы.

В 2015 г были проведены скрещивания f-гибридов и телоцентрических линий сорта Chinese Spring. Гибридные зерновки были получены в четырех комбинациях (табл. 2).

Таблица 1. Основные количественные морфологические показатели гибридов третьего поколения (xTrititrigia x Elymus farctus) x яровые ППГ, урожай 2018 г.

№№ пп	Комбинация скрещивания	Число образцов, шт.	Высота растения, см	Число продуктивных побегов, шт.	Длина колоса, см	Число колосков, шт.	Число цветков, шт.	Число зерновок, шт.
1	f9714 x ППГ107	10	<u>62 - 103</u> 82,8	<u>3 - 11</u> 8,1	<u>8 - 12</u> 9,5	<u>16 - 20</u> 17,2	5	<u>26 - 48</u> 34,9
2	f9714 x ППГ269	10	<u>64 - 105</u> 87,8	<u>2 - 11</u> 4,7	<u>7 - 11</u> 9,5	<u>13 - 21</u> 17,1	<u>4-6</u> 5,0	<u>21 - 47</u> 36,1
3	f9714 x ППГ199	10	<u>72 - 108</u> 86,7	<u>3 - 11</u> 5,7	<u>7 - 12</u> 9,45	<u>11 - 19</u> 15,2	5	<u>17 - 37</u> 30

Таблица 2. Результаты скрещивания (Trititrigia × Elymus farctus) с телоцентриками сорта мягкой пшеницы Chinese Spring

Комбинация скрещивания	Число опыленных цветков	Число завязавшихся зерновок	Завязывание семян, %
Chinese Spring ditelo-7BL × f 7214	30	28	93,33
Chinese Spring ditelo-5BL × f 4714	28	14	50,00
Chinese Spring ditelo-6AL × f 4814	16	2	12,50
Chinese Spring ditelo-7BL × неизвестный образец f-гибрида	32	11	34,38

Отдаленная гибридизация

Взятые в качестве материнских форм телоцентрики Chinese Spring неотличимы морфологически от исходного сорта Chinese Spring. Полученные на их основе гибридные растения F_1 по строению колоса и трудности обмолота занимали промежуточное положение между родителями, но изучения структуры урожая не проводилось.

В F_2 , а затем в F_3 наблюдалась картина интенсивного формообразовательного процесса: выщеплялись растения, морфологически близкие к мягкой пшенице, а также промежуточные формы, и формы, несущие большое количество признаков пырея. Начиная с F_3 , гибриды, уклоняющиеся в сторону «дикарей» (с трудным обмолотом, мелким зерном, позднеспелые, с неравномерным выколашиванием), в ходе селекционных отборов, как правило, подвергались выбраковке, так как в их потомстве вероятность отбора форм, сочетающих легкий обмолот с другими селекционно-ценными признаками, невысока.

Все растения F_1 при посеве в сроки, стандартные для яровой пшеницы, были яровыми. В F_2 во всех 4-х гибридных комбинациях с участием телоцентриков Chinese

Spring, кроме яровых, выщеплялись также озимые (не выколашивались по поздней осени) и полуозимые (выколашивание начиналось в августе-сентябре) растения. Озимые растения пересаживались на поле озимой мягкой пшеницы, где отмечалась зимостойкость и велись дальнейшие наблюдения. Потомство F_3 отдельных озимых растений, выделенных из гибридных популяций F_2 , отличалось в 2019 г. на фоне сильного поражения посевов озимой пшеницы снежной плесенью, высокой зимостойкостью (выше стандартного сорта Московская 39).

Также в 2019 г. среди яровых форм F_3 и F_4 на фоне поражения яровой пшеницы бурой ржавчиной выделены иммунные к этому заболеванию растения с легким обмолотом, морфологически приближающиеся к мягкой пшенице. Так как исходная родительская форма – сорт Chinese Spring – не имеет иммунитета к бурой ржавчине и, тем более, зимостойкости, можно предположить, что эти признаки унаследованы от f-гибридов, взятых как отцовские формы при скрещивании; что подтверждает их исключительную ценность не только с точки зрения

Таблица 3. Результаты гибридизации *Trititrigia* × *Elymus farctus* с яровой мягкой пшеницей, 2017 г.

Комбинация скрещивания	Число опыленных цветков, шт.	Число завязавшихся зерновок, шт.	Завязывание семян, %
Ботаническая3 × f 9714	106	15	14,15
Эстер × f 9714	86	7	8,14
Эстер × F_1 (1/3 × Мутант 353)	28	6	21,43
Иргина × f 9714	31	14	45,16
Полюшко × f 9714	48	6	12,5
Приокская × F_1 (1/3 × Мутант 353)	32	12	37,5
Дарья × f 9714	64	8	12,5
Амир × f 9714	38	2	5,26
10305/13-18 × Омская 36	52	4	7,7
10405/16-2 × Ботаническая 3	32	0	0
10305/13-34 × Полюшко	28	0	0
10405/16-4 × Казахстанская	30	2	6,66
10305/13-38 × Омская 36	24	1	4,17
10405/16-2 × Омская 36	20	2	10,0
10305/13-36 × Чагытай	24	3	12,5
10405/16-3 × Ботаническая 3	24	3	12,5
10305/13-38 × Омская 36	28	3	10,71
10305/13-40 × Казахстанская	28	1	3,57
10305/13-13 × Полюшко	54	5	9,26
(1/3 × Мутант 353) × Омская 36	28	1	3,57
10405/16-2 × Омская 36	30	1	3,33
10305/13-8 × Ботаническая 3	26	0	0
{ F_2 (10705/75-4 × 10405/16-2)} × Полюшко	34	2	5,88
{ F_1 (1/3 × f 9714)} × Омская 36	24	3	1,25

улучшения хлебопекарных свойств, но и в качестве источника селекционно-ценных генов, таких как устойчивость к заболеваниям, зимостойкость и т.д.

При скрещивании f-гибридов с сортами мягкой пшеницы, последняя служила как материнским растением, так и опылителем. Сорта пшеницы подбирали по признакам скороспелости и плотности колоса. В таблице 3 представлены результаты гибридизации шестого поколения f-гибридов с яровой мягкой пшеницей, проводившейся в 2017 г. Процент удач в комбинациях, где пшеница была материнским растением, оказался несколько выше, чем в реципрокных комбинациях. Гибридные зерновки имели хорошую всхожесть. Растения первого поколения были выращены рассадой в 2018 г. Все растения были фертильными, что позволило в текущем году получить гибриды второго поколения.

При гибридизации культурной пшеницы с дикорастущими злаками потомству могут передаваться неудовлетворительные технологические качества их зерна. Поэтому изучение качественных характеристик зерна гибридов было начато с ранних стадий селекционного процесса.

Качество зерна гибридных образцов (f 9714 × яровые ППГ) было изучено впервые по отдельным показателям на материале урожая 2016 г. Оценивали зерно растений первого поколения в сравнении с родительскими формами. Изучение качества зерна родительских форм f 9714, ППГ 107 и ППГ 269 проводилось ранее. Технологические свойства зерна f 9714-материнская форма – были изучены на материале урожая 2015 и 2016 гг. [5,11]. Несмотря на младшие поколения – F₃ и F₆ – и различные условия в период вегетации f 9714 сформировал высокую массовую долю клейковины в муке (40%) – I группы качества. По показателю седиментации f 9714 (урожай 2015 г) классифицировался как пшеница с хорошим качеством клейковины, а по общей хлебопекарной оценке отвечал требованиям хорошего филлера. Качество зерна урожая 2016 г оценивалось только по физико-химическим показателям. По седиментационной характеристике (65 мл) – f 9714 определялся как сильная пшеница [5]. В качестве отцовских растений (опылителей) использовали яровые пшенично-пырейные гибриды ППГ 107 и ППГ 269 селекции ГС РАН. Выбор пшенично-пырейных гибридов был обусловлен периодом цветения, который совпадал с цветением f 9714. Пшенично-пырейные гибриды имеют различное происхождение и относятся к разным категориям качества. По определяющему показателю хлебопекарных свойств – содержанию и качеству клейковины в муке (по средним данным за предыдущие пять лет) – лучшие результаты у ППГ 107 – 35,5%, у ППГ 269 – 32,8% в основном II группы качества. По общей хлебопекарной оценке за годы исследований пшенично-пырейные гибриды оценивались по-разному – от удовлетворительного филлера до ценной пшеницы, но более высокие оценки были у ППГ 107 (неопубликованные данные). Оценка качества зерна гибридов № 1 (f 9714 × ППГ 107) и № 2 (f 9714 × ППГ 269) урожая 2016 г. в сравнении с родительскими формами из-за ограниченного количества материала проводилась по

физико-химическим показателям. Гибриды имели высокую массу 1000 зерен № 1 – 41,02 г, № 2 – 37, 2 г. Показатель седиментации (определение проводили микрометодом) гибрида № 1 – 7,8 мл – характерен для зерна сортов с хорошим качеством клейковины, № 2 – 6,0 мл – для пшеницы с клейковиной среднего качества. Оба гибрида в 2016 г сформировали высокую массовую долю клейковины в муке – № 1 – 40,0%, № 2 – 33, 7% II группы качества [5].

Одна из причин, по которой была продолжена работа с описанными выше гибридами – высокая массовая доля клейковины, содержащейся в муке гибридов, количество и качество которой определяют хлебопекарную ценность муки, а, следовательно, и зерна, из которого она получена.

Изучение качества зерна гибридов f 9714 с яровыми ППГ было продолжено на материале F₃ урожая 2018 г. В качестве стандарта был взят яровой сорт Лада. Физико-химические показатели, косвенно характеризующие мукомольные свойства зерна и хлебопекарные качества муки, полученной из этого зерна, а именно: масса 1000 зерен, стекловидность, число седиментации, массовая доля и качество клейковины, число падения – определяли после прохождения послеуборочного дозревания в соответствии с действующими стандартами. Пробную лабораторную выпечку проводили по методике Госкомиссии безопарным способом без улучшителей [6]. В связи с ограниченным количеством материала хлеб выпекали полу-микрометодом с сохранением рецептуры и процесса тестоведения с соответствующим уменьшением весовых значений ингредиентов. Зерно гибридных образцов № 1 (f 9714 × ППГ 107) и № 2 (f 9714 × ППГ 269) красное, по форме овально-удлиненное, с широкой, но не глубокой бороздкой. Зерно гибрида № 1 среднестекловидное с высокой массой 1000 зерен – 34,1 г, гибрида № 2 низкостекловидное, масса 1000 зерен высокая – 30,5 г. У материнской формы f 9714 зерно красное, овально-удлиненное, низкостекловидное с выше средней массой 1000 зерен (26,6 г). У отцовских форм зерно красное овальное, у ППГ 107 с высокой массой 1000 зерен (40,2 г), у ППГ 269 – низкостекловидное, масса 1000 зерен высокая – 32,0 г. Данные по массе 1000 зерен приводятся в пересчете на сухое вещество.

Погодные условия являются одним из определяющих факторов в формировании качества зерна. Избыточное увлажнение, особенно в предуборочный период, приводит к прорастанию зерна на корню, обусловленное повышенной активностью амилолитических ферментов (особенно α-амилазы), что снижает хлебопекарные качества зерна пшеницы. Степень повреждения зерна при прорастании определяется показателем числа падения. Метеорологические условия 2018 г для роста и развития яровых культур были в основном благоприятными. Температура воздуха в летний период и минимальное количество осадков в предуборочный период позволили изученным гибридам сформировать полноценное зерно. Число падения у гибридов и родительских форм было в пределах требуемой нормы – 150 – 200 с.

Косвенным методом, классифицирующим мягкую пшеницу по «силе» муки, является седиментационная характеристика. Принцип метода основан на способности клейковинных белков набухать в слабых растворах кислот. Показатель седиментации определялся по методике Госкомиссии с использованием 2% раствора ледяной уксусной кислоты (модификация метода Зелени). По степени набухания муки в растворе кислоты судят о количестве и качестве клейковины, содержащейся в муке. Клейковина сильной пшеницы хорошо набухает и имеет высокие значения показателя седиментации, слабая пшеница набухает мало и соответственно имеет низкие показатели. В использованной нами модификации число седиментации колеблется в пределах от 10 до 80 мл. По седиментационной характеристике гибриды – № 1 – 35 мл и № 2 – 28 мл – сформировали среднюю по «силе» клейковину, f 9714 – 45 мл, ППГ 107 – 40 мл – хорошую, а ППГ 269 – слабую клейковину при среднем значении «силы» у стандарта Лада – 32 мл.

Гибриды № 1 (f 9714 × ППГ 107) и № 2 (f 9714 × ППГ 269) урожая 2018 г (F₃) содержали значительно больше клейковины в муке: № 1 – 47,1%, № 2 – 47,8%, чем в муке из зерна урожая 2016 г (F₁) – № 1 – 42,6%, № 2 – 40%, но по качеству они перешли из первой во вторую группу. Родительские формы в 2018 г также сформировали более высокую массовую долю клейковины в муке, превысив показатели урожая 2016 г: f 9714 на 5% (40%), ППГ 107 – на 7,2% (25%). Наименьшее превышение у ППГ 269 – 0,4% (25,7%). Превышение у стандарта Лада – 0,9% (27,4%). Все образцы имеют II группу качества (в скобках указано содержание клейковины в муке в образцах урожая 2016 г) [5].

Основными характеристиками качества клейковины являются её физические свойства: упругость, эластичность и растяжимость.

Упругость определялась на приборе ИДК-1М. В соответствии с показаниями прибора, клейковина, как гибридных номеров, так и родительских форм урожая 2018 г по показателям ИДК 84-95 единиц относится ко II группе качества и определяется как удовлетворительная, слабая.

Об эластичности судят по степени и скорости восстановления первоначальной длины или формы кусочка клейковины после её растягивания или надавливания

пальцами руки. У изученных образцов клейковина по эластичности – хорошая.

По растяжимости (свойство клейковины растягиваться в длину) клейковина всех образцов характеризуется как средняя (13–17 см). Наименьшая растяжимость у f 9714 и ППГ 107 – 13 см, наибольшая – у образца № 2 – (f 9714 × ППГ 269) – 17 см.

По цвету клейковина в муке изученных образцов светлая с желтоватым оттенком у f 9714 и гибридов № 1 и № 2.

Физические свойства клейковины определяют хлебопекарные качества муки, которые проявляются при выпечке хлеба и выражаются показателями объема, внешнего вида и состояния мякиша хлеба. Пробная выпечка хлеба – это основной метод оценки хлебопекарных достоинств муки из зерна мягкой пшеницы. Оценка хлебопекарных качеств муки гибридных образцов № 1 и № 2 проводилась впервые на материале урожая 2018 г.

По результатам пробной выпечки (табл. 4) более высокими хлебопекарными качествами обладает гибрид № 1. По объемному выходу хлеба он превышает гибрид № 2 на 80 см³. Различаются гибриды и по внешнему виду хлеба (рис. 1). Поверхность хлеба из муки, полученной из зерна гибрида № 1, гладкая, форма овальная. У хлеба из муки, полученной из зерна гибрида № 2, поверхность ровная, форма полуовальная. Оба образца из гибридов № 1 и № 2 имеют светло-коричневый цвет корки, но у хлеба из гибрида № 2 он бледнее. Мякиш хлеба у гибридов эластичный, хорошо восстанавливаемый, с мелкой тонкопесточной пористостью, но по цвету мякиша они различаются. У хлеба из гибрида № 1 мякиш светлый с слегка желтоватым оттенком, у гибрида № 2 – светлый, но с желтовато-сероватым оттенком, что снизило оценку по этому показателю (сероватый оттенок мякиша также наблюдался у отцовской формы этого гибрида – ППГ 269). Вкус и аромат хлеба из муки гибридов № 1 и № 2 соответствуют пшеничному хлебу. По общей хлебопекарной оценке гибрид № 1 классифицируется как сильная пшеница – 4,5 балла (удовлетворительный улучшитель). Гибрид № 2 – 4,1 балла – как ценная пшеница.

По хлебопекарным свойствам мука из зерна исходных родительских форм оценивалась по-разному. Хлебопекарное качество муки из зерна отцовских форм – ППГ 107 и ППГ 269 имело существенные отличия. По объемному



Рис. 1. Формовый хлеб из муки зерна родительских форм f 9714, ППГ 107, ППГ 269 и их гибридов урожая 2018 г.

Таблица 4. Физико-химические показатели качества зерна и хлебопекарные свойства муки из зерна родительских форм f 9714, ППГ 107, ППГ 269 и их гибридов урожая 2018 г.

Образец	Масса 1000 зерен, г	Число седиментации, мл	Число падения, с	Клейковина		Хлебопекарная оценка муки				
				Массовая доля, %	Качество, ед. ИДК	Объемный выход хлеба, см ³	Внешний вид хлеба, балл	Пористость мякиша, балл	Цвет мякиша, балл	Общая хлебопекарная оценка, балл
Лада, st	32,4	32	192	38,5	86	580	4,3	5	3	4,3
f 9714	26,6	45	162	45,0	84	640	4,3	4	4	4,3
ППГ 107	40,2	40	182	32,2	85	660	4,3	4,5	4,5	4,5
ППГ 269	32,0	14	154	26,1	89	480	4,0	5	3	3,8
f 9714 x ППГ 107 (№1)	34,1	35	166	47,1	87	660	4,3	5	4	4,5
f 9714 x ППГ 269 (№ 2)	30,5	28	153	47,8	95	540	4,0	5	3,5	4,1
НСР 05	4,7	11,3	16,5	9,3	6,6	77	0,16	0,44	0,64	0,72

выходу хлеба ППГ 107 (660 см³) на 180 см³ превышал объем хлеба ППГ 269 (480 см³) и определяется как сильная пшеница, ППГ 269 – как слабая пшеница. По оценке внешнего вида хлеба (форма, поверхность хлеба, цвет корки) разница была небольшая: на 0,3 балла выше у ППГ 107. Мякиш у образцов эластичный, хорошо восстанавливаемый, с мелкой тонкостенной пористостью, светлый, но у ППГ 269 сероватый оттенок мякиша снизил оценку по этому показателю до трех баллов. По общей хлебопекарной оценке ППГ 107 (4,7 балла) отвечает требованиям сильной пшеницы, ППГ 269 (3,8 балла) – хорошего филлера.

У гибридов № 1 и № 2 одна и та же материнская форма – f 9714. По общей хлебопекарной оценке f 9714 классифицировался как ценная пшеница.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Соотношение физико-химических показателей качества зерна и хлебопекарных достоинств муки из зерна гибридов № 1 (f 9714 × ППГ 107), № 2 (f 9714 × ППГ 269) и родительских форм – f 9714, ППГ 107, ППГ 269 складывалось по-разному.

По массе 1000 зерен изученные гибриды занимают промежуточное положение относительно родительских форм, а по массовой доле клейковины в муке наблюдают большие различия.

Гибрид № 1 по содержанию клейковины в муке (47,1%) превысил материнскую форму f 9714 (45%) на 2,1%, а отцовскую – ППГ 107 – на 14,9%. Превышение по массовой доле клейковины в муке у гибрида №2 (47,8%) на 2,8% над отцовской формой – ППГ 269 (26,6%) и на 21,7% над материнской формой f 9714.

Таким образом, гибриды № 1 и № 2 в 2018 г. сформировали высокую массовую долю клейковины в муке,

превысив по этому показателю родительские формы. Наибольшее превышение у гибрида № 2 (f 9714 × ППГ 269).

Хлебопекарные качества гибрида №1 (f 9714 × ППГ 107) по объемному выходу хлеба (660 см³) и общей хлебопекарной оценке 4,5 балла имеют равноценные показатели с отцовской формой ППГ 107, превысив эти показатели на 20 см³ по объемному выходу хлеба и на 0,2 балла по общей хлебопекарной оценке материнскую форму f 9714. По общей хлебопекарной оценке гибрид № 1 определяется как сильная пшеница (удовлетворительный улучшитель), при таком же показателе качества у отцовской формы – ППГ 107 и более высокой оценкой, чем у материнской формы f 9714 (ценная пшеница).

Гибрид № 2 (f 9714 × ППГ 269) по объемному выходу хлеба 540 см³ на 100 см³ меньше f 9714 материнской формы (640 см³), но на 60 см³ больше ППГ 269 (480 см³) – отцовской формы. По общей хлебопекарной оценке гибрид № 2 (f 9714 × ППГ 269) определяется как ценная пшеница, как и материнская форма f 9714, а ППГ 269 отвечает требованиям хорошего филлера. Стандартный сорт Лада по общей хлебопекарной оценке классифицируется как ценная пшеница.

Следовательно, гибриды № 1 (f 9714 × ППГ 107) и № 2 (f 9714 × ППГ 269) за время изучения показали себя как образцы, способные формировать высокую массовую долю клейковины хорошего качества, превышая по этому показателю исходные формы, что определяет их питательную ценность и способность при выпечке давать хлеб хорошего и отличного качества без применения искусственных улучшителей.

Однако, наиболее перспективным по качеству зерна гибридом для проведения дальнейших работ по его совершенствованию и использованию в дальнейшей селекционной работе, является гибрид № 1 (f 9714 × ППГ 107).

Заключение

Таким образом, на примере гибридизации одного из перспективных образцов f-гибридов с яровыми ППГ видно, что хорошее качество зерна у новых гибридов сохраняется уже на протяжении трех поколений. По ряду показателей качества зерна изученные гибриды имеют статистически достоверные отличия от родительских форм и стандарта (табл. 4). Гибрид №1 (f 9714 x ППГ 107) имеет статистически значимое превышение над материнской формой f 9714 по массе 1000 зерен и пористости, над стандартом Лада – по объемному выходу хлеба, внешнему виду и цвету мякиша, а над отцовской формой ППГ 107 по пористости и массовой доле клейковины в муке, но уступает отцовской форме по массе 1000 зерен, а стандартному сорту Лада – по числу падения. Гибрид №2 (f 9714 x ППГ 269) достоверно превосходит материнскую форму f 9714 по оценке пористости мякиша, стандартный сорт – по массовой доле клейковины, а отцовскую форму ППГ 269 – по массовой доле клейковины и по числу седиментации, однако уступает по числу седиментации материнской форме, а по числу падения – стандартному сорту Лада. В целом оба изученных гибрида достоверно уступили стандартному сорту только по одному показателю – числу падения, что, однако, можно объяснить тем, что взятые в гибридизацию исходные родительские формы также характеризовались невысоким значением этого признака. По всем остальным физико-химическим показателям качества зерна полученные гибридные формы соответствовали, либо даже достоверно превосходили стандартный сорт Лада. Характерная их особенность – очень высокое содержание клейковины (47,1-47,8%) в обеих комбинациях скрещивания, даже в случае использования низ клейковинного родителя (ППГ 269). По-видимому, высокое содержание клейковины у гибридов определяется генами «дикарей», полученными от материнской формы f 9714. Эта форма, таким образом, представляется перспективной в селекции мягкой пшеницы на качество зерна.

На основании изучения гибридных растений из комбинации Chinese Spring x f-гибриды выделены образцы, обладающие такими ценными качествами, не свойственными сорту Chinese Spring, как иммунность в отношении бурой ржавчины и зимостойкость выщепившихся озимых форм (выше стандартного сорта Московская 39).

Прямые и реципрокные скрещивания с участием перспективных форм f-гибридов и сортов яровой мягкой пшеницы показывают, что в этой комбинации завязывается вполне достаточное для проведения дальнейшей селекционной работы количество зерновок.

Из изложенного в данной статье следует, что избранное направление работы – скрещивание f-гибридов с мягкой пшеницей – является перспективным.

Работа выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН «Гибридизация у растений в природе и культуре; фундаментальные и прикладные аспекты» (№ 19-119012390082-6).

Список литературы

1. Цицин Н.В. Многолетняя пшеница. М.: Наука, 1978, 288 с.
2. Cui L., Ren Y.K., Murray T.D et all. Development of Perennial Wheat through Hybridization between Wheat and Wheatgrasses: a Review // Engineering. 2018 . Vol. 4, Is. 4. Pp.507-513.
3. Плотнокова Л.Я. Айдосова А.Т., Рыспекова А.Н., Мясников А.Ю. Интрогрессивные линии мягкой пшеницы с генами пырея удлинённого *Agropyron elongatum*, устойчивые к листовым болезням. // Вестн. ОмГАУ, 2014. № 4 (16). С.3-7.
4. Лошакова П.О., Фисенко А.В., Калмыкова Л.П., Кузнецова Н.Л., Упелниек В.П. Межродовые гибриды *x Trititrigia cziczinii x Elymus farctus* и перспективы их использования в селекции // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32, № 9. С. 29-31.
5. Лошакова П.О., Калмыкова Л.П., Фисенко А.В., Кузнецова Н.Л., Упелниек В.П. Новые формы пшенично-пырейных гибридов, полученных в ГБС РАН и перспективы их использования в селекции на качество зерна // Бюл.Гл.ботан.сада. 2017. Вып.203, № 2. С. 34-41.
6. Методические материалы государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Вып. 1- 2. М.: Колос, 1971, 57 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.,1988. 120 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 345 с.
9. Артемова А.С., Яковлев А.В. Селекция яровых пшенично-пырейных гибридов // Отдаленная гибридизация и полиплоидия. М.: Наука, 1970. С. 41-57.
10. Артемова А.С., Яковлев А.В., Дзюба А.М. Новые гибридные сорта яровой пшеницы // Проблемы отдаленной гибридизации. М.: Наука, 1979. С. 169-173.
11. Лошакова П.О., Калмыкова Л.П., Упелниек В.П. Качество зерна гибридов F₃, полученных от скрещивания НППИД с *Elymus farctus* Runevark ex Melderis. // Бюл.Гл. ботан. сада. 2016. Вып. 202, № 1. С. 52-56.

References

1. Tsitsin N.V. Mnogoletnyaya pshenitsa [Perennial wheat]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House "Science"], 1978, 288 p.
2. Cui L., Ren Y.K., Murray T.D., et all. Development of Perennial Wheat through Hybridization between Wheat and Wheatgrasses: a Review // Engineering. 2018. Vol. 4, Is. 4. Pp.507-513.
3. Plotnikova L.Ya. Aydosova A.T., Ryspekova A.N., Myasnikov A.Yu. Introgressivnye linii myagkoy pshenitsy s genami pyreya udlinennogo *Agropyron elongatum*, ustoychivye k listovym boleznyam [Introgressive lines of common wheat with wheatgrass genes of *Agropyron elongatum*, resistant to leaf diseases] // Vestnik OmGAU

[Bul. Omsk State Agrarian University]. 2014. N.4 (16). Pp. 3–7.

4. Loshakova P.O., Fisenko A.V., Kalmykova L.P., Kuznetsova N.L., Upelnik V.P. Mezhdovye gibrity x Trititrigia cziczinii x Elymus farctus i perspektivy ikh ispolzovaniya v selektsii [Intergeneric hybrids x Trititrigia cziczinii x Elymus farctus and prospects for their use in breeding] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Advances in science and technology of Agro-Industrial Complex]. 2018. Vol. 32, N. 9. Pp. 29-31.

5. Loshakova P.O., Kalmykova L.P., Fisenko A.V., Kuznetsova N.L., Upelnik V.P. Novye formy pshenichno-pyreynykh gibridov, poluchennykh v GBS RAN i perspektivy ikh ispolzovaniya v selektsii na kachestvo zerna [New forms of wheat-wheatgrass hybrids obtained at the MBG RAS and prospects for their use in breeding for grain quality] // Byul. Gl.botan.sada [Bul. Main Botanical Garden]. 2017. Is.203, N. 2. Pp. 34-41.

6. Metodicheskie materialy gosudarstvennoy komissii po sortoispytaniyu selskokhozyaystvennykh kultur [Methodological materials of the state commission for variety testing of agricultural crops]. Vyp. 1- 2 [Is. 1-2.] M.: Kolos [Moscow: Publishing House "Kolos"], 1971, 57 p.

7. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur [Methodology of state variety testing of crops]. M. [Moscow], 1988, 120 p.

8. Dospelkhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field Experience Methodology]. M.: Kolos [Moscow: Publishing House "Kolos"], 1985, 345 p.

9. Artemova A.S., Yakovlev A.V. Seleksiya yarovykh pshenichno-pyreynykh gibridov [Selection of spring wheat-wheatgrass hybrids] // Otdalennaya gibrizatsiya i poliploidiya [Remote hybridization and polyploidy]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House "Science"], 1970. P.41-57.

10. Artemova A.S., Yakovlev A.V., Dzyuba A.M. Novye gibridnye sorta yarovoy pshenitsy [New hybrid spring wheat varieties] // Problemy otdalennoy gibrizatsii [Remote Hybridization Issues]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House "Science"], 1979. Pp.169-173.

11. Лошакова П.О., Калмыкова Л.П., Упельник В.П. Качество зерна гибридов F5, полученных от скрещивания НППАД с Elymus farctus Runevark ex Melderis [Grain quality of F5 hybrids obtained by crossing the Incomplete Wheat - Wheatgrass Amphidiploids with Elymus farctus Runevark ex Melderis] // Byul.Gl.botan.sada [Bul. Main Botanical Garden]. 2016. Is. 202, N. 1. Pp.52-56.

Информация об авторах

Калмыкова Любовь Петровна, н. с.

Лошакова Павла Олеговна, канд. биол. наук, н. с.

E-mail: pavla.loshakova@mail.ru

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

н. с.

Щуклина Ольга Александровна, канд. с/х наук, ст. н.

с.

Вайншенкер Татьяна Станиславовна, канд. техн. наук, зав. сектором

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Библиотека по естественным наукам Российской академии наук (БЕН) РАН.

119991. Российская Федерация, Москва, ул. Знаменка, д. 11/11

Кузьмина Нина Петровна, н. с.

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

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

Kalmykova Lyubov Petrovna, Researcher

Loshakova Pavla Olegovna, Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: pavla.loshakova@mail.ru

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

Shchuklina Olga Alexandrovna, Cand. Sci. Agric., Senior Researcher

Wineshenker Tatyana Stanislavovna, Cand. Sci. Technic., Head of Sector

Federal State Budgetary Institution for Science Library for Natural Sciences of the Russian Academy of Sciences (LNS) RAS

119991. Russian Federation, Moscow, Znamenka Str., 11/11

Kuzmina Nina Petrovna, Researcher

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

Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main Botanical Garden RAS

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

Н.Л. Кузнецова

Н. С.

E-mail: gbsran@yandex.ru

О.И. Ермоленко

мл. н. с.

С.М. Градсков

канд. с.-х. наук, ст. н. с.

И.Н. Клименкова

мл. н. с.

Ф.И. Клименков

канд. с.-х. наук, мл. н. с.

Л.И. Иванова

н. с.

В.П. Упелниек

канд. биол. наук, директор, зав. Отделом

Федеральное государственное бюджетное

учреждение науки Главный ботанический сад

им.Н.В.Цицина РАН, Москва

Перспективы использования озимой тритикале из коллекции ГБС РАН в хлебопечении

Тритикале (*Triticosecale*) – новая сельскохозяйственная культура, создана в результате отдаленной гибридизации представителей родов *Triticum* и *Secale*. Тритикале удачно унаследовала положительные свойства ржи – нетребовательна к плодородию почвы, ее кислотности, зимостойка и засухоустойчива. Имеет ряд недостатков – высокостебельность, прорастание на корню, поражение корневыми гнилями. По технологическим свойствам зерно тритикале, выше свойств зерна ржи, но уступает показателям пшеницы. В работе приведены данные показывающие, возможность использования муки *Trititrigia cziczinii* Tsvl. в качестве улучшителя муки зерна тритикале. Установлено, что мука из зерна трититригии в пропорции 40:60 повышает технологические свойства последней и может использоваться как улучшитель зерна низкого качества.

Ключевые слова: отдаленная гибридизация, озимая тритикале, трититригия, клейковина, седиментация, хлеб, качество зерна.

N.L. Kuznetsova

Researcher

E-mail: gbsran@yandex.ru

O.I. Ermolenko

Junior Researcher

S.M. Gradskov

Cand. Sci. Agricult., Senior Researcher

I.N. Klimenkova

Junior Researcher

F.I. Klimentov

Cand. Sci. Agricult., Junior Researcher

L.P. Ivanova

Researcher

V.P. Upelniek

Cand. Sci. Biol, Director, Head of Department

Federal State Budgetary Institution for Science

Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow

Prospects for use in baking winter triticale from the collection of Tsitsin Main Botanical Garden RAS

Triticale, as a separate agricultural crop, was created by crossing wheat and rye and, as a result of selection, inherited positive dominant genes from rye in it - undemanding to soil fertility and acidity, winter hardy and drought-resistant. However, it also has a number of disadvantages - vysokostebennost, sprouting on the root, damage by root rot. According to the technological properties, triticale grain is higher than the properties of rye grain, but inferior to wheat. Using distant hybridization, wheat-wheatgrass hybrids were obtained by crossing wheat with different types of wheat grasses, which in turn greatly exceeded the biological and technological parameters of wheat (drought and frost resistance, resistance to phytopathogens, pests, soil and climatic conditions, level mineral nutrition, protein, gluten, etc.). The studies clearly show that flour from PPG grain when using flour from triticale grain in equal proportions can increase the technological properties of the latter and can be used as an improver for low-quality grain.

Keywords: hybridization department, winter triticale, gluten, sedimentation, bread.

Отдаленная гибридизация – один из важных методов селекции, позволяющий создавать новые виды и сорта сельскохозяйственных растений. В основе метода лежит принцип скрещивания растений, относящихся к различным видам или родам. Известно, что спонтанная панмиктичная отдаленная гибридизация сыграла существенную роль в формировании новых геномов и эволюции растений.

Значительный вклад в развитие отдаленной гибридизации был сделан Н.И. Вавиловым, который высоко ценил и всячески поддерживал работы И.В. Мичурина, Н.В. Цицина, А.И. Державина. [1]

Значение отдаленной гибридизации состоит в том, что она, как отмечал Н.В. Цицин, «позволяет сочетать ценнейшие свойства и признаки, далеко разобщенные в ходе многовековой истории, и создать огромное, ни с каким другим скрещиванием несравнимое, новое разнообразие гибридных потомков, представляющее колоссальный материал для применения искусственного отбора» [2].

Н.В. Цицин проводил обширные работы по изучению вопросов видо- и формообразования при отдаленной гибридизации растений, главным образом при гибридизации культурных растений с дикорастущими представителями семейства Роасеае. Результаты исследований, в нашей стране и за рубежом, свидетельствуют о высокой эффективности метода, позволяющего изменять структуру генома растения и создавать новые ценные виды, формы и сорта растений. Достижения будут еще более значительными, если исследования по отдаленной гибридизации будут проводиться в комплексе с другими науками.

Академиком Н.В. Цициным были разработаны положения по подбору пар при отдаленных скрещиваниях, вскрыты некоторые закономерности получения ценных форм гибридов, изучены важные вопросы, связанные с несовместимостью [3].

Среди крупнейших достижений селекционно-генетической науки XX века следует отметить создание на основе отдаленной гибридизации и полиплоидии новой зерновой и кормовой культуры, получившей название тритикале. Впервые пшеница с рожью была скрещена в 1875 г Вильсоном (Шотландия). Как известно, сорта пшеницы имеют ряд недостатков. Они требовательны к плодородию почвы и ее кислотности, недостаточно зимостойки и засухоустойчивы. Рожь лишена большинства этих недостатков, кроме того она сильно выделяется по признаку зимостойкости. В этой связи возникла задача объединить в гибриде ценные свойства пшеницы и ржи [4].

Сорта тритикале способны произрастать на бедных кислых почвах, более зимостойки, устойчивы ко многим грибным заболеваниям. Однако, они имеют ряд недостатков. Большинство из них, особенно полученные до 1975 г, были высокорослы и поэтому полегали, отличались морщинистостью зерна [5].

Необходимо отметить, что по урожайности зерна, массовой доле белка и незаменимых аминокислот в нем, пищевой и кормовой ценности сорта тритикале превосходят родительские формы, а по устойчивости к неблагоприятным условиям и болезням – пшеницу и не уступают

ржи. Качество зерна тритикале может различаться, что обусловлено высокой зависимостью питательной ценности от сортовых и генетических особенностей, а так же от агроэкологических особенностей возделывания [6].

Одним из важных недостатков сортов тритикале является низкое число падения и активная α -амилаза. Высокая активность этого фермента является причиной образования большого количества декстринов, расщепляющих крахмал и ослабляющих структуру теста.

Все исследуемые в работе гибридные формы озимой тритикале характеризуются высокой активностью α -амилазы и как следствие имеют число падения ниже 100 сек. Масса 1000 зерен у всех форм высокая – от 36,4 до 48,7 г. Однако удлиненная форма зерна и глубокая бороздка негативно сказываются на натуре зерна и выходе муки. По натурному весу и общей стекловидности все образцы уступают пшеницы. Колебания по натуре варьировали от 630-707 г/л, по общей стекловидности от 9-40 %. У пшеницы натурный вес более 800 г/л, стекловидность от 60-93%. [7] Крупность зерна в значительной мере определяет мукомольные и хлебопекарные качества, так как, чем крупнее зерно, тем больше содержится в нем эндосперма и, соответственно, больше выход муки [8].

Содержание клейковины и ее качество – важные показатели, характеризующие состояние белково-протеиназного комплекса. В состав клейковины входят такие белковые фракции, как проламины, обеспечивающие упругость и эластичность теста, и глютелины. Тритикале содержит много клейковинообразующих белков, чем превосходит рожь и приближается к пшенице. Содержание сырой клейковины в зерне тритикале невысокое, колебания составляют от 15,3 до 22,3%, что ниже, чем у пшенице [9].

Важнейшим показателем хлебопекарных качеств является седиментация – набухаемость муки в органических кислотах (уксусной, молочной). Чем выше показатель седиментации, тем выше качество клейковины и, следовательно, выше хлебопекарные качества сорта. Исследуемые формы тритикале имеют низкий показатель седиментации от 10 до 20 мл., что относит их к группе «слабых» по качеству [4].

Зерно тритикале совмещает полноценность белков ржи и хлебопекарные свойства пшеницы, что позволяет использовать данный злак в хлебопечении. Важно отметить, что производство муки из зерна тритикале не требует особых технологических условий для его размола [10].

Прямым методом определения хлебопекарных свойств является пробная лабораторная выпечка, которая несколько отличается технологическим процессом от выпечки из пшеничной муки [11, 12].

Цель исследования - изучить реологические свойства теста (объем, внешний вид, пористость, эластичность), полученного из смесей муки трех образцов озимой тритикале – 113, 6715, 11716 и трититригии 548, в соотношении 60:40. По результатам исследований определить общую хлебопекарную оценку смесей.

Для проведения исследований по выпечке образцов хлеба из смесей муки было проанализировано 35 образцов тритикале (урожай 2017-2018 гг.) по полной схеме с использованием пшеничной методики, а именно оценивали

Таблица. Хлебопекарные характеристики трех гибридов озимой тритикале и Т548

Сорт	В чистом виде					Смесь				
	Объем, см ³	Внешний вид, балл	Пористость, балл	Эластичность, балл	Общая хлебоп. оценка, балл	Объем, см ³	Внешний вид, балл	Пористость, балл	Эластичность, балл	Общая хлебоп. оценка, балл
113	280	3,8	3	3	2,9 (уд)	480	4,2	4	4	3,6 (вп.уд)
6715	260	4	3	3	3,0 (уд)	420	4,2	4	4	3,4 (вп.уд)
11716	260	4	3	3	3,0 (уд)	420	4,3	4	4	3,8 (хор)
Т548	560	4,5	4	5	4,1 (хор)	-	-	-	-	-

физико-химические показатели зерна, реологические свойства теста, проводили лабораторную выпечку.

Для размола использовали четырехвалковую мельницу Квадрумат-Юниор фирмы «Брабендер». Эта мельница обеспечивает получение муки 65-70% выхода. Лабораторную выпечку проводили полумикрометодом из 50 г муки. Состав ингредиентов такой же, как и для пшеницы. Замес теста проводили на микротестомесилке интенсивного типа в течение 1 мин. Процесс тестоведения отличался от пшеничной методики. Проводили одну перебивку – через 90 мин., через 30 мин. формовка. Далее – расстойка в формах до готовности и выпечка в течение 15 мин. при температуре 230°C.

Время образования и устойчивость теста из муки тритикале к замесу отличается более низкими значениями. Наличие в зерне тритикале особых слизей и активной α-амилазы обуславливает сильное разжижение теста.

По результатам пробной лабораторной выпечки выделены три образца озимой тритикале – №№113, 6715, 11716. Эти образцы имеют равномерную пористость, без пустот и уплотнений, хорошую эластичность мякиша. Тритикале №11716 отличается лучшей пористостью и отличной эластичностью. При этом данные образцы имеют удовлетворительную общую хлебопекарную оценку.

В связи с тем, что мука тритикале в чистом виде уступает по хлебопекарным качествам муке пшеницы, ранее были проведены успешные опыты по изучению использования смесей муки тритикале с пшеничной мукой. Учитывая, что многие формы Трититригии несомненно лучше пшеницы по хлебопекарным свойствам (содержание клейковины 32-48%, белка до 19%, «хорошие» и «отличные» хлебопекарные качества) в качестве улучшителя использовали форму Трититригии №548 (Т548). Соответственно, для опыта со смесями были использованы вышеперечисленные номера тритикале и образец Т548. Смесей состояли из муки тритикале и Т548 в соотношении 60:40 (Таблица). Как видно из таблицы по объему и внешнему виду (форма, поверхность, цвет корки) хлеб, выпеченный из смесей, приближался к характеристикам Т548 и превышал объем хлеба образцов тритикале в чистом виде на 160-200 см³. Все смеси имели равномерную тонкостенную пористость (4 балла), хорошую эластичность, а также вполне удовлетворительную и хорошую общую хлебопекарную оценку. Хлеб из смесей муки озимой тритикале и Т548 отличался лучшими хлебопекарными качествами и ароматом по сравнению с хлебом из муки исследованных тритикале.

Таким образом, показано, что озимые тритикале селекции ГБС РАН можно использовать в хлебопечении, как в чистом виде, так и в смеси с улучшителем Т 548. Установлено, что из трех испытанных вариантов смесей лучшим вариантом стала смесь муки с участием образца тритикале №11716. Выпеченный из нее образец хлеба получил хлебопекарную оценку «хорошо».

В перспективе предполагается продолжать работы по подбору новых более ценных по хлебопекарным характеристикам форм тритикале, разрабатывать новые эффективные смеси с использованием трититригии с целью получения совершенно нового сорта высококачественного хлеба, превосходящего пшеничный не только по питательной ценности (более высокое содержание белка, незаменимых аминокислот, витаминов и др.), но и по органолептическим и вкусовым свойствам.

Полученные в ГБС РАН селекционные формы озимой тритикале и трититригии представляют практический интерес в качестве новых сортов, а также исходного материала в селекции на качество зерна.

Работа выполнена в рамках Государственного задания ГБС РАН «Гибридизация у растений в природе и культуре: фундаментальные и прикладные аспекты»
(№19-119012390082-6)

Список литературы

1. Махалин М.А., Груздева Е.Д., Долгова С.П. Хлебопекарные качества гибридных гексаплоидных тритикале // Селекция отдаленных гибридов и полиплоидов. М., 1974. С. 81-85.
2. Николай Васильевич Цицин (1898-1980). Сборник статей, посвященный 115-летию со дня рождения. М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. 156 с.
3. Махалин М.А. Некоторые теоретические и методические аспекты создания новых высокопродуктивных озимых гибридных гексаплоидных тритикале // Теоретические и практические аспекты отдаленной гибридизации. М.: Наука, 1986. С. 15-24.
4. Шишлова Н.П. Физиолого-биохимические основы продуктивности и качества тритикале. Минск: Беларуская Навука, 2018. 201 с.
5. Махалин М.А., Любимова В.Ф. Отдаленная гибридизация и полиплоидия. Сборник статей, посвященный 70-летию со дня рождения академика Н.В. Цицина. М.: Наука, 1970. 280 с.
6. Махалин М.А. Межродовая гибридизация зерновых колосовых культур. М.: Наука, 1992. 239 с.

7. Цицин Н.В. Отдаленная гибридизация растений. М.: Сельхозгиз, 1954. С. 241–288.
8. Петров Н. Ю., Крючков Е.И., Крючкова Т.Е. Озимая тритикале - хлебопекарная культура Нижнего Поволжья. Волгоград: Волгоградский Гос. Аграрн. Ун-т., 2016. 115 с.
9. Пашенко Л.П., Жаркова И.М.. Технология хлебопекарного производства. СПб.: «Лань», 2014. 672 с.
10. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / В.В. Пыльнев, Ю.Б. Коновалов, А.Н. Березкин и др. М.: КолосС, 2008. 551 с.
11. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна. М: Росагропромиздат, 1991. 206 с.
12. ГОСТ 27669-88. Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба. – Взамен ГОСТ 9404-60; Введ. с 01.07.1989. М.: Стандартинформ, 2007. 10 с.

References

1. Mahalin M.A., Gruzdeva E.D., Dolgova S.P. Hlebopekarnye kachestva gibridnyh geksaploidnyh tritikale [Bakery qualities of hybrid hexaploid triticale] // Selekcija otdalennyh gibridov i poliploidov. [Selection of distant hybrids and polyploids] M., 1974. Pp. 81-85.
2. Nikolaj Vasil'evich Cicin (1898-1980). Sbornik statej, posvyashchennyj 115-letiyu so dnya rozhdeniya [Nikolai Vasilievich Tsitsin (1898-1980): a collection of articles dedicated to the 115-th birthday]. M.: RGAU-MSKHA im. K.A. Timiryazeva, [M.: Publishing House of RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev], 2013. 156 p.
3. Mahalin M.A. Nekotorye teoreticheskie i metodicheskie aspekty sozdaniya novyh vysokoproduktivnyh ozimyh gibridnyh geksaploidnyh tritikale [Some theoretical and methodological aspects of creating new highly productive winter hybrid hexaploid triticale] // Teoreticheskie i prakticheskie aspekty otdalennoj gibridizacii. [Theoretical and practical aspects of remote hybridization], M.: Nauka, [M.: Publishing House "Science"], 1986. Pp. 15-24.

4. Shishlova N.P. Fiziologo-biohimicheskie osnovy produktivnosti i kachestva tritikale. . [Physiological and biochemical fundamentals of the productivity and quality of triticale]. Minsk: Belaruskaya Navuka [Minsk: Publishing House "Belaruskaya Navuka"], 2018. 201 p.
5. Mahalin M.A., Lyubimova V.F. Otdalennaya gibridizaciya i poliploidiya. Sbornik statej, posvyashchennyj 70-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N.V. Cicina. [Remote hybridization and polyploidy. Collection of articles dedicated to the 70th birthday of Academician N.V. Tsitsin] M.: Nauka, [M.: Publishing House "Science"], 1970. 280 p.
6. Mahalin M.A. Mezhdrovaya gibridizaciya zemovyh kolosovyh kul'tur. [Intergeneric hybridization of cereal crops] M.: Nauka, [M.: Publishing House "Science"], 1992. 239 p.
7. Cicin N.V. Otdalennaya gibridizaciya rastenij. [Remote hybridization of plants] M.: Sel'hozgiz, [M.: Selkhozgiz], 1954. Pp. 241–288.
8. Petrov N. YU., Kryuchkov E.I., Kryuchkova T.E. Ozimaya tritikale - hlebopekarnaya kul'tura Nizhnego Povolzh'ya. [Winter triticale - bakery culture of the Lower Volga] Volgograd: Volgogradskij Gos. Agrarn.Un-t., . [Volgograd: Volgograd State Agrarian University], 2016.115 p.
9. Pashchenko L.P., Zharkova I.M. Tekhnologiya hlebopekarnogo proizvodstva. [Technology of baking production.]. SPb.: «Lan'», [St. Petersburg: Publishing House "Lan"], 2014 672 p.
10. Praktikum po selekcii i semenovodstvu polevyh kul'tur [Workshop on selection and seed production of field crops] / V.V. Pyl'nev, YU.B. Kononov, A.N. Berezkin i dr. M.: KolosS, [M.: Publishing House "KolosS"], 2008. 551 p.
11. Berkutova N.S. Metody ocenki i formirovanie kachestva zerna. [Assessntent methods and grain quality formation] M: Rosagropromizdat, [M: Rosagropromizdat Publishing House], 1991.206 p.
12. GOST 27669-88. Muka pshenichnaya hlebopekarnaya. Metod probnoj laboratornoj vypechki хлеба. – Vzaмен GOST 9404-60; Vved. s 01.07.1989. M.: Standartinform, 2007. [GOST 27669-88. Baking wheat flour. Laboratory test baking method. Instead of GOST 9404-60; Enter from 07/01/1989. M.: Standartinform], 2007. 10 p.

Информация об авторах

Кузнецова Наталья Леонидовна, н. с.
E-mail: gbsad@yandex.ru
Ермоленко Ольга Ивановна, мл. н. с.
E-mail: O.ermolenko2015@gmail.com
Градсков Сергей Матвеевич, канд. с/х наук, ст. н. с.
E-mail: gradskovs@mail.ru
Клименкова Ирина Николаевна, мл. н. с.
E-mail: fedorklim@inbox.ru
Клименков Федор Иванович, канд. с/х наук, мл. н. с.
E-mail: fedorklim@inbox.ru
Ивановна Любовь Петровна, н. с.
E-mail: lub.ivanova2018@yandex.ru
Упельник Владимир Петрович, канд. биол. наук, директор, зав. отделом
E-mail: vla-upelnik@yandex.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва
127276. Российская Федерация, Москва, Ботаническая ул. д.4

Information about the authors

Kuznetsova Natalya Leonidovna, Researcher
E-mail gbsad@yandex.ru
Ermolenko Olga Ivanovna, Junior Researcher
E-mail: O.ermolenko2015@gmail.com
Gradskov Sergey Matveyevich, Cand. Sci. Agricult., Senior Researcher
E-mail: gradskovs@mail.ru
Klimentkova Irina Nikolaevna, Junior Researcher
E-mail: fedorklim@inbox.ru
Klimentkov Fedor Ivanovich, Cand. Sci. Agricult., Junior Researcher
E-mail: fedorklim@inbox.ru
Ivanova Lyubov Petrovna, Researcher
E-mail: lub.ivanova2018@yandex.ru
Upelnik Vladimir Petrovich, Cand. Sci. Biol, Director, Head of Department
E-mail: vla-upelnik@yandex.ru
Federal State Budgetary Institution for Science Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow
127276. Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

Неофитов Ю.А.,
канд. с/х наук, помощник директора, н. с.
Балясная Л.И.,
н. с.
Балясный В.И.,
канд. биол. наук, н. с.
Димитриев А.В.,
канд. биол. наук, директор Чебоксарского филиала ГБС РАН
Прокопьева Н.Н.,
н. с.
Чебоксарский филиал ГБС РАН

30 лет Чебоксарскому филиалу Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1039

В 2019 г. исполнилось 30 лет Чебоксарскому филиалу Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. Это единственное научное учреждение ботанического профиля в Чувашской Республике было организовано в соответствии с Постановлением Президиума Академии наук СССР от 27 июня 1989 г. № 578 с целью решения актуальных проблем экологической стабилизации в Среднем Поволжье.

Научная деятельность филиала проводится в рамках общероссийской программы фундаментальных исследований «Проблемы интродукции растений и сохранение генфонда природной и культурной флоры» Отделения общей биологии РАН.

Основными направлениями научных исследований, утвержденными Президиумом Академии наук СССР являются: 1) интродукция и акклиматизация растений в условиях Среднего Поволжья; 2) разработка научных основ и фитомелиоративных методов экологической оптимизации урбанизированных территорий, в том числе принципов и методологии формирования искусственных фитоценозов городов и населенных пунктов региона; 3) разработка научных основ и методики сохранения природной флоры региона.

На месте будущего филиала с 27 октября 1978 г. по 27 июня 1989 г. существовала Контора зеленого хозяйства Управления коммунального хозяйства Чебоксарского горисполкома. Она получила землю, подготовила «почву» для организации филиала, начав собирать коллекции растений, заложив основы научных исследований, разработав ряд рекомендаций для озеленения населенных пунктов и борьбы с эрозией почв.

За 30-летний период в Чебоксарском филиале ГБС РАН созданы уникальные для Среднего Поволжья научные коллекции ценных растений из различных флор мира и регионов России. По состоянию на 01.01.2019 г. коллекционный фонд составляет более 3000 видов, форм и сортов растений, в том числе: 1159 таксонов декоративных деревьев, кустарников и лиан, 968 видов и сортов цветочно-декоративных растений открытого и закрытого грунта, 380 видов лекарственных и пряно-ароматических растений, 57

редких и исчезающих видов растений Чувашской Республики, 382 сорта плодовых и 79 сортов ягодных культур.

Коллекционные растения в ботаническом саду Чебоксарского филиала выращиваются на трех специальных участках – в дендрарии, в помологическом саду, в интродукционном питомнике и на восьми тематических экспозициях: «Цветочно-декоративные растения», «Сад Падуги», «Лекарственные, редкие и исчезающие растения», «Долина раздумий», «Альпийская горка», «Травянистая флора Чувашии», «Экологическая тропа», «Тополя и ивы России».

Научные коллекции служат базой для комплексного изучения новых видов в условиях Среднего Поволжья. Многолетние исследования проводятся по классической методике ГБС РАН. Изучаются биометрические показатели и сезонные ритмы развития древесных интродуцентов, их зимостойкость и декоративность. Дается оценка возможности и практического использования новых видов растений в условиях региона. Проводятся комплексные работы по пополнению и содержанию коллекции.

Чебоксарским филиалом ведутся работы по сортоизучению и сортооценке ведущих цветочно-декоративных культур (пионы, гладиолусы, тюльпаны, нарциссы, гиацинты, лилии, гемерокаллисы, астильбы и др.) по методикам ГБС РАН и государственного сортоиспытания декоративных культур. Разрабатываются приемы ускоренного вегетативного размножения и выявления оптимальных сроков черенкования, в том числе трудноукореняемых видов. Изучается семенная продуктивность растений, всхожесть семян под воздействием различных факторов.

По результатам исследований, выполненных в филиале в период с 1989 по 2000 гг., разработаны и переданы заказчикам для внедрения научные и практические рекомендации по созданию дендрариев в двух административных районах Чувашской Республики, а также рекомендации по созданию и реконструкции озеленительных насаждений в районных центрах республики.

В 2005 г. по результатам многолетних комплексных исследований сотрудниками филиала были разработаны и изданы (при поддержке Минприроды Чувашии)

«Рекомендации по созданию и содержанию зеленых насаждений в городах и сельских поселениях Чувашской Республики». В этих рекомендациях содержится весь комплекс вопросов по озеленению городов и сельских поселений Чувашии, обоснована целостная система размещения зеленых насаждений, приведен улучшенный ассортимент декоративных растений и их детальная эколого-биологическая характеристика. Для практического использования в озеленении было предложено 305 видов древесных растений, 226 видов цветочно-декоративных растений и 24 вида газонных трав. Разработано 27 технологических карт для создания и содержания зеленых насаждений и практические рекомендации по вегетативному размножению ценных декоративных видов растений в пленочных теплицах и парниках. Освещены вопросы сохранения зеленого фонда городов и проблемы мониторинга состояния зеленых насаждений. Указанные рекомендации предназначены для органов местного самоуправления, специалистов зеленого строительства и жилищно-коммунального хозяйства, архитектуры и проектных организаций, а также для преподавателей, студентов, экологов, садоводов и любителей.

Разработанные Чебоксарским филиалом ГБС рекомендации активно используются в практике зеленого строительства в городах и сельских поселениях Чувашской Республики и обеспечивают высокий экономический и экологический эффект. Они также используются в учебных заведениях Среднего Поволжья при подготовке специалистов лесного хозяйства, озеленителей, ландшафтных дизайнеров, агрономов, градостроителей, экологов.

Новые научные разработки. В 2006-2018 гг. в результате многолетнего изучения растений – интродуцентов в коллекциях филиала было рекомендовано для практического применения в условиях Среднего Поволжья 320 новых видов, форм и сортов древесных и цветочно-декоративных растений и 130 сортов плодовых культур.

Научные издания и конференции. За 30 летний период по результатам научных исследований изданы 13 выпусков Научных трудов Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН, которые размещены в библиотеке eLibrary и учитываются в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ). Кроме этого более 180 статей сотрудников Чебоксарского филиала опубликованы в других научных изданиях и материалах различных конференций. За эти годы было организовано

и проведено 25 очных и заочных Всероссийских с международным участием и Международных научных и научно-практических конференций по экологическим проблемам, сохранению биоразнообразия, интродукции растений и перспективам импортозамещения. Международные научно-практические конференции по импортозамещению растительной продукции проводятся Чебоксарским филиалом ГБС РАН ежегодно, начиная с 2016 г. В этих конференциях активно участвуют сотрудники ботанических садов России, Республики Беларусь, Казахстана, Молдовы, Украины, Узбекистана, Донецкой Народной Республики.

Сотрудничество. Чебоксарский филиал ГБС РАН поддерживает научные контакты с ботаническими садами России и зарубежных стран путем проведения совместных исследований и участия в научных конференциях и совещаниях. Проводится обмен между ботаническими садами и дендропарками семенным и посадочным материалом. Ежегодно для обмена по делектусам проводится сбор семян растений более 500 наименований.

Производственная деятельность. Выращивается посадочный материал и ежегодно более 300 наименований декоративных, лекарственных и плодово-ягодных растений реализуется учреждениям, организациям и населению для озеленения и садоводства.

Образовательная и эколого-просветительская деятельность. Научные и производственные ресурсы Чебоксарского филиала ГБС РАН активно используются для образовательной и эколого-просветительской деятельности: проведения учебных занятий и учебной практики студентов биологических специальностей ВУЗов, кружковой работы с учащимися гимназий, лицеев и школ, экскурсионной работы с преподавателями биологии, географии, экологии, учащимися и студентами, проведения республиканских эколого-туристических квест-игр юных биологов, географов и экологов, занятий с садоводами и ландшафтными дизайнерами. Филиал является постоянным участником городских выставок цветов.

Коллектив Чебоксарского филиала ГБС РАН ставит перед собой задачи дальнейшего развития: пополнение научных коллекций (до 3500 таксонов); наращивание объема и улучшение качества реализуемой растительной продукции; продолжение строительства экспозиционной зоны; укрепление материально-технической базы филиала.

Неофитов Ю.А., канд. с/х наук, помощник директора, н. с.

Балясная Л.И., канд. биол. наук, н. с.

Балясный В.И., н. с.

Димитриев А.В., канд. биол. наук, директор Чебоксарского филиала ГБС РАН

Прокопьева Н.Н., н. с.

Чебоксарский филиал ГБС РАН

М.В. Шустов

доктор биол. наук, проф., зав. лабораторией

E-mail: mishashustov@yandex.ru

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

Новая книга по защите древесных растений*

M.V. Shustov

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

E-mail: mishashustov@yandex.ru

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

New book on the protection of woody plants

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2019.1040

В книге коллектива авторов, под руководством О.Б. Ткаченко, обобщены результаты исследований вредных организмов, поражающих древесные растения в различных фитоценозах.

Во введении кратко охарактеризованы значительные перемены в жизни нашей страны, повлиявшие на многие аспекты защиты древесных растений: ухудшение экологической обстановки, увеличение притока инвазивных и карантинных вредных организмов, возрастание их вредности и распространения и пр.

Первые две главы являются вводными, в них приведены общие сведения о болезнях и повреждениях древесных растений, а также сроках, способах, методах и особенностях диагностики и идентификации их возбудителей.

В первой главе «Краткие сведения о болезнях и повреждениях древесных растений» емко охарактеризованы типы болезней растений: пятнистости, мучнистая роса, ржавчина, вилт, ожог, млечный блеск, хлороз, деформация, чернь листьев, шютте, слизетечение, камедетечение и смолотечение, ведьмины метлы, раковые болезни, гнили, некроз коры. Перечислены основные внешние признаки проявления вирусных заболеваний. Охарактеризованы типы повреждений растений сосущими и грызущими вредителями.

Во второй главе «Биологические особенности и сроки обследования растений по отдельным видам вредных организмов» подробно описаны сроки, способы, методы и особенности диагностики и идентификации возбудителей грибных, бактериальных, вирусных и фитоплазменных болезней, а также возбудителей заболеваний, вызванных насекомыми и клещами, кокцидами, тлями, медяницами и паутинистыми клещами, галлицами, хермесом, листогрызущими вредителями и вредителями ствола и ветвей.

Основное содержание книги изложено в третьей – пятой главах, в которых подробно охарактеризованы

заболевания и вызывающие их вредители, а также меры борьбы с ними.

Третья глава «Болезни и вредители лиственных пород и меры борьбы с ними» посвящена подробному описанию заболеваний, вызывающих их вредителей и мерам борьбы с таковыми березы, вишни, вяза, дуба, ивы, клена, конского каштана обыкновенного, липы, робинии, рябины, тополя, яблони, груши и ясеня.

Четвертая глава «Болезни и вредители хвойных пород и меры борьбы с ними» посвящена подробному описанию заболеваний, вызывающих их вредителей и мерам борьбы с таковыми ели, можжевельника, лиственницы, пихты, сосны, тисса и туи.

Пятая глава «Болезни и вредители кустарников и меры борьбы с ними» посвящена подробному описанию заболеваний, вызывающих их вредителей и мерам борьбы с таковыми барбариса, боярышника, жимолости, калины, караганы древовидной, сирени, смородины, крыжовника, черемухи и шиповника.

В заключении исчерпывающе подытожены материалы книги, уделено внимание современной интегрированной системе защиты растений, ее современному пониманию и биоэкологической направленности. Использованию фитосанитарных технологий, позволяющих существенно сократить применение пестицидов и значительно снизить уровень загрязнения окружающей среды.

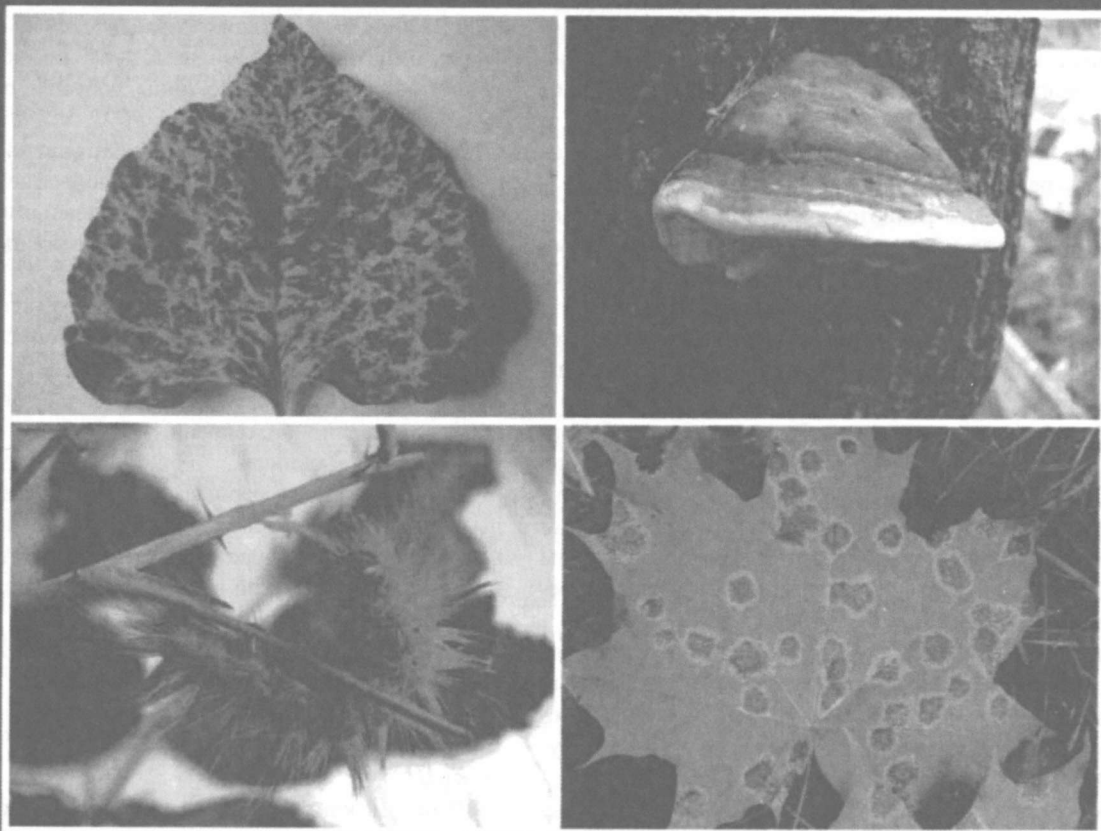
Завершают книгу список литературы и 8 приложений, содержащих добротный фундаментальный справочный аппарат.

В целом, книга получилась своевременной и нужной, фундаментальной, и, в то же время, доступной широкому кругу читателей: профильным специалистам служб по защите растений ботанических садов и дендрариев, энтомологам, фитопатологам, преподавателям и студентам, а также любителям-растениеводам. Очень жаль, что не все авторы книги смогли увидеть ее напечатанной.

* Ткаченко О.Б., Келдыш М.А., Каштанова О.А., Мухина Л.Н., Серая Л.Г., Червякова О.Н., Трейвас Л.Ю., Козаржевская Э.Ф. Защита древесных растений от возбудителей болезней и вредителей. М.: РАН, 2018. 524 с.

Ткаченко О.Б., Келдыш М.А., Каштанова О.А., Мухина Л.Н.,
Серая Л.Г., Червякова О.Н., Трейвас Л.Ю., Козаржевская Э.Ф.

Защита древесных растений от возбудителей болезней и вредителей



Москва
2018

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

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

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Дата и место рождения _____

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

Адрес фактического проживания с указанием почтового индекса _____

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

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

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

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

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

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

ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ СТАТЕЙ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Фрагмент дендрария Чебоксарского филиала ГБС РАН

Иллюстративный материал к статье Неофитова Ю.А., Балясной Л.И., Балясного В.И.,
Димитриева А.В., Прокопьевой Н.Н.

«30 лет Чебоксарскому филиалу Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН»