ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н. И. ВАВИЛОВА (ВИР)

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, том 179

выпуск 2

(основаны Р. Э. Регелем в 1908 г.)

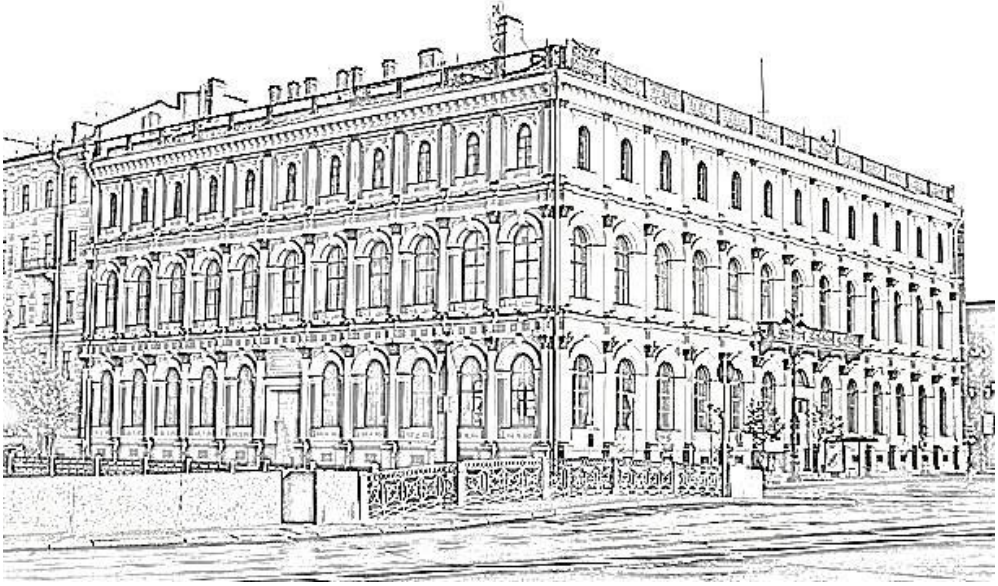
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING, vol. 179

issue 2

(founded by Robert Regel in 1908)

ST.PETERSBURG
2018



THE FEDERAL AGENCY FOR SCIENTIFIC ORGANIZATIONS
FEDERAL RESEARCH CENTER
THE N.I. VAVILOV ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT GENETIC SOURCES (VIR)

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING

volume 179
issue 2

Editorial board
E. K. Khlestkina (*Chief Editor*), *I. N. Anisimova, O. S. Afanasenko G. A. Batalova, L. A. Bespalova, N. B. Brutch, M. A. Vishnyakova, A. Diederichsen, M. V. Duka, N. Friesen, K. Hammer, A. V. Kilchevsky, M. M. Levitin, I. G. Loskutov, S. S. Medvedev, O. P. Mitrofanova, A. I. Morgunov, H. A. Muminjanov, M A. Pintea, E. K. Potokina, E. E. Radchenko, I. D. Rashal, A. V. Rodionov, M. M. Silantyeva, T. N. Smekalova, I. A. Tikhonovich, E. K. Turuspekov.*

Editor in charge of this issue: *E. A. Sokolova, E.K. Khlestkina*

ST. PETERSBURG

2018

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н. И. ВАВИЛОВА (ВИР)

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ

том 179
выпуск 2

Редакционная коллегия
Е. К. Хлесткина (главный редактор), И. Н. Анисимова, О. С. Афанасенко, Г. А. Баталова, Л. А. Беспалова, Н. Б. Брач, М. А. Вишнякова, А. Дидериксен, М. В. Дука, А. В. Кильчевский, М. М. Левитин, И. Г. Лоскутов, С. С. Медведев, О. П. Митрофанова, А. И. Моргунов, Х. А. Муминджанов, Е. К. Потокина, М. А. Пынтя, Е. Е. Радченко, И. Д. Рашаль, А. В. Родионов, М. М. Силантьева, Т. Н. Смекалова, И. А. Тихонович, Е. К. Туруспеков, Н. В. Фризен, К. Хаммер.

Ответственные редакторы выпуска *Е. А. Соколова, Е. К. Хлесткина*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018

УДК 58:631.52:633/635(066)

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ. Т. 179, вып. 2. СПб., 2018 160 с.

В ходе экспедиционного обследования на территории Республики Армения собрано и доставлено в ВИР 225 образцов семян овощных культур, 53 образца гербария дикого салата. Подведены итоги интродукции пальм на Южном берегу Крыма и смородины в Ботаническом саду Петра Великого, определен перспективный ассортимент, возможность и условия культивирования. Рассмотрены проблемы и перспективы выращивания хохобы в Туркменистане. Дана оценка адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Омского Прииртышья (2011–2017 гг.). Определен компонентный состав авенинов сортов овса посевного в Западной Сибири., и установлены блоки компонентов авенина А4, В4, С1 и С2 как маркеры хозяйственно ценных и адаптивно-значимых признаков. Отмечена стабильность структуры популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы в Дагестане до 2011 г. и ее изменение в последующий период. Представлены результаты многолетнего мониторинга вирулентности возбудителя бурой ржавчины пшеницы на филиале Дагестанская ОС ВИР. При эпифитотийном развитии фитофтороза в Ленинградской обл. проанализирована устойчивость гибридов картофеля второго клубневого поколения к полевой популяции *Phytophtora infestans* (Mont.) de Bary. Обсуждается формирование признаковой группы коллекции столовой свеклы ВИР, экологически пластичные и стабильные сорта рекомендованы для включения в селекционные схемы. Установлена морфологическая природа почечных чешуй вегетативных почек *Ulmus glabra* Huds. С использованием рентгенографического метода исследовано качество репродуктивных диаспор двух видов миндалей, произрастающих в провинции Внутренняя Монголия (Китай). Изучена внутривидовая изменчивость, определен видовой состав сообществ полыни Сиверса в условиях Забайкалья.

Табл. 22, рис.28, библиогр. 241 назв.

Для ресурсоведов, ботаников, генетиков, селекционеров, преподавателей вузов биологического и сельскохозяйственного профиля.

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING. Vol. 179, iss. 2. SPb., 2018. 160 p.

In the process of a plant exploration in the Republic of Armenia, 225 seed samples of vegetable crops and 53 herbarium specimens of wild lettuce were collected and delivered to VIR. The results of the introduction of palms on the Crimean southern coast and currant at the Peter the Great Botanical Garden are analyzed, and their promising varieties are identified along with the possibilities and conditions of their cultivation. The problems and prospects of jojoba cultivation in Turkmenistan are considered. Adaptive properties of spring barley varieties have been assessed in the environments of the Near-Irtysh area in Omsk Province (2011–2017). The component composition of avenins has been established for common oat varieties in West Siberia, and the blocks of avenin components A4, B4, C1 and C2 have been identified as markers of economically valuable and adaptively significant traits. Stability of the structure of wheat's leaf rust agent has been observed in its population in Dagestan up to 2011 as well as its changes in the subsequent period. The data of long-term monitoring over the virulence of the leaf rust agent in the wheat fields at the Dagestan Experimental Station of VIR are presented. Potato hybrids of the second tuber-yielding generation were analysed for their resistance to the field population of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary under epidemic late blight development in Leningrad Province. Formation of a trait-specific group within VIR's table beet collection is discussed; environmentally plastic and stable varieties are recommended for inclusion in breeding programs. For *Ulmus glabra* Huds., it has been found out that bud scales of its vegetative buds have morphological nature. X-ray techniques have been used to study the quality of reproductive diasporas of two wild almond species occurring in the province of Inner Mongolia, China. Communities of *Artemisia sieversiana* Willd. have been studied in Transbaikalia to disclose their intraspecific variability and determine their species' composition.

Tabl. 22, Fig. 28, Ref. 241.

Addressed to genetic resources experts, geneticists, plant breeders and lecturers of biological and agricultural universities and colleges.

© Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт
генетических ресурсов растений
имени Н. И. Вавилова,
2018

ISSN 2227-8834
ПИ № ФС77-57455

СОДЕРЖАНИЕ

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Смекалова Т. Н., Бортников В. А. Мобилизация генетических ресурсов овощных растений в коллекцию ВИР с территории Армении (по материалам международной экспедиции ВИР 2017 года в Армению)…… 7

Фирсов Г. А., Яндовка Л. Ф. Смородины (*Ribes* L., Grossulariaceae) Ботанического сада Петра Великого 31

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Максимов А. П., Плугатарь Ю. В., Коба В. П., Хромов А. Ф. История и результаты интродукции пальм (Arecaceae C.H. Schultz) на Южном берегу Крыма…….. 44

Пенджиев А. М. Исследование выращивания технической культуры хохобы (jojoba) в условиях Туркменистана. ……. 63

Ткаченко К. Г. Особенности латентного периода миндаля монгольского и миндаля черешчатого 77

КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

Любимова А. В., Еремин Д. И. Особенности компонентного состава авенинов овса, возделываемого в Западной Сибири. ……..... 85

Николаев П. Н., Поползухин П. В., Аниськов Н. И., Юсова О. А., Сафонова И. В. Оценка адаптивных свойств сортов ярового ячменя по урожайности в условиях Омского Прииртышья 96

Соколова Д. В.Формирование признаковой группы коллекции столовой свеклы ВИР: экологическая пластичность и стабильность. …… 106

СИСТЕМАТИКА, ФИЛОГЕНИЯ И ГЕОГРАФИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Антонова И. С., Попова А. С. О морфологии почечных чешуй и катафиллов *Ulmus glabra* Huds. (Ulmaceae). …….. 118

Сахьяева А. Б., Намзалов Б. Б. Полынь Сиверса *Artemisia sieversiana* Willd. в Забайкалье: особенности ценофлоры и внутривидовой изменчивости. …… 131

ИММУНИТЕТ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Гультяева Е. И., Шайдаюк Е. Л., Абдуллаев К. М. Популяционно-генетическое исследование возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia triticina* в Дагестане. …… 140

Евдокимова З. З., Калашник М. В. Устойчивость гибридов картофеля второго клубневого поколения к полевой популяции *Phytophtora infestans* (Mont.) de Bary и выделение хозяйственно ценных клонов. ……. 151

CONTENTS

MOBILIZATION AND CONSERVATION OF THE GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Smekalova T. N., Bortnikov V. A. Mobilization of vegetable plant genetic resources to the VIR collection from the territory of Armenia (based on the data of VIR's international expedition to Armenia in 2017) 8

Firsov G. A., Yandovka L. F. Currants (*Ribes* L., Grossulariaceae) in the Peter the Great Botanical Garden 32

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Maksimov A. P., Plugatar Yu. V., Koba V. P., Khromov A. F. History and results of the introduction of palms (Arecaceae C.H. Schultz) on the Southern Coast of the Crimea ……... 45

Penjiyev A. M. Experience gained in cultivating industrial jojoba in the environments of Turkmenistan 64

Tkachenko K. G. Peculiarities of the latent period of *Prunus mongolica* Maxim. and *P. pedunculata* (Pall.) Maxim……. 78

COLLECTIONS OF THE WORLD'S CROP GENETIC RESOURCES FOR THE DEVELOPMENT OF PRIORITY PLANT BREEDING TRENDS

Lyubimova A. V., Eremin D. I. Peculiarities of the avenin component composition in oats cultivated in Western Siberia. ……. 86

Nikolaev P. N., Popolzukhin P. V., Anisimov N. I., Yusova O. A., Safonova I. V. Evaluation of the adaptive properties of spring barley varieties according to their yield capacity in the environments of the Near-Irtysh area in Omsk province. ……. 97

Sokolova D. V. Formation of the trait-specific group in VIR's table beet collection: environmental plasticity and stability**.** …… 107

SYSTEMATICS, PHYLOGENY AND GEOGRAPHY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Antonova I. S., Popova A. S. About the morphology of bud scales and cataphylls of *Ulmus glabra* Huds. (Ulmaceae). …….. 119

Sakhyaeva A. B., Namzalov B. B. *Artemisia sieversiana* Willd. in Transbaikalia: features of cenoflora and intraspecific variabili…… 132

IMMUNITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

Gultyaeva E. I., Shaydayuk E. L., Abdullaev K. M. Population genetics study of the wheat leaf rust agent *Puccinia triticina* in Dagestan. …… 141

Evdokimova Z. Z., Kalashnik M. V. Resistance of potato hybrids from the second tuber generation to the local population of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary and selection of advanced clones. ……. 152

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-7-30
УДК 581.9:631.526:571.61

Т. Н. Смекалова,
В. А. Бортников

[1]Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44
e-mail: t.smekalova@vir.nw.ru; v.bortnikov@vir.nw.ru

Ключевые слова:
овощные растения, дикие родичи культурных растений, мобилизация, Армения.

Поступление:
04.03.2018

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

МОБИЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЙ В КОЛЛЕКЦИЮ ВИР С ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ ВИР 2017 года В АРМЕНИЮ)

Актуальность. Вопросы мобилизации, сохранения и изучения генетических ресурсов растений (ГРР) – не просто актуальны и злободневны, они жизненно необходимы для обеспечения продовольственной и биоресурсной безопасности России. В связи с этим ежегодно растет число экспедиций ВИР в различные регионы России и сопредельные страны по сбору ГРР пищевых, кормовых, технических культур и их диких родичей. Армения – одна из богатейших генетическими ресурсами территорий. Это обусловлено несколькими причинами, в том числе – географическими, почвенно-климатическими, происхождением культурных растений, традициями их выращивания и употребления. **Методика обследования.** Обследования намеченных территорий осуществлялись веерными одно-, двух- и трехдневными маршрутами из Еревана в различных направлениях. Методика сбора материала проводилась в соответствии с Методическими указаниями по сбору растительных ресурсов для пополнения коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова. **Результаты**. В период с 06 по 20 августа 2017 года была обследована 191 точка сбора и собрано: 225 образцов семян для коллекции ВИР, для Гербария ВИР – 53 образца гербария дикого салата, из которых 48 образцов – виды рода *Lactuca* L., 5 – виды близких родов (*Cicerbita* Wallr., *Cephalorrhynchus* Boiss.). Продолжительность маршрута составил 2863 км.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-7-30

T. N. Smekalova
V. A. Bortnikov

[1]N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42–44 Bolshaya Morskaya St., St. Petersburg, 190000, Russia, e-mail: m.burlyaeva@vir.nw.ru

Key words:
vegetable plants, crop wild relatives, mobilization, Armenia.

Received:
04.03.2018

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

MOBILIZATION OF VEGETABLE PLANT GENETIC RESOURCES TO THE VIR COLLECTION FROM THE TERRITORY OF ARMENIA (BASED ON THE DATA OF VIR'S INTERNATIONAL EXPEDITION TO ARMENIA IN 2017)

Background. Plant genetic resources (PGR) mobilization, their preservation in collections (*ex situ*) and in plant communities (*in situ/on farm*), their studying as well as systematization of the related information in databases are not just relevant and topical issues; they are vital to ensure food, environmental and bioresource security of Russia. In view of this, the number of VIR's expeditions to various regions of Russia and neighboring countries to collect food, fodder and industrial crops and their wild relatives is growing every year. Armenia is one of the richest territories in genetic resources. The richness and diversity of PGR in general and vegetable crops in particular is determined by several factors, including geographical features, soil and climate, the origin of cultivated plants, the traditions of their cultivation and consumption, and others. **Methodology**. Surveys of the planned territories were carried out along the routes from Yerevan in different directions, and lasted from one to three days. The collecting method complied with the Guidelines for collecting plant resources to replenish the collection of VIR. **Results.** During the period from August 06 to 20, 2017, 191 collection sites were explored, and various accessions were collected: 225 seed samples for the VIR collection, and 53 herbarium specimens of wild lettuce for VIR's Herbarium, 48 of which belonged to *Lactuca* L. spp., and 5 to the species of close genera (*Cicerbita* Wallr., *Cephalorinhus* Boiss.). The length of the route was 2,863 km.

Введение

Сохранение генетических ресурсов культурных растений и родственных им диких видов (ГРР), представляющих собой основу для производства продуктов питания, устойчивого развития экологически безопасного сельского хозяйства, создания сырья для промышленности, производства продовольствия, биоиндустрии и ведения сельского хозяйства, – приоритетная задача страны. В ВИР (Всероссийский институт генетических ресурсов растений) имени Н. И. Вавилова (VIR), сохраняющем одну из крупнейших в мире и богатейшую по таксономическому, генетическому, географическому и экологическому разнообразию коллекцию ГРР, вопросы мобилизации, сохранения в коллекциях (*ex situ*) и в растительных сообществах (*in situ/on farm*), – не просто актуальны и злободневны, они жизненно необходимы для обеспечения продовольственной, экологической и биоресурсной безопасности России.

В связи с этим ежегодно растет число экспедиций в различные регионы России и сопредельные страны по сбору ГРР пищевых, кормовых, технических культур и их диких родичей. В приоритетные задачи экспедиций входят сбор образцов семян и гербария культурных растений (в первую очередь – староместных сортов-популяций, а также сортов культурных растений, созданных местными селекционными учреждениями), дикорастущих родичей культурных растений на исследуемой территории – для изучения, сохранения и использования в селекции; изучение географических, экологических, биологических и популяционных особенностей местных культурных и дикорастущих растений из числа ГРР. Традиционно преобладают экспедиции по сбору зерновых, плодовых, зернобобовых, кормовых культур, однако в последние годы, в связи с увеличившейся активностью по исследованию и привлечению в селекцию диких форм родичей культурных растений, наблюдается активизация мобилизации в коллекцию ВИР овощных и бахчевых. Только в период с 2008 по 2014 годы проведено 19 экспедиций по сбору овощных и бахчевых культур, в ходе которых в коллекцию были привлечены 2573 образца (Artemyeva et al., 2016). Экспедиции проходили по территории России, Украины, стран Закавказья и Средней Азии. Среди образцов родичей культурных растений в сборах преобладали дикий салат, шпинат, морковь, лук, собранные в естественных местообитаниях видов, среди местных образцов – бахчевые культуры: дыня и арбуз. Современные методы селекции салата полностью основаны на использовании диких видов. Это – еще один аргумент в пользу актуальности экспедиционного обследования.

Армения – одна из богатейших генетическими ресурсами территорий. Богатство и разнообразие здесь ГРР в целом, и овощных культур – в частности, определяется несколькими причинами, в том числе – географическими, почвенно-климатическими, происхождением культурных растений, традициями их выращивания и употребления.

За последние десятилетия на территории Армении работало несколько экспедиционных отрядов по сбору образцов в коллекцию ВИР ГРР зерновых, плодовых, технических, овощных культур и их диких родичей (Kovaleva, 2008: Smekalova, 2013; Artemyeva, Abremskaya, 2018 и др.). Каждый раз участники экспедиции находили новые интересные образцы. Поэтому проведение целевой экспедиции по данной территории для сбора образцов ГРР овощных культур для коллекции ВИР актуально и своевременно.

Географические и почвенно-климатические особенности территории обследования. Армения, расположенная на северо-востоке Армянского нагорья, – самая высокогорная страна Закавказья (http://fb.ru/article/255581/territoriya-armenii-opisanie-granitsyi-osobennosti), около половины ее территории находится на высоте более 2000 метров, и лишь 3% – ниже отметки 650 м. Окаймляющие

страну горные цепи Малого Кавказа охватывают север Армении, тянутся на юго-восток, между озером Севан и границей с Азербайджаном, затем – на юг, приблизительно по армяно-азербайджанской границе, вплоть до Ирана. Здесь рельеф составляют средневысотные горные хребты, разделенные глубокими долинами, многие из которых представляют собой глубокие ущелья. Таким образом, горы сильно затрудняют связь между севером и югом страны. *Такая изолированность, безусловно, способствует развитию самодостаточности в обеспечении сельскохозяйственными культурами разных регионов страны и стимулирует формирование местных форм.*

К юго-западу от горных цепей Кавказа начинается Восточно-Армянское вулканическое нагорье, занимающее около трети территории страны (http://fb.ru/article/255581/territoriya-armenii-opisanie-granitsyi-osobennosti). Здесь расчлененность и уклоны рельефа не так велики, основные формы рельефа – лавовые плато, эрозионные долины, вулканические хребты (Гегамский, Варденисский) и массивы. К югу от вулканического массива расположена Араратская котловина, тянущаяся на восток от устья р. Ахурян вдоль р. Аракс. На территории Армении расположена левобережная часть котловины, которая начинается от южных оконечностей вулканических плато на высоте 1000–1400 м, затем опускается к Араксу, образуя на высоте 800–900 м широкую Араратскую равнину. Здесь, на влажных вулканических почвах долины, сконцентрирована значительная часть сельскохозяйственного производства республики. Юг страны представляет собой область складчато-глыбовых гор и глубоких речных долин. Характерными чертами рельефа этой местности являются большая высота хребтов (Зангезурский – самый высокий на Малом Кавказе), глубокое и густое расчленение рельефа, ярко выраженная высотная поясность и скудная растительность. *Разнообразие рельефа, его дифференцированность также способствуют отбору форм, наиболее приспособленных к тем или иным особенностям рельефа.*

Температура в Армении зависит, главным образом, от высоты над уровнем моря. Горы блокируют климатическое влияние Средиземного и Черного морей, создавая широкие сезонные колебания температуры. На Армянском нагорье средняя зимняя температура составляет около 0°С, средняя летняя превышает 25°С. Средняя величина атмосферных осадков от 250 мм в год в низких местах над уровнем моря (в долине р. Аракс), до 800 мм в год на наиболее высоких точках Армении (гора Арагац, 4095 м н. у. м.). *Несмотря на контрастность температур и суровые зимы, изобилие вулканической почвы обусловило ранний переход местного населения к земледелию и садоводству, которые развивались в Армении в течение нескольких тысяч лет* (https://ru.wikipedia.org/wiki _Сельское_хозяйство_Армении).

Значительную роль в богатстве и уникальности растительного разнообразия, в том числе, – агробиоразнообразия, играют водные ресурсы республики (Mkhitaryan, 1967; Baghdasaryan, Chilingaryan, 1979; Mnatsakanyan, 2005; Babayan, 2006; Babayan, Aghababyan, 2008; Chilingaryan, Mnatsakanyan, 2008; http://fb.ru/article/255581/territoriya-armenii-opisanie-granitsyi-osobennosti). Территория Армении относится к бассейнам рек Куры и Аракса, при этом к последнему относится 76% ее площади, по нему проходит государственная граница с Ираном и большая часть границы с Турцией. Неравномерность распределения водных ресурсов выражается и в плотности речной сети, значение которой колеблется от 0 до 2,5 км/км² (в среднем – 0,8 км/км²) и также оказывает свое влияние на разнообразие выращиваемых культур. В большинстве своем реки имеют смешанное (снегово-дождевое-грунтовое) питание и неравномерный режим: весной наступает половодье; летом, когда для хозяйственных целей требуется наибольшее количество воды, ее расход сильно уменьшается. *Таким образом, успешно сохраня-*

ются в культуре и активно возделываются те растения, которые либо не требуют обильного расхода влаги в летний период, либо, благодаря близости водных источников, растут на поливе.

Большую часть водных ресурсов Армении составляют также озера, подземные воды, осадки. Они играют значительную роль в сельскохозяйственном производстве. Озеро Севан, расположенное в межгорной котловине на высоте около 2000 м н. у. м., – крупнейший источник пресной воды не только в Армении, но и во всем Закавказье. На окружающих Севан территориях сформировались уникальные растительные сообщества. Из естественных древесно-кустарниковых видов здесь произрастают можжевельник, шиповник, рябина, барбарис. Здесь много астрагалов и акантолимонов, среди которых есть целый ряд редких и исчезающих видов. В бассейне Севана сохранились также натуральные остаточные островки дуба, граба, клена и смешанных сообществ. Здесь выращиваются формы культурных растений, адаптированные к суровым условиям окрестностей оз. Севан (относительно прохладное сырое лето, холодная зима), не встречающиеся в других регионах страны.

Кроме Севана в Армении находятся около ста мелких озер (http://fb.ru/article/255581/territoriya-armenii-opisanie-granitsyi-osobennosti). Подземные воды проявляют себя в виде родников, топей и подземных потоков. В год образуется около 3 млрд м³ подземных вод. В Араратской долине под давлением артезианских вод образуются топи и болота. Подземные воды используются для орошения и водоснабжения (более 90% от общей доли питьевой воды – подземного происхождения). При этом качество воды очень высокое: воду из большинства источников можно пить без дополнительной обработки. Больше всего воды расходуется на орошение (около 85%), доля бытового и промышленного потребления составляет 8% и 7% соответственно. *Водные ресурсы Армении, таким образом, в значительной степени влияют на сортимент выращиваемых культур и их локализацию в тех или иных регионах страны.*

Почвенный покров Армении отличается разнообразием, в то же время большинство почв неплодородны и сложны для хозяйственного освоения (http://fb.ru/article/255581/territoriya-armenii-opisanie-granitsyi-osobennosti). Полупустынные почвы расположены, в основном, в Араратской долине, занимают площадь 236 тыс. га и характеризуются малым содержанием гумуса (до 2%). Степные почвы находятся на высотах 1300–2450 м и представлены черноземными, луго-черноземными, пойменными грунтами и почвогрунтами. *Разнообразие почв в значительной степени способствует разнообразию растительного мира в целом, и возделываемых культур, в частности.*

Благодаря наличию сложного рельефа, пестроте природно-климатических условий (многообразие почв, водных ресурсов и др.), расположению республики на стыке совершенно различных флористических провинций: умеренно влажной Кавказской и засушливых – Центрально-анатолийской и Армено-Иранской (Gabrielyan, 2002), растительный мир на территории Армении отличается высоким разнообразием. Выделяют следующие биомы: Полупустынный, Степной, Лесной, Субальпийский, Альпийский пояса.

Флора Армении богата (насчитывает около 3500 видов), своеобразна и уникальна (Magakian, 1941; Grossheim, 1946; Takhtajan (ed.), 1954–2010; Ziroyan, 1969, 2008; Fayvush, 1983; Saghatelyan, 1983; Gabrielyan, 2002; Manukyan, 2002; Ter-Ghazaryan, 2002; http://www.atb.am/ru/armenia/nature/flora; http://fb.ru/article/255581/territoriya-armenii-opisanie-granitsyi-osobennosti; http://www.hayastan.com; и др.). По территории Армении проходят северные, западные, восточные и южные края ареалов многих видов; по краю ареала произрастают уникальные формы растений (Vavilov, 1928). Несмотря на довольно хорошую изученность флоры, здесь до сих

пор описываются новые таксоны растений. За последние годы здесь описан ряд новых эндемичных видов. Сейчас во флоре Армении насчитывается около 120 эндемичных видов, что составляет 3% видового разнообразия. С флористической точки зрения Армения – безусловно, необыкновенная страна!

Богата и пестра растительность Армении (Magakian, 1941; Grossheim, 1946; Ziroyan, 1969, 2008; Gabrielyan, 2002; и др.). Здесь очень четко выражена вертикальная поясность в распределении растительности, начиная с 400 до 4000 м н. у. м. На небольшом пространстве можно проследить различные типы растительности от полынной или песчаной полупустыни до альпийских ковров. В Северной Армении и на юго-востоке, в Зангезуре и Мегри, распространены широколиственные леса из дуба, бука, граба, сосны, липы, клена, ясеня и др. На сухих склонах южной экспозиции после вырубки леса развивается колючий палиурусовый шибляк, выше – можжевеловые или дубовые редколесья, еще выше – бородачевые, ковыльные или разнотравные степи, луга, субальпийское высокотравье и т. д. В Центральной и Южной Армении встречаются солелюбивые (галофитные), влаголюбивые (гигрофитные), эфемерово-галянтиевые, полынные формации, сообщества ксероморфных гипсофитов и многие другие. Флора большинства этих формаций очень богата и содержит ряд интересных, редких и эндемичных видов, часть которых относится к генетическим ресурсам растений: латук Тахтаджяна (*Lactuca takhtadzhianii* Sosn.), рябина гайастанская (*Sorbus hajastana* Gabrieljan), бузина Тиграна (*Sambucus tigranii* Troitzk.) и др.

Своеобразие флоры и растительности Армении заключается еще и в том, что большая ее часть расположена в зоне нагорных ксерофитов, т. е. растений засушливых местообитаний. Сухие бесплодные каменистые скалистые или щебнистые склоны с малозаметной изреженной серовато-опушенной растительностью издали кажутся безжизненной пустыней. Однако именно здесь растет большинство диких полезных растений Армении. Самые интересные и ценные лекарственные, эфироносные, декоративные и дикие родичи культурных растений являются, в большинстве своем, нагорными ксерофитами.

Дикие родичи культурных растений Армении. Армения очень богата дикими родичами культурных растений. Страна древнейшей земледельческой культуры, она сохранила следы пребывания на этой территории еще доисторического человека – находки скребков из обсидиана и других предметов обихода каменного века (много экспонатов этого периода хранятся в Музее Института ботаники АН Армении). Известно, что первобытный человек, главным образом, населял территории, богатые видовым составом и изобилием съедобных растений. Именно к таким территориям относится Армения – средоточие многих видов, разновидностей и форм диких пшениц, ржи, ячменя, гороха, чечевицы, нута, льна, свеклы, шпината, салата и др. (*Triticum* L., *Secale* L., *Hordeum* L., *Pisum* L., *Lens* Mill., *Cicer* L., *Linum* L., *Beta* L., *Spinacia* L., *Lactuca* L., etc.). По мнению Н. И. Вавилова, на территории Армении находится один из очагов Юго-Западноазиатского центра происхождения культурных растений (Vavilov, 1926). Поэтому чрезвычайно важным представляется не только мобилизация генетических ресурсов растений в коллекции с данной территории, но и проведение исследований по происхождению, доместикации и распространению возделываемых видов (Stoletova, 1929).

Здесь произрастает большое разнообразие видов, разновидностей и форм диких плодовых, ягодных, орехоплодных. В частности, Армения представляет собой центр разнообразия дикорастущих груш. Более 30 видов груш нередко образуют так называемые «тандзуты», т. е. чистые грушевники. Яблоня восточная (*Malus orientalis* Uglitzk.), 13 видов рябин (*Sorbus* L.) и 12 видов боярышника (*Crataegus* L.) образуют множество форм с высоким содержанием различных витаминов и мик-

роэлементов. В лесах и кустарниковых зарослях по всей территории Армении разбросаны различные виды дикой черешни, вишни, кизила, смородины, крыжовника, ежевики, малины (*Cerasus* Mill., *Cornus* L., *Ribes* L., *Grossularia* Mill., *Rubus* L.) и др. Необыкновенно разнообразие плодов сливы (*Prunus* L.) – по форме, окраске, вкусу (красные, желтые, темно-фиолетовые или оранжевые плоды шаровидной, овальной формы). В ущелье реки Воротан в Зангезуре или в долине р. Аракс в Мегри растут дикий гранат – национальный символ Армении, дикий инжир и виноград. Деревья грецкого ореха, достигающие огромных размеров, встречаются в лесах на севере и на юге Армении, а также во многих укромных ущельях в различных регионах республики. Особенно много их в Зангезуре и Мегри. Необыкновенно красивы во время цветения розово-перламутровые заросли миндаля – *Amygdalus fenzliana* (Fritsch) Lipsky и *A. nairica* Fed. & Takht. Во флоре Армении немало ценных пищевых, пряно-ароматических или эфиромасличных растений, традиционно употребляемых местным населением в пищу или как приправы.

Такая концентрация дикорастущих предков культурных растений на сравнительно небольшой горной территории представляет собой богатейший генофонд для получения холодостойких, засухоустойчивых, невосприимчивых к болезням и неблагоприятным факторам сортов культурных растений.

Методика обследования

Период работы экспедиции – с 06 по 20 августа 2017 года, всего 15 дней, из них полевые дни – с 07 по 18 августа включительно (12 дней). Продолжительность маршрута составила 2863 км.

Методика обследования. Обследования намеченных территорий осуществлялись веерными одно-, двух- и трехдневными маршрутами из Еревана в различных направлениях (рисунок). Методика сбора материала осуществлялась в соответствии с Методическими указаниями по сбору растительных ресурсов для пополнения коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова (Guidelines..., 1974).

Цель экспедиции – мобилизация генетических ресурсов дикого и культурного салата (виды рода Lactuca L.) и других овощных культур с территории Армении в коллекцию ВИР.

В задачи экспедиции входило обследование регионов Армении, наиболее богатых, по предварительным данным, видами и формами дикого салата, и дикими родичами других овощных; сбор семян овощных культур и их диких родичей для коллекции ВИР; описание эколого-географических особенностей мест сбора (сайтов).

Результаты

В результате работы экспедиции в течение 12 полевых дней была обследована 191 точка сбора (сайт) и собрано для коллекции ВИР 225 образцов семян (таблица) и для Гербария ВИР – 53 образца гербария дикого салата, из которых 48 образцов – виды рода *Lactuca*, 5 – близкие роды (*Cicerbita* Wallr., *Cephalorinhus* Boiss., *Micellis* Cass.).

К наиболее интересным местонахождениям и собранным образцам можно отнести следующие.

08.08.17 за дер. Шагап, вдоль дороги и под зарослями алычи был обнаружен обильно плодоносящий *Asparagus officinalis* L. Собраны образцы плодов и гербария для коллекции ВИР. Между селами Елпин и Чива на каменистых склонах собраны плоды и гербарий засухоустойчивой местной вишни *Cerasus incana* (Pall.) Spach. В окрестностях монастыря Нурованг, в конце ущелья Нурованг, у ручья, под деревьями собраны образцы диких родичей салата *Cephalorhynchus tuberosus* (Stev.) Schchian. и *Lactuca qeurcina* L. Здесь же, в окрестностях монастыря Нурованг, на сухом склоне ущелья Нурованг собран образец семян *Alcea rugoza* Alef. На Воротанском перевале, на высоте 2343 м н. у. м. на осыпях сухого склона собран высокорослый (ок. 35 см) образец Карского лука (*Allium karsianum* Fomin) с

крупными луковицами. В окр. с. Хорвирап, вдоль границы с Турцией во влажной придорожной канаве, заросшей камышами, собран образец семян *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. Семена оказались черными (обычно – светло-коричневые или бежевые).

09.08.17. Между Каджаряном и Мерги на осыпях вдоль дороги собран образец *Secale sylvestre* Host. Дальше по дороге, за селом Каджарян в сторону Мегри, на сухих склонах вдоль дороги – *Lactuca viminea* (L.) J. Presl & C. Presl и *Allium atropurpureum* Waldst. & Kit. Ближе к пос. Мегри, вдоль дороги, обнаружена *Lactuca quercina* L.; на сухих каменистых склонах – *Chondrilla juncea* L. В окр. с. Варгавар у реки Мегри в зарослях травы под кустарником произрастал *Alcea flavovirens* Waldst. & Kit.; образец семян был собран 09.08.17 для коллекции ВИР.

10.08.17. В окр. г. Мегри, вдоль границы с Ираном, позади городских садов на сухих каменистых склонах собран *Carthamus glaucus* Bieb. (пурпуровые цветки, серый цвет стеблей и листьев). На повороте дороги от Мегри в сторону Капана, не доезжая 3 км до с. Цав, на каменистом склоне, собран *Linum austriacum* L.

В окрестностях пос. Цав у старого моста, возле ручья, фермеры, косившие траву, угостили участников экспедиции местными помидорами. Плоды были некрупные, округлые, красные, очень сладкие на вкус. Образец семян *Licopersicum esculeutum* Mill. был собран для коллекции ВИР.

По дороге от минерального источника вдоль дороги на Татев на склонах, по осыпям, собраны плоды *Physalis alkakengi* L. На склонах за селом Саранакунк обнаружены мощные кусты *Amigdalus fenzliana* с плодами. Здесь же, на склонах за селом собраны семена и гербарий крупных, мощных, высокорослых (выше 2 м) растений *Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey. с крупными колючими листьями.

12.08.17 в окр. с. Тсилкар под соснами на повороте дороги в высокотравье, обнаружена небольшая ценопопуляция *Cicerbita macrophilla* (Willd.) Wallr. В коллекцию ВИР собраны семена и гербарий.

Кроме диких родичей культурных растений, на данном отрезке маршрута были собраны образцы местных культурных растений. В окр. Степанокерта на рынке у дороги приобретены образцы местных *Cucumis melo* L. (некрупные, продолговатые и овальные, разных оттенков желтого), *Cucurbita pepo* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Vicia faba* L., *Allium sativum* L.

Phaseolus vulgaris (вьющаяся) была также собрана 13.08.17 в Горисском р-не (по дороге в сторону ущ. Нараванг), в с. Шаракамут у фермера Айка Маркаряна. Кроме того, здесь были собраны образцы местных *Pisum sativum* L., *Daucus carota* L., *Beta vulgaris* L., *Ocimum bazilicum* L., *Thymus* sp. Это местные армянские образцы, их выращивали как минимум три поколения семьи.

13.08.17 в окр. с. Салут, под пологом соснового леса, собраны образцы *Cicerbita racem*osa.

14.08.17 по дороге Гюмри-Гасан-Агюр, в широкой долине Аракса, вдоль границы с Турцией по оврагу вдоль ж/д линии собран образец семян *Linum austriacum*; еще один образец *L. austriacum* собран между с. Шоржа и с. Топах на склонах вдоль дороги в окр. оз. Севан. На подъезде к Севану со стороны Еревана, на сухих склонах вокруг озера собран образец *Althea officinalis* L. В окр. оз. Севан у фермера Симона Севана были взяты в коллекцию местные, севанские *Licopersicum esculentum, Capsicum annuum* L.

16.08.17. в д. Фиолетово, поселении молокан, от жительницы села были получены семена «русской капусты» *Brassica oleracia* L. subsp. *capitata* (L.) Metzg. Село издавна славится своей капустой и другими овощами, традиционно выращиваемыми здесь. Возможно, это – старый русский сорт, много десятилетий тому назад адаптированный в Армении.

16.08.17 *Lactuca wilhelmsiana* Fisch. & C.A. Mey. ex DC. subsp. *wilhelmsiana* собран на склонах вдоль дороги от Дилижана в сторону монастыря Ховартуин, здесь же собран образец *Prunus spinosa* L. (плоды округлые, сладко-горьковатые, тонкокожие). В окр. г. Иджеван, на сухих

склонах, в разнотравье собраны образцы семян и гербария *Althaea cannabina* L.

На каменистых склонах вокруг монастыря Амбер собран образец удивительного по красоте вида лука *Allium nektaroscordum* Janka. Данный вид относится к числу редких видов Армении и внесен в Красную книгу республики, поэтому в коллекцию было взято всего несколько семян.

Заключение

Разнообразие рельефа Армении, его дифференцированность способствуют отбору форм, наиболее приспособленных к тем или иным особенностям рельефа. Несмотря на контрастность температур, резкие зимы, изобилие вулканической почвы сделало Армению одним из мест самого раннего появления сельскохозяйственной деятельности. При этом успешно сохраняются в культуре и возделываются те растения, которые либо не требуют обильного расхода влаги в летний период, либо, благодаря близости водных источников, растут на поливе. Разнообразие почв способствует разнообразию растительного мира в целом, и возделываемых культур, в частности, в значительной степени влияет на сортимент выращиваемых культур и их локализацию в тех или иных регионах страны. По территории Армении проходят северные, западные, восточные и южные края ареалов многих видов, что очень важно: именно по краю ареала, как правило, произрастают уникальные формы растений.

Армения очень богата дикими родичами культурных растений. Здесь произрастают многие виды, разновидности и формы диких пшениц, ржи, ячменя, гороха, чечевицы, нута, льна, свеклы, шпината, салата, диких плодовых, ягодных, орехоплодных. В частности, Армения представляет собой центр разнообразия дикорастущих груш. Во флоре Армении немало ценных пищевых, пряно-ароматических или эфиромасличных растений, традиционно употребляемых народом в пищу или как приправы. Такая концентрация дикорастущих предков культурных растений на сравнительно небольшой горной территории представляет собой богатейший генофонд для получения холодостойких, засухоустойчивых, невосприимчивых к болезням и неблагоприятным факторам сортов культурных растений.

В результате работы международной экспедиции течение 12 полевых дней была обследована 191 точка сбора (сайт) и собрано: для коллекции ВИР 225 образцов семян (см. таблица), для Гербария ВИР – 53 образца гербария дикого салата, из которых 48 образцов – виды рода *Lactuca*, 5 – виды близких родов (*Cicerbita, Cephalorinhus*).

Во время экспедиции в коллекцию ВИР было собрано большое разнообразие видов рода *Lactuca*, произрастающих на территории Армении: *Lactuca altaica* (*синоним Lactuca serriola* L.), *L. georgica* Grossh., *L. qeurcina*, *L. orientalis* (Boiss.) Boiss., *L. tatarica* (L.) C.A. Mey., *L. viminea*, *L. serriola*, *L. saligna* L., *L. wilhelmsiana*, а также межвидовой гибрид *Lactuca georgica* × *L. serriola*. Максимальным разнообразием морфологических признаков вегетативных органов характеризуется полиморфный *Lactuca altaica* – наиболее изменчивый и широко распространенный вид рода, происходящий с запада Евразии. В настоящее время вид распространен повсеместно, является синантропным растением. Предок овощного салата латука, который возник или непосредственно из этого вида, или при его скрещивании с другими видами рода. Данный вид используется в селекции при выведении сортов культурного салата, поэтому сбор семян его в коллекцию очень актуален. Достаточно ограничено распространение *L. tatarica*. По ходу маршрута было обнаружено только 2 местонахождения этого вида: в окрестностях монастыря Хор Вирап, по границе с Турцией, влажные места в понижениях вдоль дороги – образец с черными семенами; окрестности оз. Севан, каменистые склоны вдоль дороги – со светлыми семенами.

В разных регионах страны были собраны образцы фасоли (*Phaseolus vulgaris*). Фасоли Армении (в подавляющем

большинстве – вьющиеся) характеризуются огромным разнообразием семян по форме и окраске (крупные, мелкие; плоские, овальные, округлые, продолговатые; темные, светлые, белые, пестрые – с различной мозаичной окраской на светлом или темном фоне, с точками, штрихами, пятнами различного цвета). К числу интересных находок относится образец *Brassica oleracia* subsp. *capitata*, собранный в д. Фиолетово (поселение староверов – молокан). Предположительно, это может быть старый русский сорт капусты, сохраненный здесь переселенцами из России. Попытки взять семена капусты в предыдущих экспедициях были безуспешными – молокане, как правило, не контактируют с посторонними визитерами и не дают семена выращиваемых культур.

Несмотря на то, что территория Армении, которая является центром происхождения многих культурных и диких растений, активно обследовалась в последние годы экспедиционными отрядами ВИР им. Н. И. Вавилова, здесь сохраняется возможность сбора оригинальных образцов культурных растений (прежде всего – местных сортов народной селекции) и их диких родичей, адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям, для пополнения живой и гербарной коллекций ВИР.

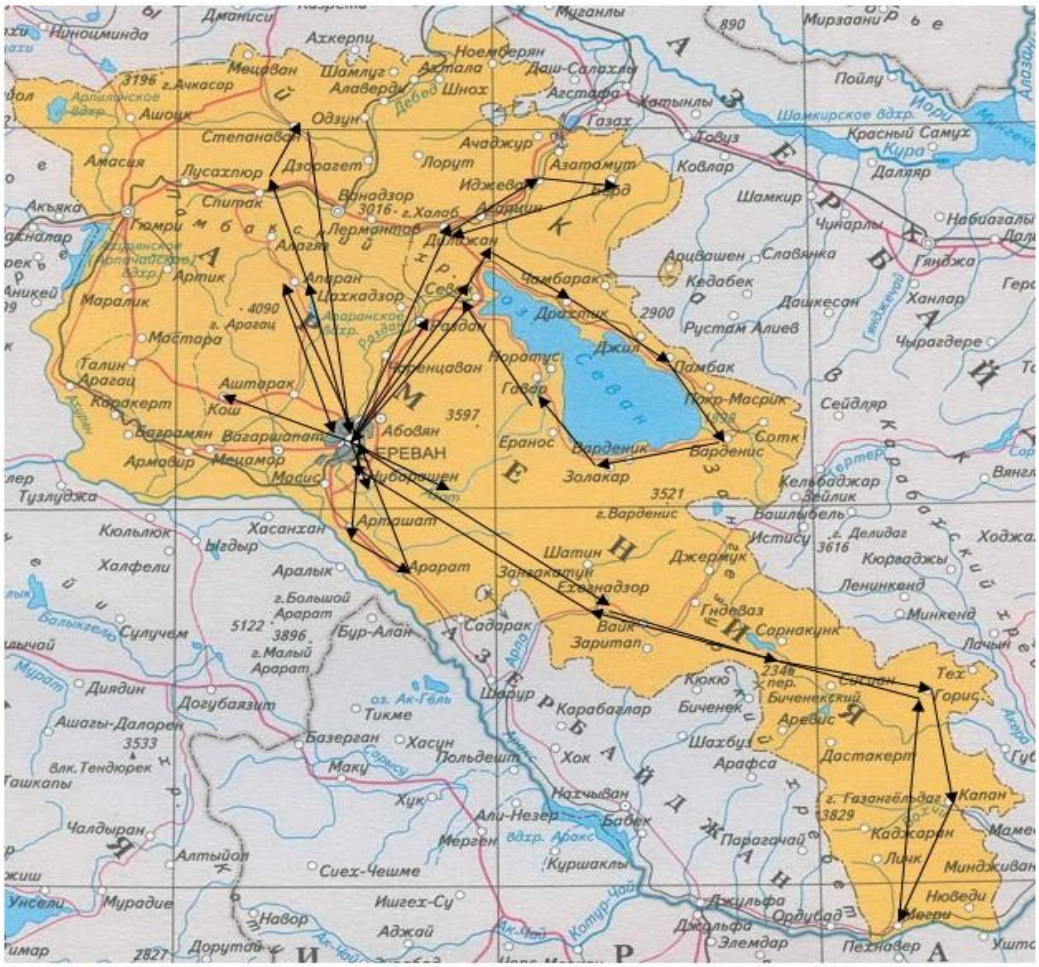

ЕРЕВАН
Севан
Ереван
Гюмри
Ванадзор
Дилижан
Иджеван
Аштарак
Абовян
Арташат
Арарат
Варденис
Сотк
Горис
Капан
Мегри
Джермук
Ленинакан
Шамшадин
Ордубад
Джульфа
Нахичевань
Шамкир
Красный Самух
Кура
Даллар
Ханлар
Гянджа
Ширак
Лорут
Ачаджур
Азатамут
Ковлар
Кедабек
Дашкесан
Рустам Алиев
Джил
Ламбак
Сейдляр
Кельбаджар
Зейлик
Башлыбель
Истису
Делидаг
Кюрагаджы
Минкенд
Сарнакунк
Гндеваз
Ваик
Заритап
Шатин
Ехегнадзор
Еранос
Золакар
Гаварс
Норатус
Ноемберян
Даш-Салахлы
Агстафа
Газах
Ахкерпи
Шамлуг
Алаверди
Шнох
Одзун
Степанаван
Дзорагет
Лусахпюр
Спитак
Лермонтов
Алагяз
Алаверди
Цахкадзор
Раздан
Гехарцаван
Аштарак
Кош
Вагаршапат
Армавир
Мецамор
Масис
Аршаван
Арзакан
Чамбарак
Дилижан
Варденис
Шаумян
Ноемберян
Мегри
Ордубад
Джульфа
Элемдар
Пенджикент
Ленинакан
Шамшадин

Таблица. Список семян, собранных в совместной армянско-российско-голландской экспедиции по Армении (август 06–20, 2017) для генбанка ВИР им. Н. И. Вавилова

Table. List of seeds collected by the joint Armenian-Russian-Dutch collecting mission in Armenia (August 06–20, 2017) for the VIR genebank

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
1	2	1	*Daucus carota* L.	07.08.	Ереван, территория Бот.сада	В траве у теплиц.	
2	7	3	*Cichorium intymbus* L.	08.08.	Хор Вирап. На подъезде к монастырю.	У дороги перед перед кладбищем.	
3	8	3	*Melilotus officinalis* (L.) Pall.	08. 08.	Хор Вирап. На подъезде к монастырю.	У дороги перед кладбищем в траве.	
4	13	4	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	08.08.	Окр. Монастыря Хор Вирап. Рядом с турецкой границей.	Болотистое понижение у дороги, разнотравье.	
5	14	4	*L. tatarica* (L.) C.A. Mey.	08.08..	Хор Вирап. По границе с Турцией.	Болотистое понижение у дороги.	Темн. семена
6	17	7	*L. altaica* Fisch. & C.A. Mey.	08.08..	По дороге из Веди в Даштакар	По краю фрукт. сада рядом с дорогой. Разнотравье.	
7	18	7	*Daucus carota* L.	08.08.	После с. Веди дорога на Даштакар.	Поле обочина дороги.	
8	19	7	*Daucus carota* L.	08.08.	По дороге из Веди в Даштакар.	Обочина дороги.	
9	20	7	*Daucus broteri* Ten.	08.08.	По дороге из Веди в Даштакар.	Обочина дороги. Разнотравье.	
10	29	9	*Asparagus officinalis* L.	08.08.	После дер. Шагап.	Вдоль дороги и под зарослями алычи.	
11	32	10	*Allium sphaero cephalon* L.	08.08.	Ланджар.	Долина ущелья Сатаны.	2 пакета.
12	36	11	*Lactuca viminea* (L.) J. Presl & C. Presl	09.08	Дер. Зангакатун	Долина ущелья Сатаны.	
13	39	12	*Allium* sp.	08.08.	Дер. Зангакатун	Склоны на подъезде к селу. Каменистые осыпи.	
14	51	13	*Cerasus incana* (Pall.) Spach	08.08.	Между с. Елпин и д. Чива	Каменистые осыпи. Вдоль дороги	
15	52	14	*Cephalorhynchus tuberosus* (Steven) Schchian	08.08.	Окрестности монастыря Нурованг, в конце ущелья Нурованг.	У ручья, под деревьями.	

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
16	53	14	*Lactuca qeurciana* L.	08.08.	Окрестности монастыря Нурованг, ущелье Нурованг.	Под деревьями у ручья.	
17	58	15	*Lactuca georgica* Grossh.	08.08.	По ущелью Нурованг.	Склоны, осыпи. Разнотраье.	
18	63	15	*Alcea rugoza* Alef.	08.08.	Окр. монастыря Нурованг. По ущелью Нуровани.	Осыпи по склону.	
19	66	17	*Lactuca georgica* Grossh.	08.08.	Воротанский перевал H=2343m	По сухому склону.	
20	67	17	*Allium* sp.	08.08.	»	По сухому склону.	Высокий
21	68	17	*Allium karsianum* Fomin	08.08.	»	»	
22	78	19	*Melilotus officinalis* (L.) Pall.	09.08.	Дорога Горис-Мегри. 0,5 км за Горис.	Вдоль дороги, у реки.	
23	79	19	*Rubus ceaesius* L.	09.08.	»	»	
24	80	19	*Origanum* vulgare L.	09.08.	»	»	
25	81	19	*Prunus spinosa* L.	09.08.	»	»	
26	82	19	*Daucus carota* L.	09.08.	»	»	
27	88	20	*Lactuca georgica* Grossh.	09.08.	Дорога Горис-Воротан, за каменной аркой по дороге.	По осыпям склона и над обрывом.	
28	95	21	*Daucus carota* L. subsp. *orientalis* (Bubasch.) Setch.	09.08.	Дальше по дороги, после Воротана.	По склонам и осыпям, над обрывом.	
29	101	23	*Linum austriacum* L.	09.08.	Дорога из Гори в Капан	Склоны по осыпям вдоль дороги.	
30	102	24	*Lactuca georgica* Grossh.	09.08.	3км не доезжая села Шурмук (Дорога Горис-Капан)	По склонам вдоль дороги.	
31	103	24	*Daucus carota* L.	09.08.	»	»	
32	108	25	*Lactuca georgica* Grossh.	09.08.	Окрестности с. Кармаракан, начало спуска с перевала.	По склонам.	
33	117	28	*L.georgica* Grossh.	09.08.	2 км за Капаном	Осыпи вдоль дороги, по долине реки.	
34	118	28	*Allium* sphaero-cephalon L.	09.08.	»	»	
35	122	29	*Lactuca georgica* Grossh.	09.08.	Село Каджарян.	На газоне у дороги.	
36	124	30	*L. georgica* Grossh.	09.08.	За селом Каджарян.	Сухие склоны у реки.	

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
37	126	30	*Allium* sp.	09.08.	»	»	
38	128	30	*Rumex* confertus Willd..	09.08.	»	»	
39	133	31	*Melilotus offcinalis* (L.) Pall.	09.08.	Дорога между Каджарян и Мерги	На осыпях вдоль дороги	
40	134	31	*Secale* sylvestre Host	09.08.	»	»	
41	135	31	*Lactuca georgica* Grossh,	09.08.	»	»	
42	137	31	*Lactuca viminea* (L.) J. Presl & C. Presl	09.08.	»	»	
43	139	32	*L. viminea viminea* (L.) J. Presl & C. Presl	09.08.	Дорога за селом Каджарян в сторону Мегри.	Сухие склоны вдоль дороги.	
44	140	32	*Allium atropurpureum* Waldst. & Kit.	09.08.	»	»	
45	151	33	*Daucus carota* L.	09.08.	Вдоль дороги на Мегри.	Сухие каменистые склоны	
46	153	34	*Allium* sp.	09.08.	»	»	
47	157	34	*Lactuca quercina* L. subsp. *wilhelmiana* (Fisch. & C.A. Mey. ex DC.) Ferakova	09.08.	»	»	
48	160	34	*Lactuca serriola L.*	09.08.	»	»	
49	161	34	*Chondrilla juncea* L.	09.08.	»	»	
50	164	35	*Daucus carota* L.	09.08.	Окр.с. Легваз. Дорога на Мегри	Сухие склоны вдоль дороги у частного сада	
51	169	36	*Alcea flavovirens* (Boiss. & Buhse) Iljin	09.08.	Окр. с. Варгавар у реки Мегри.	В зарослях травы под кустарником	
52	175	37	*Allium* sp.	10.08.	Окр. г. Мегри вдоль границы с Ираном.	Сады за городом склон горы.	Семена и луковицы
53	179	37	*Carthamus glaucus* M. Bieb.	10.08.	»	»	Синий
54	183	38	*Lactuca serriola* L. subsp. *serriola*	10.08.	Старое кладбище в окр. пос. Мегри.	Между могилами.	
55	185	38	*Allium* sp.	10.08.	»	»	Высокий
56	189	39	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	10.08.	От Мегри 10 км в стор. Ехегнадзора вдоль границы с Ираном.	Сухие каменистые склоны.	
57	193	39	*Allium* sp.	10.08.	»	»	Ср.высокий
58	194	39	*Allium* sp.	10.08.	»	», в камнях.	низкий

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
59	195	39	*Avena fatua* L.	10.08.	»	»	
60	201	41	*Daucus* sp.	10.08.	15 км от Мегри в сторону Ехегдзора вдоль границы с Ираном. Перед тоннелем.	Сухие глинисто-каменистые склоны вдоль дороги.	
61	210	42	*Daucus carota* L.	10.08.	Мегри-Крнадзор дальше по дороге вдоль границы с Ираном.	По обочине дороги вдоль сада на шпалерах.	
62	211	43	*Daucus carota* L.	10.08.	Окр. с.Алванг.	В огороде	Дикорастущая
63	215	44	*Lactuca georgica* Grossh.	10.08.	На повороте вдоль дороги Мегри-Капан.	Сухие каменистые склоны.	
64	219	44	*Daucus carota* L. subsp. *orientalis*	10.08.	»	»	
65	221	44	*Allium* sp.	10.08.	»	»	
66	230	45	*Allium sp.*	10.08.	Поворот на дороге от Мегри до Капана, серпантин.	По сухим склонам и каменистые осыпи.	Высокий
67	232	45	*Allium* sp.	10.08.	»	»	Невысокий
68	237	46	*Lactuca viminea* (L.) J. Presl & C. Presl	10.08	Поворот дороги от Мегри в сторону Капана, 3 км до с. Цав.	По каменистым склонам.	
69	238	46	*Allium atro- purpureum* Waldst. & Kit.	10.08.	»	»	
70	239	46	*Allium sp.*	10.08.	»	»	Крупн.
71	240	46	*Linum austriacum* L.	10.08.	»	»	
72	243	46	*Allium* sp.	10.08.	»	»	
73	244	46	*Allium* sp.	10.08.	»	»	Раскидист. соцв.
74	254	48	*Licopersicon esculeutum* esculentum Mill.	10.08.	Окрестности пос. Цав у старого моста.	У ручья	
75	265	51	*Lactuca saligna* L.	10.08.	Напротив с. Шикагох.	Осыпи у дороги.	
76	271	52	*L.saligna* L.	10.08.	На подъеме у с. Чикатен	Склоны у дороги	
77	272	52	*Lactuca georgica* Grossh.	10.08,	»	»	
78	278	53	*Daucus carota* L. subsp. *orientalis*	10.08.	За селом Чикатен	»	
79	282	54	*Lactuca georgica* Grossh.	10.08.	3км за Горисом в сторону Татева.	Сухие склоны у дорги.	
80	285	54	*Lactuca georgica* × *L. serriola*	10.08.	»	»	

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
81	293	55	*Allium* sp.	10.08.	Ущелье Татев 100 м выше минерального источника и бассейна	Каменистые выступы	
82	303	57	*Physalis alkakengi* L.	10.08.	150 м выше по дороге от минерального источника вдоль дороги на Татев	Склоны, осыпи	
83	311	57	*Phaseolus vulgaris* L.	10.08.	Рыночек перед монастырем Татев.		
84	320	59	*Alllium* sp.	10.08.	Дорога из Татева на Сисиан недалеко от аэропорта.	На осыпях у холма.	Низкий
85	321	59	*Allium* sp.	10.08.	»	»	Высокий
86	326	60	*Lactuca georgica* Grossh.	10.08	Окр. с. Сарнакунг по дороге к Сисиану из Татева	Мусорные места села	
87	328	61	*Lactuca quercina* L.	11.08.	Окр.с.Сараланч	Опушка дубового леса, леса, поляны, разнотравье	
88	332	61	*Allium* sp.	11.08.	»	»	Бульбоносный
89	333	61	*Allium* sp.	11.08.	»	»	Красн.
90	340	62	*Allium* sp.	11.08.	Долина реки Арени. Мост через реку на перекрёстке. Вайк-Горис.	Сухие глинисто-каменистые склоны.	Высокий
91	341	62	*Allium* sp.	11.08.	»	»	Раскидистое соцветие
92	344	62	*Daucus durieua* Lange	11.08.	»	»	
93	348	62	*Cerasus mahaleb* (L.) Mill.	11.08.	»	»	
94	349	63	*Steptorhamphus tuberosus* (Jacq.) Grossh.	11.08.	Дорога из долины р. Арени на Азатек	Сухие каменистые осыпи.	
95	351	63	*Lactuca orientalis* (Boiss.) Boiss.	11.08.	Дорога в сторону Нахичевани	»	2 пакета
96	361	65	*Daucus carota* L.	11.08.	Окр. с. Саранакунк.	Вдоль огородов	
97	364	66	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	11.08.	В конце с. Саранакунг	Склоны за селом	Колюч., высок.
98	369	66	*Amigdalus fenziana* (Fritsch) Lipsky	11.08.	»	»	
99	380	69	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	11.08.	Дорога из Аштарака в Ереван.	Сухие склоны вдоль дороги напротив кладбища.	

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
100	387	70	*Lactuca serriola* L.	11.08.	Дорога Ереван-Аштарак, 5км до с. Апаран.	Огороды и сенокосы вдоль дороги. Заброшен. поле.	С шерстистым листом.
101	396	71	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	11.08.	Заправка после Апарана. Окр. с. Риатаза.	На обочине дороги.	
102	399	71	*Melilotus oficinalis* (L.) Pall.	11.08.	»	»	
103	403	72	*Cicerbita macrophilla* (Willd.) Wallr.	12.08.	Окр. с. Тсилкар под соснами на повороте.	Сорное место в высокой траве.	
104	433	77	*Allium sp. albidum* Fisch. ex M. Bieb.	12.08.	По дороге из Степанована в Ванадзор. У моста ж-д, около завода.	Сухие склоны.	
105	434	78	*Daucus carota* L.	12.08.	2 км перед развилкой на Степанован. Заправка у дороги.	Возле заправки.	
106	445	82	*D. carota* L.	12.08.	Дорога Ванадзор–Степанокер. Окр. с. Ванадзор.	Сухой склон за селом.	
107	446	82	*Allium ramosun* L.	12.08.	»	»	
108	449	82	*Allium globosum* M. Bieb. ex Redoute	12.08.	»	»	
109	451	84	*Diplotaxis tenuifolium* (L.) DC.	13.08.	На выезде из Кировакана.	Склоны у дороги, разнотравье.	
110	454	86	*Cicerbita macrophilla* (Willd.) Wallr.	13.08	По дороге в Дилижан.	Высокое разнотравье вдоль дороги.	
111	456	87	*Daucus carota L.*	13.08.	Дорога на Дилижан.	Вдоль дороги, возле леса высокотравье.	
112	464	89	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	13.08.	Перед Степанованом.	Вдоль дороги.	Очень светлые цветки
113	467	90	*Allium karsianum* Fomin	13.08.	Окр. с. Саратовки.	Сухие склоны у реки.	
114	468	90	*Daucus carota L.*	13.08.	»	»	
115	470	91	*Cucumis melo* L.*(1)*	13.08.	Окр. Степанокерта	Рынок у дороги.	
116	471	91	*C. melo* L. *(2)*	13.08.	»	»	
117	472	91	*C. melo* L.*(3)*	13.08.	»	»	
118	473	91	*Cucurbita pepo* L.	13.08.	»	»	Некрупн. желт.
119	474	91	*C. pepo* L.	13.08.	»	»	Зеленый
120	475	91	*C. pepo* L.	13.08.	»	»	Серо-желтый

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
121	476	91	*Phaseolus vulgaris* L.	13.08.	»	»	
122	477	91	*P.vulgaris* L.	13.08.	»	»	
123	478	91	*Vicia faba* L.	13.08.	»	»	
124	479	91	*V. faba* L.	13.08.	»	»	
125	485	92	*Allium sativum* L.	13.08.	»	»	
126	500	93	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	13.08.	За Степанокертом	Склоны у дороги.	
127	502	94	*Phaseolus vulgaris* L.	13.08.	Горисский р-н, ст. Нараванг, с. Шаракамут.	У фермера Айка Марка-ряна	Вьющаяся
128	503	94	*Phaseolus vulgaris* L.	13.08.	»	»	Темная вьющ.
129	504	94	*Pisum sativum* L.	13.08.	»	»	
130	505	94	*Daucus carota* L.	13.08.	»	»	
131	506	94	*Beta vulgaris* L.	13.08.	»	»	Кормов.
132	507	94	*Ocimum bazilicum* L.	13.08.	»	»	
133	508	94	*Medicago sativa* L.	13.08,	»	»	
134	509	94	*Thymus* sp.	13.08.	»	»	
135	510	94	*Phaseolus vulgaris* L.	13.08.	»	»	Бел. Вьющ.
136	511	94	*Beta vulgaris* L.	13.08.	»	»	
137	512	94	*Ocimum bazilicum* L.	13.08.	»	»	
138	513	95	*Allium rubellum* M. Bieb.	13.08.	Дорога Гюири–Ашотск окр. с. Му-захгенер	Под пологом сосн. леса. Сухие склоны.	
139	514	95	*Allium shoenoprasum* L.	13.08.	»	»	Плоский лист
140	522	97	*Lactuca viminea* (L.) J. Presl & C. Presl	13.08.	Окр. с. Хокрашен	По сухим склонам	
141	529	99	*Cicerbita racemosa* (Willd.) Beauverd	13.08.	Окр. с. Салут	Под пологом соснового леса	
142	539	101	*Lactuca guercina* L.	13.08.	Окр. с. Сарнар.	За селом у дороги. По ка-менистым склонам.	
143	550	101	*Allium albidum* Fisch. ex M. Bieb.	13.08.	»	»	
144	552	101	*Allium karsianum* Fomin	13.08	»	»	
145	554	101	*Rumex* sp	13.08.	»	»	

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
146	575	109	*Linum austriacum* L.	14.08.	Дорога Гюмри–Гасан–Агюр. Широкая долина Аракса. Вдоль границы с Турцией.	Овраг вдоль ж/д линии по оврагу.	
147	579	111	*Asparagus orientalis* Baker.	14.08.	Село Багравaн.	Сухие склоны.	
148	580	111	*Allium albidum* Fisch. ex M. Bieb.	14.08	»	»	
149	586	113	*Daucus carota* L.	14.08	Окр. с. Арагау.	По краю яблоневого сада.	
150	590	113	*Lactuca serriola* × *L. altaica*	14.08	»	»	
151	594	115	*Asparagus officinalis* L.	14.08	По дороге в сторону Армавира	Каменистые склоны.	
152	595	115	*Allium* sp.	14.08	»	»	
153	598	116	*Astrodaucus orientalis* (L.) Drude	14.08	На подъезде к Армавиру .	Между посадками белой акации и виноградником. Разнотравье.	
154	602	117	*Daucus carota* L.	14.08	На подъезде к Армавиру с. Мясникян	Сухие каменистые склоны.	
155	604	117	*Lactuca serriola* L.	14.08	»	»	
156	607	118	*Daucus carota* L.	14.08	За Армавиром	По канаве вдоль дороги у бахчи.	
157	611	121	*Daucus carota* L.	14.08	Дорога из Армавира на Эчмиадзин, за Армавиром, поворот на пос. Амасия.	Вдоль дороги, сухие склоны.	
158	618	122	*Daucus carota* L.	14.08	Дорога из Армавира в Эчмиадзин, окр. с. Тандзут	Склоны вдоль дороги.	
159	627	124	*Daucus carota* L.	14.08	Дорога из Армавира в Эчмиадзин окр. с. Ехегнут.	Вдоль дороги.	
160	646	131	*Lactuca quercina* L.	14.08	Дорога на Севан.	»	
161	648	132	*Lactuca georgica* Grossh.	15.08.	»	Вдоль дороги, под деревьями.	.
162	652	133	*Lactuca saligna* L.	15.08.	Окр. г. Раздан, выше города, слева от дороги	Сухие склоны.	
163	663	133	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	15.08.	»	»	

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
164	670	134	*Dianthus giganthea* d'Urv.	15.08.	На подъезде к Севану от Еревана, вокруг озера	Сухие склоны	
165	677	134	*Althea officinalis* L.	15.08.	»	»	
166	682	135	*Melilotus officinalis* (L.) Pall.	15.08.	Дальше по дороге, вокруг Севана, рядом с ремонтной мастерской.	Сухие каменистые склоны.	
167	683	136	*Lactuca tatarica* L.	15.08.	Вокруг оз. Севан	Сухие каменистые склоны.	
168	690	138	*Lactuca georgica* Grossh.	15.08.	»	»	
169	697	140	*Licopersicon esculentum* Mill.	15.08.	Окр. оз. Севан.	У фермера Симона Севана.	Мало семян
170	699	140	*Capsicum annuum* L.	15.08.	»	»	
171	706	143	*Lactuca georgica* Grossh.	15.08.	Окр. с. Гехмасар в р-не оз. Севан. Обочина дороги	Во дворе дома перед полисадником.	
172	709	144	*Allium globosum* M. Bieb. ex Redoute	15.08.	Вдоль дороги у с. Шоржа.	Склоны у дорги.	
173	714	146	*Allium* sp.	15.08.	Окр. оз. Севан, окр. с. Шоржа и с. Топах.	Склоны вдоль дороги.	Белые луковицы
174	715	146	*Asparagus verticillatus* L.	15.08.	»	»	
175	716	146	*Allium karsianum* Fomin	15.08.	»	»	
176	717	146	*Linum austriacum* L.	15.08.	»	»	
177	727	149	*Allium* sp.	15.08.	Окр. с. Шоржа между дорогой и ж/д полотном	Склоны за селом	Белый
178	728	149	*Orlaya kochii* Heywood	15.08.	»	»	
179	736	152	*Lactuca georgica* Grossh.	15.08.	После тоннеля при въезде в Дилижан.	Разнотравные склоны.	
180	740	153	*Cicerbita macrophilla* (Willd.) Wallr.	15.08.	По дороге в Дилижан, 2 км не доезжая Дилижана после тоннеля.	Склоны вдоль дороги по краю дубового леса. Высокотравье.	
181	743	154	*Daucus carota L.*	16.08.	На выезде из Дилижана	Скалы и осыпи справа от дороги	
182	744	154	*Allium globosum* M. Bieb. ex Redoute	16.08.	»	»	

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
183	750	156	*Brassica oleracea* L. subsp. *capitata* L.	16.08.	Окр. д. Фиолетово, поселение Молокан.	От жительницы села.	Старый местн. сорт.
184	752	157	*Lactuca wilhelmsiana* Fisch. & C.A. Mey. ex DC.	16.08.	От Дилижана в сторону монастыря Ховартуин	Склоны вдоль дороги.	
185	757	157	*Allium karsianum* Fomin	16.08.	»	»	
186	766	160	*Lactuca serriola* L.	16.08.	Окр. Дилижана, 10км за городом.	Склоны вдоль дороги.	
187	770	162	*Lactuca georgica* Grossh.	16.08.	Окр. монастыря Ховартин	По склонам	
188	775	163	*Daucus carota* L.	16.08.	Д. Ховк после пос. Аларцин.	Склоны за селом.	
189	780	164	*Lactuca viminea* (L.) J. Presl & C. Presl	16.08.	Окр. г. Иджеван, при подъезде к городу.	Склоны вдоль дороги.	
190	783	164	*Prunus spinosa* L.	16.08.	»	»	
191	784	165	*Daucus carota* L.	16.08.	Окр. г. Иджеван, вокруг города.	Сухие склоны.	
192	785	165	*D. carota* L. subsp. *orientalis* Rubasch.	16.08.	»	Разнотравные склоны.	
193	787	165	*Allium globosum* M. Bieb. ex Redoute	16.08.	»	»	
194	789	165	*Prunus spinosa L.*	16.08.	»	»	
195	793	166	*Lactuca saligna* L.	16.08.	Окр. с. Енокован по дороге Иджеван–Ереван.	Сухие склоны вдоль дороги.	
196	797	166	*Daucus carota L.subsp orientalis*	16.08.	»	»	Красн.семена
197	798	166	*Daucus carota L.*	16.08.	»	»	-
198	803	167	*Allium* sp.	16.08.	Окр. г. Иджеван выше города.	Склоны вдоль дороги, разнотравье.	
199	804	167	*Althaea cannabina L.*	16.08.	»	»	
200	808	169	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	16.08.	Между селами Капутан и Атис, овраг у подножья горы слева от дороги.	По склону оврага.	
201	809	169	*Lactuca saligna* L.	16.08.	»	»	
202	810	169	*Allium* sp.	16.08.	»	»	
203	835	173	*Allium globosum* M. Bieb. ex Redoute	17.08.	Окр. с. Бюрокан.	Склоны вдоль дороги, разнотравье.	
204	842	173	*Allium sphaerocefalon* L.	17.08	»	»	

№ п.п	№ образца	№ сайта	Название	Дата сбора	Местонахождение	Местообитание	Примечание
205	844	175	*Lactuca georgica* Grossh.	17.08	Окр. с. Артамут.	Склоны вокруг села. Разнотравье.	
206	848	175	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	17.08	»	»	
207	851	176	*Lactuca georgica* Grossh.	17.08	За селом Артамут 5 км склоны вдоль дороги.	По склонам.	
208	856	176	*Lactuca saligna* L.	17.08	»	»	
209	864	177	*Lactuca saligna* L.	17.08	Дорога в сторону монастыря Амбер.	Сухие склоны вдоль дороги.	
210	872	178	*Lactuca viminea* (L.) J. Presl & C. Presl	17.08	Окр. монастыря Амбер.	Склоны вокруг монастыря.	
211	874	178	*Lactuca quercina* L.	17.08	»	»	
212	875	178	*Nektaroscordum* bulgaricum Janka	17.08	»	»	
213	876	178	*Allium karsianum* Fomin	17.08	»	»	
214	889	182	*Daucus carota* L.	17.08	Окр. с. Васкеваз	Сухие склоны вокруг села.	
215	892	183	*Allium sphaerocephalon* L.	17.08	Окр. с. Мусалер.	Склоны вокруг села.	
216	901	185	*Daucus carota* L.	18.08.	Выезд из Еревана в сторону Эребуни	Сухие глинистые склоны	
217	903	187	*Lactuca aculeata* Boiss. & Kotschy	18.08.	Дорога из Еревана на подъезде к Эребуни	Сухие глинистые склоны.	
218	911	189	*Lactuca altaica* Fisch. & C.A. Mey.	18.08.	Территория заповедника Гарни.	На склоне у базилики.	
219	912	189	*Lactuca serriola L.*	18.08.	»	»	
220	913	189	*Astrodaucus orientalis* (L.) Drude	18.08.	»	»	
221	914	189	*Daucus carota L.*	18.08.	»	»	
222	919	190	*Allium* sp.	18.08.	Территория комплекса Гарни, вниз по дороге к ущелью	Разнотравье. Склоны вдоль дороги.	
223	920	190	*Allium sphaero cephalon* L.	18.08.	»	»	
224	924	190	*Daucus carota* L.	18.08.	»	»	
225	928	191	*Lactuca georgica* Grossh.	18.08.	Окр. монастыря Гехард, слева от входа в монастырь.	Сухие каменистые склоны.	
ИТОГО 225 обр.							

Работа выполнена в соответствии с планом научных исследований ВИР (Всероссийский институт генетических ресурсов растений) имени Н. И. Вавилова (VIR), разделы «Мобилизация нового ботанического, генетического, селекционного разнообразия растительных ресурсов для пополнения генбанка Российской Федерации» (№ 0662-2018-0020) и «Совершенствование стратегии, научно-методического и информационного сопровождения целенаправленного поиска и сбора ценных генотипов культурных растений и их диких родичей» (№ 0662-2018-0014).

References/Литература

Artemyeva A. M., Abremskaya S. S. Mobilization of local samples of vegetable crops, cucurbits and leguminous crops during the expedition to the republic of Armenia in 2017 // Proseedings of applied botany, genetics and breeding., 2018, vol. 179, iss. 1, pp. 6–12 [in Russian] (*Артемьева А. М., Абремская С. С.* Мобилизация местных образцов овощных, бахчевых и зернобобовых культур в ходе экспедиции по республике Армения в 2017 году // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2018. Т. 179, вып. 1. С. 6–12). DOI 10.30901/2227-8834-2018-1).

Artemyeva A. M., Zvereva O. A., Kozhanov T. N., Kornuhin D. A., Piskunova T. M., Smekalova T. N., Chukhina I. G., Bagmet L. B. Mobilization of genetic resources of vegetable and melon crops in the XXI century // Proseedings of applied botany, genetics and breeding., 2016, vol. 177, iss. 2, pp. 5–21 [in Russian] (*Артемьева А. М., Зверева О. А., Кожанова Т. Н., Корнюхин Д. Л., Пискунова Т. М., Смекалова Т. Н., Чухина И. Г., Багмет Л. В.* Мобилизация генетических ресурсов овощных и бахчевых культур в XXI веке // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2016. Т. 177, вып. 2. С. 5–21).

Babayan G. G., Aghababyan K. A. The Modern ecological state of water objects of the Republic of Armenia // Water resources. M., 2008, vol. 35, no. 2. pp. 245–250 [in Russian] (*Бабаян Г. Г., Агабабян К. А.* Современное экологическое состояние водных объектов Республики Армения // Водные ресурсы. М., 2008. Т. 35, № 2. С. 245-250).

Babayan G. G. On some projected changes in the water quality of lake. Sevan in connection with the change of hydrological regime // Vestnik MANEP. – Yerevan, 2006, vol. 11, no. 8, pp. 107–110 [in Russian] (*Бабаян Г. Г.* О некоторых прогнозируемых изменениях качества воды оз. Севан в связи с изменением гидрологического режима // Вестник МАНЭП. Ереван, 2006. Т. 11, № 8. С. 107–110).

Baghdasaryan A. B., Chilingaryan L. A. On the problem of lake Sevan // Water resources. 1979, no. 1, pp. 74–81 [in Russian] (*Багдасарян А. Б., Чилингарян Л. А.* О проблеме озера Севан // Водные ресурсы. 1979. № 1. С. 74–81).

Vavilov N. I. Centers of origin of cultivated plants. Leningrad: Print. Gutenberg, 1926, 248 p. [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Центры происхождения культурных растений. Л.: Тип. им. Гутенберга, 1926. 248 с.).

Vavilov N. I. World centers of varietal riches (genes) of cultivated plants (1927) // Origin and geography of cultivated plants. Leningrad: Science, 1987, pp. 135–146 [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Мировые центры сортовых богатств (генов) культурных растений (1927) // Происхождение и география культурных растений. Л.: Наука, 1987. С. 135–146).

Vavilov N. I. Geographic variability of plants // Scientific word. 1928, no. 1, pp.

23–33 [in Russian] (*Вавилов Н.И.* Географическая изменчивость растений // Научное слово. 1928. № 1. С. 23–33).

Gabrielyan E. Ts. Flora and vegetation of Armenia. Botanical tours // Flora, vegetation and vegetative resources of Armenia. Vol. 14. Yerevan, 2002, pp. 111–117 [in Russian] (*Габриелян Э. Ц.* Флора и растительность Армении. Ботанические экскурсии. // Флора, растительность и растительные ресурсы Армении. Вып. 14. Ереван, 2002. С. 111–117).

Grossheim A. A. Vegetation cover of the Caucasus. Baku, 1946, 661 p. [in Russian] (*Гроссгейм А. А.* Растительный покров Кавказа. Баку, 1946, 661 с.).

Zhukovsky P. M. Global gene pool for breeding. Leningrad: Nauka, 1970. 88 p. [in Russian] (*Жуковский П. М.* Мировой генофонд для селекции. Л. : Наука, 1970. 88 с.).

Zhukovsky P. M. Endemic microgenerators of wild species, genetically related to cultural // Selected proceedings. Leningrad: Agropromizdat, 1985. С. 185–191 [in Russian] (*Жуковский П. М.* Эндемичные микрогенцентры дикорастущих видов, генетически родственных культурным // Избранные труды. Л. : Агропромиздат, 1985. С. 185–191).

Ziroyan A. N. On the classification of vegetation in Armenia. Leningrad: 1969, 275 p. [in Russian] (*Зироян А. Н.* О классификации растительности Армении. Л., 1969. 275 с.).

Ziroyan A. N. Ecological and bioenergy assessment of vegetation in Armenia. Yerevan, 2008, 353 p. [in Russian] (*Зироян А. Н.* Эколого-боиэнергетическая оценка растительности Армении. Ереван, 2008. 353 с.).

Kovaleva O. N. Report on expedition to Armenia, September 2008 /VIR introduction group archive, 2008, 12 p. [in Russian] (*Ковалева О. Н.* Отчет об экспедиции в Армению, сентябрь 2011 /Архив группы интродукции ВИР, 2008, 12 с.).

Magakian A. K. Vegetation of the Armenian SSR. Moscow; Leningrad, 1941, 276 p. [in Russian] (*Магакьян А. К.* Растительность Армянской ССР. М.; Л., 1941, 276 с.).

Manukyan V. A. New materials to the flora of Armenia. Flora, vegetation and plant resources of Armenia. Vol. 14, Yerevan, NAS RA Institute of botany, 2002, pp. 85–86 [in Russian] (*Манакян, В. А.* Новые материалы к флоре Армении. Флора, растительность и растительные ресурсы Армении. Вып. 14, Ереван, Институт ботаники НАН РА, 2002. С. 85–86).

Guidelines for the collection of plant resources to replenish the collection of VIR. (prep. Y. N. Shcherbakov, K. A. Kobylyanskaya), Leningrad., 1974. 18 p. [in Russian] *(Методическими* указаниями по сбору растительных ресурсов для пополнения коллекции ВИР им. Н И. Вавилова (сост. Ю. Н. Щербаков, К. А. Кобылянская), Л., 1974. 18 с.).

Mnatsakanyan B. P. Water balance of Armenia. Yerevan: Zangak, 2005. 198 p. [in Russian] (*Мнацаканян Б. П.* Водный баланс Армении. Ереван: Зангак, 2005. 198 с.).

Mkhitaryan A. M. Future water balance of lake Sevan and changes its active output // News of Academy of Sciences of Armenian SSR, series Mechanics. 1967. vol. 20, no. 4, pp 12–28 [in Russian] (*Мхитарян А. М.* Будущий водный баланс озера Севан и изменения его активной отдачи // Известия АН АрмССР, серия Механика. 1967. Т. 20, № 4. С. 12–28).

Saghatelyan A. A. Flora and vegetation of Meghri region of arm of SSR. PhD Diss. Abstract, Er. Yerevan, 1983, 24 p. [in Russian] (*Сагателян А. А.* Флора и растительность Мегринского района Арм ССР // Автореф. дис. ... канд. биол. наук, Ереван, 1983, 24 р.).

Smekalova T. N. Report on expedition to Armenia, September 2013 / VIR introduction group archive, 2013, 17 p. [in Russian] (*Смекалова Т. Н.* Отчет об экспедиции в Армению, сентябрь 2013 / Архив группы интродукции ВИР, 2013, 17 с.).

Stoletova, E. A. Field and garden culture of Armenia // Bulletin of applied botany, genetics and breeding. Leningrad, 1929, vol. 3, vol. 4, 376 p. [in Russian] (*Столетова Е. А.* Полевые и огородные культуры Армени // Тр. по прикл. бот, ген. и сел. Л., 1929. Т. 3, вып. 4. 376 с.).

Tamanya, K. G., Fayvush G. M. Gilly Lake: past and present (flora and vegetation) / Flora, vegetation and vegetative resources of Armenia. Vol. 14, Yerevan : Institute of botany of NAS RA, 2002, pp. 86–94 [in Russian] (*Таманян К. Г., Файвуш, Г. М.* Озеро Гилли: прошлое и настоящее (флора и растительность) /Флора, растительность и растительные ресурсы Армении. Вып. 14. Ереван: Институт ботаники НАН РА, 2002. С. 86–94).

Takhtajan A. L. (ed.), Flora of Armenia. Vol. 1–11. 1954–2010 [in Russian] (*Тахтаджян А. Л.* (ред.) Флора Армении. Том 1–11. 1954–2010).

Ter-Ghazaryan G. G. Endemics of southern Transcaucasia In darelegis floristic region of Armenia and their protection / Flora, vegetation and vegetative resources of Armenia. Vol. 14. Yerevan : Institute of botany NAS RA, 2002., pp. 82–84 [in Russian] (*Тер-Газарян Г. Г.* Эндемики Южного Закавказья в Дарелегисском флористическом районе Армении и их охрана /Флора, растительность и растительные ресурсы Армении. Вып. 14. Ереван: Институт ботаники НАН РА, 2002. С. 82–84).

Fayvush G. M. Flora and vegetation of Shirak // PhD Diss. Abstract, 1983, 23 p.). [in Russian] (*Файвуш Г. М.* – Флора и растительность Ширака // Автореф. ... канд. биол. наук, Ереван, 1983, 23 с.).

Chilingaryan L. A., Mnatsakanyan B. P. assessment of changes in the water balance of lake Sevan at lowering its level / Water: ecology and technology EKVATEK-2008. Moscow, 2008. 94 p. // Archived December 16, 2012 [in Russian] (*Чилингарян Л. А., Мнацаканян Б. П.* Оценка изменения водного баланса озера Севан при понижении его уровня / Вода: экология и технология ЭКВАТЕК-2008. М., 2008. 94 с. / Архивировано 16 декабря 2012 года).

http://www.atb.am/ru/armenia/nature/flora/ (автор Э. Ц. Габриелян).

http://fb.ru/article/255581/territoriya-armenii-opisanie-granitsyi-osobennosti. Дата обращения 02.04.2018.

https://ru.wikipedia.org/wiki_Сельское_хозяйство_Армении. Дата обращения: 02.04.2018.

http://www.hayastan.com. Дата обращения 02.04.2018.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-31-43
УДК 581

Г. А. Фирсов[1],
Л. Ф. Яндовка[2]

[1] Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН,
197376, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2,
e-mail: gennady_firsov@mail.ru
[2] Российский государственный педагогический университет
им. А. И. Герцена
191186, Санкт-Петербург, наб.
р. Мойки, д. 48,
e-mail: yandovkaTGU@mail.ru

Ключевые слова:
Ribes, Grossulariaceae, смородина, интродукция растений, Санкт-Петербург, ботанический сад.

Поступление:
15.12.2017

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

СМОРОДИНЫ (*RIBES* L., GROSSULARIACEAE) БОТАНИЧЕСКОГО САДА ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Большинство представителей рода *Ribes* L. в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН зимостойки и отличаются высокой декоративностью. В современной коллекции 16 видов и 2 формы смородины. Цветут и плодоносят все, кроме *R. biebersteinii* Berl. ex DC. Растения достигают значительного возраста, до 100 лет. В начале XXI века коллекция продолжает пополняться новыми видами и образцами. Имеется ряд видов и форм, которые представляют интерес для озеленения Санкт-Петербурга и более широкой культуры за пределами ботанических садов: *Ribes diacantha* Pall., *R. sachalinense* (Fr. Schmidt) Nakai, *R. sanguineum* Pursh и др. Многие виды являются ценными пищевыми, медоносными, лекарственными и декоративными растениями. Они пригодны для использования в зеленом строительстве, лесопарковом хозяйстве и защитном лесоразведении, при посадках на каменистых участках и в скалистых садах. Имеются значительные резервы для пополнения коллекции Ботанического сада БИН РАН отсутствующими здесь видами *Ribes* как для повторной (*R. fasciculatum* Siebold et Zucc.), так и первичной интродукции (*R. menziesii* Pursh, *R. ambiguum* Maxim. и др). В дендропитомнике Ботанического сада выращиваются растения некоторых новых видов, таких как *R. atropurpureum* C.A. Mey., которые в ближайшие годы пополнят коллекцию Ботанического сада.
Настоящая работа подготовлена по материалам инвентаризации 2017 года, в рамках подготовки к изданию «Аннотированного каталога коллекции живых растений открытого грунта Ботанического сада Петра Великого».

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-31-43

G. A. Firsov[1],
L. F. Yandovka[2]

[1]Komarov Botanical Institute, RAS,
2, Prof. Popov St., St. Petersburg,
197376, Russia,
e-mail: gennady_firsov@mail.ru
[2] A.I. Herzen Russian State Pedagogical University,
48, Moika River Embankment, St. Petersburg, 191186, Russia,
e-mail: yandovkaTGU@mail.ru

Key words: *Ribes, Grossulariaceae, currant, arboriculture, St. Petersburg, botanical garden*

Received:
15.12.2017

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

CURRANTS (*RIBES* L., GROSSULARIACEAE) IN THE PETER THE GREAT BOTANICAL GARDEN

The Peter the Great Botanical Garden of the V. L. Komarov Botanical Institute (BIN), Russian Academy of Sciences, is one of the leading centers of arboriculture in the North-Western Russia. A majority of representatives of the genus *Ribes* L. are winter-hardy and very ornamental. There are 16 species and 2 forms in the Garden's modern collection. All taxa, except *R. biebersteinii* Berl. ex DC., produce flowers and fruits. There are certain samples of considerable age, up to 100 years old. In recent years, in the early 21st century, the collection has continued to be replenished with new species and samples. There are a number of species and forms promising for urban landscaping in St. Petersburg and other cities of the North-Western Russia, and for wider distribution outside botanic gardens: *Ribes diacantha* Pall., *R. sachalinense* (Fr. Schmidt) Nakai, *R. sanguineum* Pursh, etc. Many species are valuable berry-producing shrubs, honey-yielding, medicinal and ornamental plants. They are suitable for urban landscape architecture, city parks, or afforestation. Besides, they are of special interest for planting in stony plots and rocky gardens. There are considerable reserves to replenish the collection of the Peter the Great Botanical Garden both in the contexts of repeated (*R. fasciculatum* Siebold et Zucc.) or primary introduction of *Ribes* taxa (*R. menziesii* Pursh, *R. ambiguum* Maxim. etc.). There are new species in the arboreal nursery of the Botanic Garden, such as *R. atropurpureum* C.A. Mey., which may occupy their permanent place in the Garden in the coming years. The present article is based on the data of the 2017 inventory, and has been prepared within the framework of the forthcoming publication *Annotated Catalogue of the Outdoor Collection of Living Plants at the Peter the Great Botanical Garden*.

Введение

В роде *Ribes* L. насчитывается до 150 видов, обитающих в северной умеренной зоне обоих полушарий, горах Центральной Америки и Северной Африки (Sennikov, 2001; Koropachinskii, Vstovskaia, 2012). Это листопадные, реже вечнозеленые кустарники с гладкими, реже колючими побегами и очередными трех- и пятилопастными листьями, по краю зубчатыми или двоякозубчатыми. Цветки обоеполые и однополые (*R. alpinum* L.), актиноморфные, в многоцветковых или малоцветковых кистях, или одиночные. Растения обоеполые или раздельнополые. Смородины имеют важное значение в плодоводстве как ценные ягодные культуры, а также в декоративном садоводстве.

Что касается Ботанического сада Петра Великого, то, как отмечает О. А. Связева (Sviazeva, 2005, p. 184): «По данным каталогов, в открытом грунте было испытано более 55 видов рода *Ribes* и около 40 его разновидностей и форм. Первые упоминания об этом роде имеются в каталоге 1736 г. и касаются трех наиболее распространенных в культуре видов, постоянно присутствовавших в коллекции вплоть до наших дней: *R. alpinum* (1736–2005), *R. nigrum* L. (1736–2005), *R. rubrum* L. (1736–2005)». Виды *R. diacantha* Pall. и *R. saxatile* Pall. появились в коллекции после 1736 года почти столетие спустя. «Около 1850 г. начали выращивать в открытом грунте *R. triste* Pall.» (Sviazeva, 2005, p. 184).

Изучение процессов акклиматизации *Ribes* было начато в 50–60 гг. XIX века, когда в Ботаническом саду было 14 видов и 3 гибридные формы. В последние три десятилетия XIX века коллекция пополнилась шестью новыми видами. Испытания продолжились и в XX веке. Согласно данным В. И. Липского и К. К. Мейсснера (Lipskii., Meisner, 1913–1915), Императорским Санкт-Петербургским Ботаническим садом к тому времени были впервые введены в культуру 5 видов, в том числе из смородин современной коллекции – *R. diacantha* и *R. triste*. Сразу после окончания Великой Отечественной войны одновременно с повторным введением уже изучаемых, проходило испытание и новых видов, например, *R. sachalinense* (Fr. Schmidt) Nakai (с 1947 г.), *R. hispidulum* (Jancz.) Pojark. (с 1949 г.) и *R. mandshuricum* (Maxim.) Kom. (до 1950 г.).

Растения рода *Ribes* очень перспективны для озеленения и разведения на Северо-Западе России. Однако в культуре в Санкт-Петербурге известны лишь отдельные виды, многие другие здесь никогда не испытывались. Смородины обычно зимостойки и достаточно долговечны, нетребовательны к уходу, выносят обрезку. В отличие от деревьев, смородины не занимают в саду много места, поэтому перспективны для небольших участков и альпинариев; некоторые виды относятся к лучшим красивоцветущим кустарникам.

Представители рода смородина являются удачными объектами для выяснения вопросов морфогенеза и репродуктивной биологии как покрытосеменных растений в целом, так и растений, относящихся к сем. Grossulariaceae. Изучены особенности размножения *Ribes* в культуре *in vitro* (Erst, Vechernina, 2010). Во Всероссийском институте генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР) созданы коллекция видов *Ribes in situ* и криоколлекция *in vitro*, предназначенная для оздоровления от вирусных инфекций и генотипирования образцов сортов *Ribes nigrum* (Dunaeva, Gavrilenko, 2007; Dunaeva, Antonova, Pendinen et al, 2012). Наиболее полно у крыжовниковых изучена пыльца (Huang Pu-hwa, Ye Wanhui, 1989; Gavrilova, 2009; Gavrilova, Tihonova, 2013, 2016). Сведения о морфологии пыльцы некоторых представителей сем. Grossulariaceae имеются в работах Куприяновой, Алешиной (Kupriyanova, Aleshina, 1972), Hesse et al. (2009) и др. В указанных работах описаны и обсуждаются пыльцевые зерна конкретных видов, пыльцевые зерна некоторых смородинно-крыжовниковых гибридов, а также видов, принимавших участие в их создании.

Особенности цветения и плодоношения смородины мало изучены. Ряд видов коллекции БИН РАН цветут, но не плодоносят. Или плодоносят, но качество семян не известно. Мало изученными у разных видов *Ribes* остаются особенности развития женской генеративной сферы и семена. Эти характеристики важно знать при создании устойчивых дендрологических коллекций.

В формировании современного сортимента черной смородины, насчитывающего более 1200 сортов, в той или иной степени принимали участие лишь 10 видов рода *Ribes*. Современные сорта крыжовника получены с участием *Grossularia reclinata* Mill. и нескольких американских диких видов (Gavrilova, Tihonova, 2013). В целом род *Ribes* требует более тщательного изучения в систематическом отношении (Koropachinskii, Vstovskaia, 2012).

В настоящей статье дается обзор смородин современной коллекции Ботанического сада Петра Великого.

Материалы и методы

Материалом для исследования служили растения рода *Ribes* коллекции Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (БИН) на Аптекарском острове в Санкт-Петербурге. Были измерены биопараметры каждого растения (высота, диаметр ствола, проекция кроны), а также оценена зимостойкость. Размеры и возраст растений даются на осень 2017 г. Выделение биоморф и групп роста принято по С. Я. Соколову и О. А. Связевой (Sokolov, Sviazeva, 1967). Оценка обмерзания побегов и почек проводилась по шкале П. И. Лапина (Lapin, 1967). Фенологические наблюдения проводились по методике Н. Е. Булыгина (Bulygin, 1979). Фенологическая периодизация года приводится по Н. Е. Булыгину (Bulygin, 1982). Использованы данные метеостанции Санкт-Петербург Государственного Учреждения Санкт-Петербургский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями.

Использованы данные наблюдений куратора парка-дендрария Ботанического сада Г. А. Фирсова с начала 1980-х гг., имеющиеся архивные и опубликованные данные по коллекции.

Принятые сокращения: БИН – Ботанический сад Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН.

Результаты

В Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН выращиваются следующие представители рода *Ribes*.

***Ribes alpinum* L.,**

Смородина альпийская

Кустарник до 2–2,5 м высотой. Вид местной флоры Ленинградской обл. Ареал распространения от Средней Европы до Кавказа.

12 экземпляров, участки парка № №12, 84, 92, 117, 118, 124, 126, 127, 131, 134, 136. Коллекция представлена довольно старыми растениями, среди которых – растения до 100-летнего возраста. Большинство их неизвестного происхождения. Участок 126: семена от Г. А. Фирсова из природы северной Швеции, гора Омнебергет, 75 м н.у.м., всходы 2000 г., посадка на постоянное место в парк 2013 г.

В культуре с 1588 г. (Lozina-Lozinskaya, 1954). В Ботаническом саду с 1736 г. без перерывов по настоящее время (Sviazeva, 2005). Э. Л. Регель (Regel, 1874, p. 249), называл *R. alpinum* «глухой смородиной» и отмечал, что она «...очень разветвляется, ширина кроны всегда превышает высоту, встречается даже дико в окрестностях Петербурга и может выносить самыя холодныя зимы. По быстрому развитию и по способности рости в тени, под деревьями, где другие кустарники пропадают, заслуживает полнаго внимания». Дендрофеноиндикатор Календаря природы: начало созревания плодов свидетельствует о наступлении подсезона «спада лета». Нижние ветви *R. alpinum* укореняются, с возрастом растение образует широкую густую крону.

Входит в состав перспективного ассортимента для озеленения Санкт-Петербурга, так как хорошо выдерживает городские условия. Выносит сильную обрезку и долго сохраняет заданную форму. Один из самых теневыносливых видов как среди смородин, так и вообще среди кустарников. Но хорошо растет и при полном освещении (один из лучших экз. на уч. 118 располагается на освещенном месте). Плодоносят не все экземпляры, в качестве плодового растения не используется. Однако применяется в селекции. Отличается трехлопастными листьями с железистыми волосками, цветки раздельнополые, растения двудомные.

***R. aureum* Pursh, С. золотистая**

Кустарник до 2 м высотой. Произрастает в горах западной части Северной Америки, от Канады до Нью Мексико и Калифорнии. Плоды могут быть разной окраски – от желтых до пурпурных и черных.

В культуре с начала XIX столетия (Lozina-Lozinskaya, 1954). В Ботаническом саду с 1842 г. по настоящее время (Sviazeva, 2005). Э. Л. Регель (Regel, 1874, с. 247) писал о *R. aureum*: «Отличный кустарник для украшения, распускает в мае многочисленныя кисточки цветов и выдерживает самыя суровыя наши зимы без покрышки. Одинаково хорош как для посадки в куртины, так и отдельно; поэтому он заслуживает гораздо большаго распространения, чем имеет в настоящее время».

В Ботаническом саду один экземпляр, участок 134. Этот экземпляр отмечал еще В. В. Уханов (Uhanov, 1936). Б. Н. Замятнин (Zamiatnin, 1961) обратил внимание, что на участке 134 «крупные кусты золотистой смородины, покрывающейся очень душистыми желтыми цветками». Плодоносит.

В отличие от других видов смородины, *R. aureum* засухоустойчива. В южных районах России имеет большое агролесомелиоративное и плодовое значение. В северо-западном регионе может быть ценным видом для озеленения, выносит обрезку. Дендрофеноиндикатор Календаря природы, начало цветения *R. aureum* свидетельствует о наступлении второго феноэтапа «разгара весны».

***R. biebersteinii* Berl. ex DC., С. Биберштейна**

Кустарник до 2 м высотой, с голыми светлыми побегами, ягоды мелкие, коричневые или темно-пурпурные, в многоцветковых поникающих кистях. Распространена на Кавказе, в Малой Азии. Листья у основания сердцевидные, обычно пятилопастные, с короткими тупыми лопастями. В культуре с 1840 г. (Rehder, 1949). Близка к западноевропейской *R. petraeum* Wulf., иногда считается ее разновидностью.

В Ботаническом саду один экземпляр, участок 101. Место сбора: Северный Кавказ, Карачаево-Черкесская республика, Архыз, Софийское ущелье, альпийский луг, на камнях, 2050 м н.у.м., растение от Г. А. Фирсова, собрано в сентябре 2011 г., посадка 13.09.2016 г. В вегетативном состоянии.

***R. diacantha* Pall., С. двуиглая**

Двудомный кустарник, обычно до 1 м высотой, с парными шипами в узлах и шипиками на междоузлиях. Ареал: Россия (Забайкалье и юг Приморья); Монголия, Северный Китай, п-ов Корея.

В Ботаническом саду один экземпляр, участок 10. Вегетативное потомство БИН, отводок с гряды Д-18 питомника, 1972 г., посажен в 1997 г. На дендропитомнике в настоящее время выращиваются молодые растения из укорененных черенков. Цветет. В Ботаническом саду с 1816 г. по настоящее время (Sviazeva, 2005). В культуре с 1781 г. (Rehder, 1949). *R. diacantha* близка к *R. alpinum*. Отличается от *R. alpinum* колючими побегами. Введена в культуру Ботаническим садом БИН (Lipskii, Meisner, 1913–1915). Медоносное и лекарственное растение. Плоды считаются несъедобными. Быстро растёт, светолюбива, является ксерофитом (Koropachinskii, Vstovskaia, 2012).

***R. hispidulum* (Jancz.) Pojark. (*R. rubrum* L. var. *hispidulum* Jancz.), С. щетинистая**

Однодомный кустарник до 1–1,8 м высотой. От широко известной смородины

красной (*R. rubrum*) отличается опушенными молодыми побегами и листьями, покрытыми снизу по жилкам прилегающими волосками, а также пониклыми кистями, более густыми и многоцветковыми (из 6–12 цветков), с меньшими по размеру цветками. С типичной расой связана рядом переходных форм, описана как самостоятельный вид из Сибири А. И. Поярковой в 1929 г. (Koropachinskii, Vstovskaia, 2012). В культуре *R. hispidulum* трудно различима от *R. rubrum* и мало известна. Ареал: Россия (северо-восток Европейской части), Урал, Западная Сибирь, Алтай; Казахстан.

В Ботаническом саду два экземпляра (куртины), участки 3, 86. Более старый экземпляр растет на участке 3 с 1949 г. (Sviazeva, 2005), из природы Алтая. Участок 86: семена от Ю. В. Рыжова, Республика Горный Алтай, Чуйский тракт, у р. Катунь, всходы 2004 г., посажен в 2015 г. Цветет.

***R. komarovii* Pojark., С. Комарова**

Двудомный кустарник до 2,5 м высотой. Ареал: Россия – южные районы Приморского края; Северо-Восточный Китай, п-ов Корея. В Ботаническом саду всего 3 экземпляра на участке 97. Семена одного экземпляра взяты из природы Приморского края от М. Н. Колдаевой, окрестности Владивостока, п-ов Муравьёва-Амурского, посев 26.02.2006, посадка на постоянное место 14.09.2010. Еще один образец из двух экземпляров посажен на участке 86 в 2017 г.: растения из экспедиции БИН, Надеждинский р-н Приморского края, среднее течение р. Нежинка, горная тайга, 300 м н. у. м., сбор Г. А. Фирсова 28.09.1997. Цветет.

В Ботаническом саду *R. komarovii* до этого не испытывалась. В середине XX в. в культуре была еще неизвестна (Lozina-Lozinskaya, 1954). Сейчас И. Ю. Коропачинский и Т. Н. Встовская (Koropachinskii, Vstovskaia, 2012) на территории Азиатской части России отмечают *R. komarovii* в Якутске, Красноярске, Абакане, Томске, Новосибирске, Барнауле. Везде (кроме Якутска) *R. komarovii* плодоносит и устойчива к неблагоприятным условиям.

Имеет густую округлую крону, голые, красноватые побеги. Листья блестящие, округлые, трехлопастные (средняя лопасть крупнее боковых лопастей). Листья с клиновидным или округлым основанием, крупнозубчатые, снизу редко щетинистые. Цветки собраны в 3–9-цветковые кисти. Плоды – красные ягоды шаровидной формы, несъедобные (сладкие, но считаются неприятными на вкус). Вид перспективен для одиночных, групповых посадок и альпийских горок.

***R. latifolium* Jancz.,**

С. широколистная

Однодомный кустарник до 2 м высотой, с сильно шелушащейся корой на прямостоящих побегах. Ареал: Россия – Дальний Восток (Сахалин, Курильские острова – Шикотан, Кунашир, Итуруп); Япония.

В Ботаническом саду один экземпляр, участок 7. Происхождение неизвестно. Долгое время выращивалась под другим названием. Еще один образец растет в дендропитомнике, готовится к высадке в парк: семена из экспедиции БИН на Сахалин, Корсаковский р-н, недалеко от устья р. Мерея, первичные луга, сбор В.В. Шейко 23.09.2004, посев 12.01.2005. В культуре с 1901 г. (Лозина-Лозинская, 1954). В Ботаническом саду до: 1927–1946 гг., 1947–1965, 1982–2002 (Sviazeva, 2005). Цветки обоеполые, в рыхлых кистях, грязно-пурпурные, плоды красные. Листья с тремя-пятью треугольными острыми лопастями и сердцевидным основанием. Ширина листовой пластинки обычно превосходит длину. *R. latifolium* близка к *R. rubrum*. Может представлять интерес как ягодное растение (Koropachinskii, Vstovskaia, 2012). Отличается быстрым ростом, теневынослива. Ранее в Ленинграде считалась недостаточно зимостойкой (Lozina-Lozinskaya, 1954). В настоящее время зимостойкость оценивается 1 баллом. Плодоносит.

***R. mandshuricum* (Maxim.) Kom.,**

С. маньчжурская

Однодомный кустарник до 2 м высотой. В России распространена в южной части Приморского края и близлежащих районах Китая, Кореи.

Листья крупные, с тремя-пятью удлиненными и заостренными лопастями, средняя лопасть обычно длиннее боковых, снизу листовые пластинки чаще всего опушённые, без железок, с сердцевидным основанием, крупнозубчатые. Цветки по 20–40 шт. в длинных повисающих кистях, с сильно выступающими тычинками. Ягоды красные, покрыты толстой кожицей, съедобные.

В Ботаническом саду три экземпляра. Участок 96 (2 экземпляра): семена из природы Приморского края, северные окрестности Владивостока, в лесу на склоне сопки, всходы 1985 г., посадка 25.04.1995. Участок 122: растение от Н. М. Бочкарниковой, Филиал Дальневосточная опытная станция ВИР, Владивосток (отборы из природы Приморского края), в октябре 1989 г., посадка 2011 г. Плодоносит.

В культуре с 1906 г. (Rehder, 1949). В Ботаническом саду: до 1950–1965 гг, с 1986 г. по настоящее время (Sviazeva, 2005). *R. mandshuricum* перспективна для озеленения и может использоваться как ягодное растение.

***R. maximowiczianum* Kom.,**
С. Максимовича

Раскидистый кустарник с прилегающими к поверхности почвы и легко укореняющимися ветвями, 0,6–0,8 м высотой. В России произрастает на юге Приморского края, а также в Китае, на п-ове Корея. Листья с хорошо выраженными острыми лопастями. Цветки однополые. Отличается от *R. komarovii* 2–6-цветковыми кистями; плоды обратнояйцевидные или булавовидные, красные, несъедобные.

Вид описан в 1903 г. В Ботаническом саду: до 1935–1936 годов, с 1955 г. по настоящее время (Sviazeva, 2005).

В современной коллекции Ботанического сада один экземпляр, участок 101. Растение от Н. М. Бочкарниковой (Филиал Дальневосточной опытной станции ВИР, Владивосток; образцы из природы Приморского края), привезено в 1989 г. Г. А. Фирсовым и А. В. Холоповой, посадка 2002 г., плодоношение отмечено с 2009 г. По мнению А. С. Лозиной-Лозинской (Lozina-Lozinskaya, 1954), в Ленинграде проявила себя как зимостойкая смородина, плодоносила. Росла у Б. Н. Замятнина (Zamiatnin, 1961) распростертым кустом высотой 40–60 см, но на другом участке плодоношение не отмечалось. По мнению И. Ю. Коропачинского и Т. Н. Встовской (Koropachinskii, Vstovskaia, 2012), в культуре неизвестна, хозяйственной ценности не представляет. В Санкт-Петербурге *R. maximowiczianum* можно рекомендовать для альпийских садов и небольших участков.

***R. nigrum* L., С. черная**

Однодомный кустарник до 1,5 м высотой, иногда с лежачими ветвями. Ареал охватывает обширную территорию в Европе, Сибири, на Дальнем Востоке, Монголии, Китае.

В Ботаническом саду три экземпляра. Участок 85: возраст ~85 лет. Участок 130: ~45 лет. Происхождение этих образцов неизвестно. Участок 101: семена из природы Якутии, Якутск, всходы 2007 г., посадка на постоянное место 2012 г. Плодоносит.

Вид местной флоры Ленинградской обл. В Ботаническом саду с 1736 г. по настоящее время без перерывов (Sviazeva, 2005). В культуре с 1588 г. (Rehder, 1949). Однако, по мнению А. С. Лозиной-Лозинской (Lozina-Lozinskaya, 1954, с. 178), в культуре *R. nigrum* начала использоваться гораздо раньше: «сначала культивировалась как лекарственное растение и с XII столетия – как плодовое». Э. Л. Регель (Regel, 1874, с. 245) писал о *R. nigrum*: «По наружному виду похоже на R. *rubrum*, но отличается запахом листьев и ягод и сидячими железками на нижней стороне листьев, малоцветною кистью и формою лепестков. Разводится в садах для ягод, которыя употребляются на приготовление варенья. Листья служат для настойки водок и для приготовления прохлаждающих напитков. Многочисленныя разновидности по форме, величине и цвету ягод составляют принадлежность плодоваго сада». Широко известное расте-

ние, в настоящее время одна из важнейших ягодных культур. На основе этого вида созданы многочисленные сорта, выращиваемые почти по всей территории России и во многих зарубежных странах. Медонос, лекарственное растение.

***R. nigrum* L. f. *heterophyllum* (Pepin) Rehd.**,

С. черная, форма разнолистная, или аконитолистная

С рассеченными, иногда до основания, листьями неправильной формы с острыми лопастями.

В Ботаническом саду один экземпляр, участок 101. Вегетативное потомство БИН, черенки 1999 г., посадка 2011 г. Плодоносит. В Ботаническом саду с 1861 г. по настоящее время (Sviazeva, 2005). Известна до 1846 г. (Rehder, 1949). Исследования образцов из коллекции Ботанического сада показали очень высокий уровень накопления антоцианов в плодах (Deineka et all., 2011).

***R. nigrum* L. f. *marmoratum* Mouillef.**, **С. черная, форма мраморнолистная**

Листья с желтыми пятнами неправильной формы.

В Ботаническом саду один экземпляр, участок 105. Черенки от А. В. Холоповой, Калининград, Ботанический сад, 1987 г., посадка 1997 г. Плодоносит не каждый год. В Ботаническом саду до посадки этого экземпляра не испытывалась.

***R. rubrum* L.**, **С. красная**

Однодомный кустарник до 2 м высотой. Ареал охватывает обширную территорию от Северной Скандинавии до Восточной Сибири; Монголия, Китай.

В Ботаническом саду один экземпляр на участке 90: семена от Г. А. Фирсова из природы северной Швеции, у деревни Масунгсбин, заросли кустарников у горной речки на галечнике, материал собран в 1995 г., всходы 1996 г., посадка в 2004 г. Цветет. Ценная ягодная культура, давно и широко известная по всей территории России. Благодаря высоким качествам плодов, хорошей зимостойкости и холодостойкости является очень ценным растением для плодоводства Крайнего Севера.

***R. sachalinense* (Fr. Schmidt) Nakai**,

С. сахалинская

Однодомный стелющийся распростертый кустарник с легко укореняющимися побегами. Ареал: Россия, островная часть Дальнего Востока – Сахалин, Курилы; Япония. Растет в сырых местах и кустарниковых зарослях по берегам рек.

В Ботаническом саду три экземпляра. Уч. 134: вегетативное потомство БИН (отводки с гряды питомника Д-16, 1971 г., из природы острова Сахалин), посадка 1997 г. Участок 97: то же растение, отводки от более старого куста, 1994 г., посадка 2004 г. Участок 71: то же растение, посадка 2011 г. Плодоносит.

В культуре *R. sachalinense* долгое время была неизвестна (Lozina-Lozinskaya, 1954). Сейчас в Сибири выращивается только в арборетуме Лениногорска. Слабо изучена как в природе, так и культуре (Koropachinskii, Vstovskaia, 2012). В Ботаническом саду с 1947 г. (Sviazeva, 2005), долгое время росла на питомнике. Очень рано начинает вегетацию и рано проходит основные фазы своего развития. Может использоваться как ягодное растение. Плоды с сильным опушением, розовые или красные, съедобные. Перспективна для одиночных и групповых посадок, на альпийские горки.

***R. sanguineum* Pursh**,

С. кроваво-красная

Кустарник до 4 м высотой. Произрастает на западе Северной Америки, от Британской Колумбии до Калифорнии.

В Ботаническом саду один экземпляр, участок 101. Семена из Чехии, Опава, арборетум Нови Двур, всходы 2006 г., посадка в октябре 2012 г. Первое плодоношение было в 2014 г. В последующие годы плодоносит эпизодически и не каждый год. В Ботаническом саду испытывалась в 1887 г., вероятно, погибла в первую зиму (Sviazeva, 2005). В культуре

с 1818 г. (Rehder, 1949). Один из красивоцветущих кустарников, с ярко-красными цветками. Раньше считалась в Ленинграде сильно обмерзающим видом (Lozina-Lozinskaya, 1954). В настоящее время зимостойкость оценивается 2 баллами (обмерзают почки и концы побегов текущего года). Плоды сине-черные, с сизым налетом, съедобные.

***R. saxatile* Pall., С. скальная**

Двудомный кустарник до 1 м высотой. Произрастает на Алтае, в Казахстане и Средней Азии, Западном Китае.

В Ботаническом саду один экземпляр, участок 90. Семена из природы Киргизии от Г. А. Лазькова: окрестности озера Иссык-Куль, хребет Кунгей Ала-Тоо, Семеновское ущелье, 2000 м н.у.м., собраны в 2002 г., посадка в 2010 г. *R. saxatile* очень похожа на восточносибирскую *R. diacantha*. Э. Л. Регель (Regel, 1874, p. 249) эти два вида не разделял: «Ростет на Алтае, около Байкала и в Дзунгарии, и выносит наши зимы без защиты. Хотя цветы этого кустарника не нарядные, но он все-таки заслуживает нашего внимания светлою зеленью, которая очень эффектна при окаймлении куртин». Цветет. В Ботаническом саду: около 1830–1836, до 1950–1972-? гг. (Sviazeva, 2005).

Листья мелкие, округлые, плотные, сизоватые, снизу голые. Редко встречается в культуре. В Сибири выращивается в арборетумах Якутска, Новосибирска и Лениногорска (Koropachinskii, Vstovskaia, 2012). Ягоды несъедобные. Медонос. Светолюбива, ксерофит и литофит. Представляет интерес для озеленения, особенно на каменистых склонах и альпийских горках.

***R. spicatum* Robson, С. колосистая**

Кустарник 1,5 (2) м высотой. Имеет широкий ареал – от Польши и Скандинавии до Монголии. Для Ленинградской области является видом местной флоры.

Участок 122. Куртина из двух тесно посаженных кустов, под кронами более высоких кустов и деревьев. Происхождение неизвестно, возраст около 60 лет. В зиму уходит с зелеными листьями, окончание вегетации вынужденное. Плодоносит. Плоды красные, съедобные. Часть плодов не опадает, а засыхает на растении. В Ботаническом саду известна с 1909 г. (Sviazeva, 2005). В культуре с давних времен. В России и странах бывшего СССР широко распространилась в виде местных сортов.

***R. triste* Pall., С. печальная**

Однодомный слабоветвящийся кустарник до 1 м высотой. Произрастает в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, Китае, Японии, Северной Америке по берегам больших рек, доходит до берегов Ледовитого океана. В Ботаническом саду один экземпляр, участок 99. Семена из экспедиции сотрудников Ботанического сада на Камчатку, подножье вулкана Толбачик, всходы 2001 г., посадка 2010 г. Цветет. В коллекции живых растений Ботанического сада: около 1850–1869 гг., 1940 г. (Sviazeva, 2005). Введена в культуру Ботаническим садом БИН (Lipskii, Meisner, 1913–1915). A. Rehder (1949) называет дату интродукции *R. triste* – 1820 г. Листья с тремя-пятью хорошо развитыми острыми лопастями. Цветки обоеполые, в рыхлых кистях по 6–20 шт., грязно-пурпурные. Теневыносливая, быстро растет. Представляет хозяйственный интерес как ягодное и медоносное растение, приспособленное для суровых почвенно-климатических условий. Культура может быть продвинута к северу от Санкт-Петербурга.

Таким образом, в коллекции Ботанического сада Петра Великого представлено 16 видов и 2 гибридные формы. Их возраст и биометрические параметры приводятся в таблице.

Наиболее обильно из всех видов, произрастающих в коллекции Ботанического сада, представлена *R. alpinum* – 12 экз., к этому же виду относятся и самые старые (до 100 лет) особи. Отдельные растения достигают значения размеров кустарника первой величины (Sokolov, Sviazeva, 1965) – высотой свыше 3 м. Более обычными являются растения, которые по высоте разделяют на две группы: 1) от 1 до 2 м; 2) до 1 м. Некоторые виды выращиваются единственными особями, что делает актуальным их размножение, чтобы предотвратить случайное исчезновение из коллекции.

Таблица. Возраст и размеры представителей рода *Ribes* L. в коллекции Ботанического сада БИН РАН
Table. Age and size of representatives of the genus *Ribes* L. in the collection of the BIN RAS Botanical Garden

Вид Species	Участок/ № экз. Garden plot/ № exemp.	Возраст, лет Age, years	Высота, м Height, m	Диаметр, см Diameter, sm	Крона, м Tree crown, m
I	II	III	IV	V	VI
Ribes alpinum L.	12/10	~70	2.40	1	5,7 x 5,2
	92/26	~80	2.34	1	8,7 x 7,0
	117/ 18	~60	2.45	2	8,0 x 9,5
	118/ 22	~100	3.40	2	8,7 x 6,3
	124/5	~90	2.60	2	3,3 x 4,0
	124/6	~90	2.50	2	2,6 x 3,8
	126/ 92	18	1.37	< 1	1,5 x 1,4
	127/ 34	~70	2.60	1	4,8 x 3,6
	131/ 36	~90	2.40	1	5,5 x 15,5
	134/9	~100	1.90	1	3,8 x 3,7
	134/ 12	~100	3.23	3	5,0 x 5,0
	136/3	~80	1.90	1	8,0 x 5,1
Ribes aureum Pursh	134/ 10	~90	2.20	1	2,.9 x 3,5
Ribes biebersteinii Berl. ex DC.	101/ 36	~10	0.70	< 1	0,55 x 0,4
Ribes diacantha Pall.	10/22	~50	1.32	< 1	1,7 x 2,5
Ribes hispidulum (Jancz.) Pojark.	3/30	~70	1.40	< 1	4,0 x 3,0
	86/55	14	1.43	< 1	1,9 x 1,8
Ribeskomarovii Pojark.	97/20	12	1.63	< 1	1,7 x 1,9
	86/59	~24	1.32	< 1	1,9 x 2,0
	86/60	~24	1.07	< 1	1,3 x 1,1
Ribes latifolium Jancz.	7/40	~80	1.90	2	2,2 x 2,1
Ribes mandshuricum (Maxim.) Kom.	96/ 32а	33	1.78	1	2,4 x 2,1
	96/ 32б	33	1.87	1	3,0 x 2,5
	122/ 145	~30	2.07	1	2,6 x 2,9
Ribes maximowiczianum Kom.	101/ 27	~32	0.90	< 1	1,5 x 1,4
Ribes nigrum L.	85/37	~70	1.47	< 1	3,0 x 2,3
	101/ 33	11	0.55	< 1	0,65 x 0,8
	130/ 40	~50	2.05	1	5,4 x 6,0
Ribes nigrum L. f. *heterophyllum* (Pepin) Rehd.	101/ 35	19	0.84	< 1	0,5 x 0,6
Ribes nigrum L. f. *marmoratum* Mouillef.	105/ 13	31	1.35	< 1	2,0 x 1,4
Ribes rubrum L.	90/12	22	1.30	< 1	1,6 x 1,8
Ribes sachalinense (Fr. Schmidt) Nakai	71/ 36	~30	1.02	< 1	1,9 x 2,1
	97/6	~30	0.80	< 1	1,6 x 1,2
	134/8	~50	1.05	< 1	2,4 x 1,9
Ribes sanguineum Pursh	101/ 34	12	1.96	< 1	1,1 x 1,0
Ribes saxatile Pall.	90/55	16	1.50	< 1	2,0 x 2,0
Ribes spicatum Robson	122/4	~60	2.60	2	4,4 x 3,3
Ribestriste Pall.	99/41	17	0.73	< 1	0,8 x 0, 5

Заключение

В ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН представители рода *Ribes* известны с 1736 г. Большинство их зимостойки и отличаются высокой декоративностью. Цветут и плодоносят все, кроме *R. biebersteinii*. Некоторые растения достигают значительного возраста, до 100 лет. В начале XXI века за прошедшие 17 лет, по сравнению с данными В. Н. Комаровой и др. (Komarova et al., 2001), численность коллекции увеличилась на три вида. Имеется ряд видов и форм, которые представляют интерес для озеленения Санкт-Петербурга и более широкой культуры за пределами ботанических садов: *Ribes diacantha, R. sachalinense, R. sanguineum* и др. Некоторые виды (*R. aureum* и др.), которые на протяжении истории интродукции рекомендовались для широкого разведения еще в XIX веке, так и остались единичными экземплярами в Ботанических садах. Имеются значительные резервы для пополнения коллекции Ботанического сада отсутствующими здесь видами *Ribes* как для повторной интродукции (*R. fasciculatum* Siebold et Zucc. выращивался с перерывами с 1867 до 1963 г.), так и первичной интродукции: *R. menziesii* Pursh (Северная Америка), *R. ambiguum* Maxim. (Япония) и др. В дендропитомнике Ботанического сада выращиваются растения *R. atropurpureum* C.A. Mey. (из Новосибирска, 2014 г.), которые в ближайшие годы пополнят коллекцию *Ribes*.

Настоящая работа подготовлена по материалам инвентаризации 2017 года коллекции смородин БИН РАН, в рамках подготовки к изданию «Аннотированного каталога коллекции живых растений открытого грунта Ботанического сада Петра Великого». В дальнейшем авторами статьи планируется изучение развития женских репродуктивных структур и семян для целей систематики и уточнения таксономических признаков видов *Ribes*.

References/Литература

Bulygin N. E. Phenologic observations on woody plants (Fenologicheskie nablyudeniya nad drevesnymi rasteniyami). Leningrad : LTA Publishing, 1979, 97 p. [in Russian] (*Булыгин Н. Е.* Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л. : Изд-во ЛТА. 1979. 97 с.).

Bulygin N. E. Biologic basis of dendrophenology (Biologicheskie osnovy dendrofenologii). Leningrad : LTA Publishing, 1982, 80 p. [in Russian] (*Булыгин Н. Е.* Биологические основы дендрофенологии. Л. : Изд-во ЛТА, 1982. 80 с.).

Deineka A., Anisimovich I. P., Shaposhnik Y. I., Chulkov A. N., Deineka V. I., Aladina O. N., Akimova S. V., Firsov G. A., Sorokopudov V. N., Deineka D. V. Anthocyanins of blackcurrant fruits in Moscow and St. Petersburg (Antociany plodov chernoj smorodiny Moskvy i Sankt-Peterburga). Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta – Scientific journal of Belgorod State University. The library of natural sciences, 2011, no. 9 (104), Edition 15/2, pp. 270–275 [in Russian] (*Дейнека А., Анисимович И. П., Шапошник Е. И., Чулков А. Н., Дейнека В. И., Аладина О. Н., Акимова С. В., Фирсов Г. А., Сорокопудов В. Н., Дейнека Д. В.* Антоцианы плодов черной смородины Москвы и Санкт-Петербурга // Науч. ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2011. № 9 (104). Вып. 15/2. С. 270–275).

Erst A. A., Vechernina N. A. Proliferation *Ribes aureum* (Grossulariaceae) in vitro (Razmnozhenie *Ribes aureum* (Grossulariaceae) v kul'ture *in vitro*). Biotekhnologiya – Biotechnology, 2010, no. 5, pp. 37–45 [in Russian] (*Эрст А. А., Вечернина Н. А.* Размножение *Ribes aureum* (Grossulariaceae) в культуре in vitro // Биотехнология. 2010. № 5. С. 37–45).

Dunaeva C. E., Gavrilenko T. A. Collections *in vitro* of fruit and berry crops: the strategy of creation and storage // Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding, T. 161, pp. 10–19 [in Russian] (*Дунаева С. Е., Гавриленко Т. А.* Коллекции *in vitro* плодовых

и ягодных культур: стратегия создания и хранение // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. СПб.: ВИР, 2007. Т. 161. С. 10–19).

Dunaeva C. E., Antonova O. U., Pendinen G. I., Shbachko N. A., Gavrilenko T. A. Mainenance of genetic diversity of vegetatively propagated plantcrops under controlled environment at the VIR // Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding, vol. 169, pp. 245–256 [in Russian] (*Дунаева С. Е., Антонова О. Ю., Пендинен Г. И., Швачко Н. А., Гавриленко Т. А.* Сохранение генетического разнообразия вегетативно размножаемых культур растений в контролируемых условиях среды в ВИРе // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. СПб. : ВИР, 2012. Т. 169. С. 245–256).

Gavrilova O. A. Morphology of the pollen grain of representatives in Grossulariaceae and some taxonomy questions in family (Morfologiya pyl'cy predstavitelej Grossulariaceae i nekotorye voprosy sistematiki semejstva). Problemy ehvolyucii i sistematiki kul'turnyh rastenij: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii k 120-letiyu so dnya rozhdeniya E. N. Sinskoj – Problems of evolution and systematics of cultivated plants: materials of the international scientific conference (SPb, 9–11 December 2009). SPb., 2009, pp. 164–168 [in Russian] (*Гаврилова О. А.* Морфология пыльцы представителей Grossulariaceae и некоторые вопросы систематики семейства // Проблемы эволюции и систематики культурных растений: материалы Междунар. науч. конф. к 120–летию со дня рождения Е. Н. Синской (СПб, 9–11 дек. 2009 г.). СПб., 2009. С. 164–168).

Gavrilova O. A., Tihonova O. A. Variety of forms of pollen grains and their distribution in some species and hybrids in Grossulariaceae (Raznoobrazie form pyl'cevyh zeren i ih raspredelenie u nekotoryh vidov i gibridov kryzhovnikovyh). Trudy Karel'skogo NC – Works of the Karelian Research Center, 2013, no. 3, Series Experimental biology, pp. 82–92 [in Russian] (*Гаврилова О. А., Тихонова О. А.* Разнообразие форм пыльцевых зерен и их распределение у некоторых видов и гибридов крыжовниковых // Труды КарНЦ. 2013. № 3. Сер. Экспериментальная биология. С. 82–92).

Gavrilova O. A., Tihonova O. A. The quality of pollen of species and remote hybrids in the family Grossulariaceae DC (Kachestvo pyl'cy vidov i otdalennyh gibridov v semejstve Grossulariaceae DC). Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya – Advances in current natural sciences, 2016, no. 12, pp. 68–73 [in Russian] (*Гаврилова О. А., Тихонова О. А.* Качество пыльцы видов и отдаленных гибридов в семействе Grossulariaceae DC // Успехи современного естествознания. 2016. № 12. С. 68–73).

Hesse M., Halbritter H., Zetter R. et all. Pollen terminology. An illustrated handbook. Wien; New York: Springer, 2009. 261 p.

Huang Pu-hwa, Ye Wan-hui. Pollen morphology of Ribes L. and its taxonomic significance // Acta Phytotaxonomica Sinica, 1989, vol. 27, no. 5, pp. 378–385.

Komarova V. N., Sviazeva O. A., Firsov G. A., Hlopova A. V. The guidebook to the park of the Botanic Institute named after Komarov V. L. (Putevoditel' po parku Botanicheskogo instituta im. V. L. Komarova). St. Petersburg : "Rostok" publishing, 2001, 256 p. [in Russian] (*Комарова В. Н., Связева О. А., Фирсов Г. А., Холопова А. В.* Путеводитель по парку Ботанического института им. В. Л. Комарова. СПб. : изд-во «Росток», 2001. 256 с.).

Koropachinskii I. U., Vstovskaia T. N. Woody plants of Asiatic Russia (Drevesnye rasteniya Aziatskoj Rossii). Novosibirsk : "Geo" academic publishing, 2012, 707 p. [in Russian] (*Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н.* Древесные растения Азиатской России – Новосибирск : академ. изд-во «Гео», 2012. 707 с.).

Kupriyanova L. A., Aleshina L. A. Pollen and spores of flora plants in the European part of USSR (Pyl'ca i spory rastenij flory Evropejskoj chasti SSSR). Leningrad : Science, 1972, pp. 149–150 [in Russian] (Куприянова Л. А., Алешина Л. А. Пыльца и споры растений флоры Европейской части СССР. Л. : Наука, 1972. С. 149–150).

Lapin P. I. Seasonal developmental rhythm of woody plants and its value for the introduction (Sezonny ritm razvitiya drevesnykh rasteniy i ego znachenie dlya introduktsii) // Byulleten' glavnogo botanicheskogo sada – Statements of the Main Botany Garden,

1967, iss. 65, pp. 13–18 [in Russian]. (*Лапин П. И.* Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. Глав. ботан. сада. 1967. Вып. 65. С. 13–18).

Lipskii V. I., Meisner K. K. List of plants spread in culture by the Imperial St. Petersburg Botanical Garden (Perechen' rastenij, rasprostranennyh v kul'ture Imperatorskim S.-Peterburgskim Botanicheskim sadom). Imperial St. Petersburg Garden in 200 years of its existence (1713–1913), vol. 3, Petrograd, 1913–1915, pp. 537–560 [in Russian] (*Липский В. И., Мейсснер К. К.* Перечень растений, распространенных в культуре Императорским С.-Петербургским Ботаническим садом // Императорский С.-Петербургский Ботанический сад за 200 лет его существования (1713–1913). Ч. 3. Петроград, 1913–1915. С. 537–560).

Lozina-Lozinskaya A. S. Genus 9. Blackcurrent – Ribes L. (Rod 9. Smorodina – Ribes L.). Trees and shrubs of the USSR, Moscow ; Leningrad : AN USSR publishing, 1954, T. 3, pp. 177–215. [in Russian] (*Лозина-Лозинская А. С.* Род 9. Смородина – *Ribes* L. // Деревья и кустарники СССР. Т. 3. М. ; Л. : Изд-во АН СССР. 1954. С. 177–215).

Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America. 2-nd edition. New York, The Mac Millan Company. 1949. 996 p.

Regel E. L. Russian dendrology or citation and description of tree species and perennial climbing plants that endure the climate of middle Russia in the air, their breeding, advantages, use in gardens, in technology and so on (Russkaya dendrologiya ili perechislenie i opisanie drevesnyh porod i mnogoletnih v'yushchihsya rastenij, vynosyashchih klimat srednej Rossii na vozduhe, ih razvedenie, dostoinstvo, upotreblenie v sadah, v tekhnike i proch.). St. Petersburg, 1984, iss. 4, pp. 225–353 [in Russian] (*Регель Э. Л.* Русская дендрология или перечисление и описание древесных пород и многолетних вьющихся растений, выносящих климат средней России на воздухе, их разведение, достоинство, употребление в садах, в технике и проч. СПб., 1874. Вып. 4. С. 225–353).

Sennikov A. N. Family 84. Grossulariaceae DC. – Gooseberry family (Sem. 84. Grossulariaceae DC – kryzhovnikovye). Flora Vostochnoi Evropy – The flora of the Eastern Europe, vol. 10, St. Petersburg : Mir i Semya, 2001, pp. 235–243 [in Russian] (*Сенников А. Н.* Сем. 84. Grossulariaceae DC. – Крыжовниковые // Флора Восточной Европы. Т. 10. СПб. : Мир и Семья, Изд-во СПХФА, 2001. С. 235–243).

Sokolov S. Ya., Sviazeva O. A. Geography of woody plants in the USSR (Geografiya drevesnyh rastenij SSSR), Moscow ; Leningrad :, «Nauka» publishing, 1965, 265 p. [in Russian] (*Соколов С. Я., Связева О. А.* География древесных растений СССР. М. ; Л.: Изд-во «Наука». 1965. 265 с.).

Sviazeva O. A. Trees, shrubs and lianas of the Botanic Garden of the Botanic Institute named after V. L. Komarov (On the history of introduction to culture) (Derevia, kustarniki, i liany parka Botanicheskogo sada Botanicheskogo instituta imeni V. L. Komarova. K istorii vvedeniia v kulturu), St. Petersburg : Rostok, 2005, 384 p. [in Russian] (*Связева О. А.* Деревья, кустарники и лианы парка Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова (К истории введения в культуру). СПб. : Росток, 2005. 384 с.).

Uhanov V. V. The Botanic Park of the USSR Science Academy (Park Botanicheskogo instituta Akademii Nauk SSSR), Moscow ; Leningrad : AN USSR publishing, 1936, 168 p. [in Russian] (Уханов В. В. Парк Ботанического института Академии Наук СССР. М. – Л. : Изд-во АН СССР, 1936. 168 с.).

Zamiatnin B. N. The guidebook to the park of the Botanic Institute (Putevoditel' po parku Botanicheskogo instituta). Moscow ; Leningrad : AN USSR publishing, 1961, 128 p. [in Russian] (*Замятнин Б. Н.* Путеводитель по парку Ботанического института. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1961. 128 с.).

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-44-62

УДК 582.521.11:631.529(477.75)

А. П. Максимов,
Ю. В. Плугатарь,
В. П. Коба,
А. Ф. Хромов

Никитской ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
Ялта, Россия, 298648, п. г. т. Никита, Никитский спуск, д. 52,
e-mail: cubric@mail.ru

Ключевые слова:
история, интродукция, пальмы, зимостойкость, перспективный ассортимент, габитуальные характеристики, рост и развитие, Южный берег Крыма, Никитский ботанический сад.
Поступление:
19.12.2017

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ИСТОРИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ ПАЛЬМ (ARECACEAE C.H. SCHULTZ) НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Подведены итоги интродукции пальм, определен ассортимент, возможность и условия их культивирования на Южном берегу Крыма (ЮБК). Проведены многолетние наблюдения за опытными растениями с оценкой перспективности по шкале обмерзаний в суровые зимы и биометрические измерения их габитуальных характеристик инструментальными методами. В статье описана история и результаты интродукции пальм, начиная с 1814 года до настоящего времени. Установлено, что рост и развитие пальм в арборетуме НБС зависят не только от их зимостойкости, но и от условий произрастания и агротехники культивирования. Подведены итоги интродукции пальм за 30-летний период исследований (1984–2014 гг.) на примере их роста и развития в арборетуме НБС. Приведены данные габитуальных характеристик и репродуктивных возможностей, начиная с 1984 года, в сравнении с теми же параметрами и на тех же модельных деревьях, полученных в 2014 году. Показана картина фактических повреждений различных видов пальм в суровые зимы и установлена степень их толерантности к экстремальным отрицательным температурам. Определен перспективный ассортимент пальм, испытанных в арборетуме НБС, и показаны условия их культивирования на ЮБК. Установлены экологические и биологические критерии, влияющие на рост и развитие 12 видов пальм. Даны рекомендации по агротехнике, защите на зиму и рациональному использованию пальм в декоративном садоводстве.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-44-62

A. P. Maksimov,
Yu. V. Plugata,
V. P. Koba,
A. F. Khromov

Nikita Botanical Garden – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
52, Nikitsky Spusk, Nikita Town, Yalta, 298648, Republic of Crimea, Russian Federation,
e-mail: cubric@mail.ru

Key words:
history, introduction, palms, winter resistance, promising assortment, characteristic habits, growth and development, Southern Coast of the Crimea, Nikita Botanical Garden.

Received:
19.12.2017

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

HISTORY AND RESULTS OF THE INTRODUCTION OF PALMS (ARECACEAE C.H. SCHULTZ) ON THE SOUTHERN COAST OF THE CRIMEA

The results of the introduction of palms have been summarized, and the assortment, opportunities and conditions of their cultivation on the Southern Coast of the Crimea (SCC) defined. Long-term observations on the experimental plants with an assessment of their prospects according to a frosting scale during severe winters and biometric measurements of their habit by instrumental methods have been conducted. The article describes the history and results of the palms' introduction beginning from 1814 up to the present moment. It was established that growth and development of palms in the NBG's arboretum depend not only on their winter resistance but also on the growing conditions and cultivation practices. The results of the palms' introduction over a 30-year span of the research (1984–2014) through the example of their growth and development in the NBG's arboretum have been summed up. The data about the characteristic habits and reproductive capabilities for the year 1984 have been provided and compared with the same parameters obtained in 2014 on the same experimental trees. A picture of actual damages of various palm species during severe winters has been shown, and the degree of their tolerance to extreme negative temperatures determined. A promising assortment of palms tested in the NBG's arboretum has been identified, and the conditions of their cultivation on the SCC shown. The environmental and biological criteria influencing growth and development of 12 species of palms have been defined. Recommendations as to agricultural practices, protection in winter, and rational utilization of palms in ornamental gardening have been provided.

Введение

Уровень озеленения Южного берега Крыма (ЮБК) по видовому составу и композиционным приемам еще не отвечает современным требованиям, предъявляемым к известным мировым курортам. Повышение эстетического облика зеленых насаждений ЮБК невозможно без использования в озеленении экзотических древесных растений, вызывающих глубокое эмоциональное воздействие на человека. К таким растениям относятся пальмы, которые являются характерным элементом флоры тропических и субтропических стран, а также – великолепным украшением экспозиционных оранжерей и парков южных городов (Drude, 1887, 897; Mowry, 1931; Ado, 1934; Kolesnikov, 1974; Mc Currach, 1960 Imhanickaja, 1985 и другие).

Основной район культивирования пальм как декоративных растений в открытом грунте на территории России – Черноморское побережье Кавказа (от Геленджика до Сочи, а также некоторые районы Грузии, Азербайджана, Туркмении, Таджикистана) и ЮБК (Krasnov, 1912; Ginkul, 1930; Strebkova, 1931; Vasil'ev, 1931; Fjodorov, 1932; Palibin, 1935; Guseva, 1939; Saakov, 1952, 1954; Saakov et al., 1951; Odisharija et al., 1955; Anisimova, 1957; Prjahin, 1960 и другие). В других районах возможного их произрастания, в том числе и на ЮБК, пальмы не являются ландшафтообразователями и не доминируют в парковых насаждениях. Культура пальм ограничивается здесь лишь несколькими, наиболее зимостойкими видами (Klausen, 1882; Ljubimenko, 1910; Anisimova, 1934, 1939, 1957, 1964; Kern, 1934; Saakov 1952 et al.). В отличие от вышеупомянутых районов использование их в озеленении ЮБК может быть только фрагментарным и строго обоснованным с учетом соблюдения агротехнических, композиционных и биологических требований.

Видами пальм, испытанными в арборетуме НБС, не ограничиваются итоги их интродукции на ЮБК. Так, например, А. С. Мокржецкий (Mokrzheckij, 1918), описывая бывший сад А. Л. Бертье-Делагарда в Ялте, указывает, что с 1900 по 1918 гг. там успешно росли в открытом грунте 6 видов пальм, из них новыми, не испытанными в Никитском ботаническом саду (НБС) видами являлись: *Rhapidophyllum histrix* Wendl. et Drude, *Sabal palmetto* Lodd., *Sabal havanensis* hort., которые с укрытием оказались зимостойкими, хотя в некоторые годы страдали от морозов. Суровую зиму 1910/1911 гг. с укрытием перенесли хорошо (Saakov, 1952).

За период восьмидесятых годов XX века на интродукционном питомнике НБС проводилось первичное испытание некоторых новых видов пальм (Kulikov, 1985). Новые для Крыма виды *Erythea armata* S. Wats., *Brahea calcarea* Mart., *Butia eriospatha* (Mart.) Becc., *Sabal beccariana* L. H. Bailey при легком окучивании сухой листвой выдерживающие понижение температуры до –10 ... –12°C, представляют интерес для дальнейшего испытания их в открытом грунте на ЮБК. Менее перспективными, но заслуживающими дальнейшего интродукционного испытания с более капитальным укрытием оказались: *Sabal havanensis* hort., *Sabal mauritiformis* (Karst.) Griseb. et H.Wendl., *Sabal uresana* Trel. Испытанные на интродукционном питомнике *Chamaedorea oblongata* Mart., *Livistona oliviformis* Mart., *Trithrinax acanthocoma* Drude, *Washingtonia robusta* H.Wendl. вымерзают при температурах от –5 до –10°C и непригодны для культуры на ЮБК даже с укрытием на зиму.

Использование различных видов пальм на территории санатория «Южный» (пос. Форос), которая подвержена постоянному действию восточных и северо-восточных ветров, подтверждает, что для пальм необходимо подбирать наиболее защищенные и теплые участки. Судьба 40 экземпляров различных видов пальм 10-летнего возраста, завезенных в 1983 году из Сочи и высаженных на этой территории, следующая. В суровую зиму 1984/1985 гг. на ветренных местах по-

гибли укрытые пальмы: вашингтония нитеносная, финик канарский, юбея чилийская, бутия головчатая и даже трахикарпус высокий. В защищенных местах без повреждений перезимовал трахикарпус высокий, с повреждениями при укрытии выжили только некоторые растения бутии головчатой и юбеи чилийской, а финик канарский и вашингтония нитеносная – вымерзли.

В настоящее время, к сожалению, многие объекты курортно-рекреационного назначения на ЮБК повторяют ошибки своих предшественников. Так, например, турецкие строители в 2014 году озеленили объект «Мрия», использовав ассортимент пальм, который не может успешно расти на ЮБК. Более того, такие виды как вашингтония нитеносная высаживались 12 метровыми деревьями повсеместно, без учета микроклиматических условий территории и в огромном количестве. Бутия головчатая была высажена, хотя и не в таких объемах, но на продуваемой ветрами территории. В подобных местах также были высажены и крупномерные саженцы хамеропса низкого. Результат этой бездумной деятельности привел к вполне прогнозируемым результатам – все высаженные пальмы этих видов даже совсем не суровой зимой 2014/2015 гг. вымерзли.

В настоящей статье даются рекомендации по культуре пальм на ЮБК, которые ограничивают масштабы их использования по ассортименту, условиям защиты на зиму, в количественном отношении и культивированием их только в наиболее теплых и защищенных от холодных ветров местоположениях. Невыполнение даже части настоящих рекомендаций не позволит успешно выращивать испытуемые виды пальм на ЮБК. И только соблюдение всех условий культивирования пальм позволит их успешно здесь культивировать.

Конечная цель наших исследований – определить перспективный ассортимент пальм, которые могут быть использованы в озеленении и позволят повысить декоративную ценность зеленых насаждений ЮБК.

Материалы и методы

Объектами настоящих исследований являются опытные растения интродуцированных видов пальм, произрастающих в арборетуме НБС. С 1984 года ведутся непрерывные метеорологические наблюдения непосредственно у растений. На других участках и куртинах арборетума НБС, где метеобудки поставлены не были, метеорологическая обстановка оценивалась по данным метеостанции «Никитский сад» с учетом микроклиматического зонирования арборетума (Vazhov et al., 1984). При культивировании видов пальм с укрытием применялась следующая технология: листья связывали в пучки, укутывали мешковиной, строили «каркасный домик» с полиэтиленовым покрытием, а нижнюю часть стволиков окучивали сухими листьями или опилками. Оценку повреждений проводили по разработанной нами шестибальной шкале: 0 – повреждения отсутствуют; 1 – повреждены кончики листовых сегментов; 2 – повреждена половина листовой пластинки; 3 – листовая пластинка повреждена до места расхождения сегментов (рахиса); 4 – повреждена вся листовая пластинка и часть черешка; 5 – повреждены все листья кроны, но корни и образовательные ткани перенирующей и спящих почек сохраняются и растение восстанавливается; 6 – повреждены все жизненно важные органы и растение погибает (Maksimov et al., 1988). Фенологические и биометрические наблюдения проводились в соответствии с методическими указаниями по фенологическим наблюдениям над деревьями и кустарниками при их интродукции на юге СССР (Golubeva et al., 1977). Сравнительный рост и развитие пальм в арборетуме Никитского ботанического сада изучался по разработанной нами методике, которая применима ко всем однодольным древесным растениям. Замеры габитуальных характеристик растений осуществлялись мерной вилкой, рулеткой и штангенциркулем.

С целью изучения акклиматизационных изменений, направленных на адаптацию видов пальм к морозам, на ЮБК были проведены наблюдения за их обмерзаемостью в зависимости от возраста растений. Возрастной состав видов пальм разделен нами на 3 группы:

1 – впервые интродуцированные растения определенного вида, возраст которых является максимальным по сравнению с другими особями того же вида (150–200 лет). К таким уникальным представителям относятся: хамеропс низкий, интродуцированный еще Х. Х. Стевеном в 1814 году, и трахикарпус высокий, интродуцированный в 1860 году из имения князей Разумовских в Горенках.

2 – большая группа видов пальм, которая является семенным потомством первых интродуцированных видов 50–100-летнего возраста. Например, впервые интродуцированный в 1860 году в Никитском ботаническом саду трахикарпус высокий стал родоначальником всех представителей этого вида как в Крыму и на Кавказе, так и в других районах возможного их произрастания на территории бывшего СССР. Из этой разновозрастной группы мы выбрали представителей, которые определяют среднеарифметическое значение этой группы, и по факту представлены в арборетуме Никитского ботанического сада.

3 – посадки молодых растений последних 25-ти лет, которые также представляют собой дальних потомков первых интродуцированных видов пальм.

Результаты и обсуждение

Итоги интродукции пальм на ЮБК подводились в начале 1950-х гг. (Saakov 1952; Anisimova, 1957, 1964). К настоящему времени возникла потребность повторного анализа результатов их интродукции на ЮБК более чем за тридцатилетний период испытания. В данной работе мы подводим итоги интродукции пальм за это время (1984–2014 гг.) на примере их роста и развития в арборетуме Никитского ботанического сада. Результаты двухвековой истории интродукции пальм на ЮБК и данные по их зимостойкости за последние 30 лет приводятся в таблице 1.

Виды пальм 1-ой группы измерялись индивидуально, их габитуальные характеристики и генеративная составляющая представлена подеревно. Вторая группа пальм была сформирована из типичных представителей, растущих в арборетуме НБС. Модельные деревья отдельных видов пальм в 1984 и в 2014 гг. измерялись инструментально и их характеристики также учитывались. Виды пальм, отнесенные к 3-ей группе, должны были показать степень адаптации того или иного вида к неблагоприятным условиям среды (в данном случае это зимостойкость). В результате были систематизированы данные по изучению габитуальных характеристик и репродуктивных возможностей, начиная с 1984 года в сравнении с теми же параметрами и на тех же модельных деревьях, полученных в 2014 году. Так, например, рост вполне зимостойкого трахикарпуса высокого сильно различается в зависимости от условий произрастания и агротехники культивирования. Лучшим ростом и более обильным плодоношением характеризуются экземпляры, растущие на поливных участках с газонным покрытием.

На участках, где почва содержится под «черным паром» или целиком используется под цветочное оформление, пальмы растут медленнее. Это объясняется тем, что при перекопках и прополках в зоне проекции кроны повреждается значительная часть придаточных корней и растение ослабляется. Корневая система однодольных древесных растений весьма компактна и легко ранима. Поэтому перекопку почвы не следует проводить от ствола до края проекции кроны во избежание повреждения придаточных корней.

Таблица 1. Результаты интродукции пальм в Никитском ботаническом саду по данным инвентаризации 1984 и 2014 гг.
Table 1. Results of the introduction of palms at Nikita Botanical Garden according to the inventory data of 1984 and 2014

Год интродукции и откуда получены семена	Результаты интродукции в Никитском ботаническом саду	Обоснованные рекомендации для культуры на Южном берегу Крыма
Хамеропс низкий (*Chamaerops humilis* L.)		
Впервые в 1814 г. из оранжереи ботанического сада Разумовского в Горенках.	С 1824 г. успешно рос по всему Южнобережью, но в последующие суровые зимы частично вымерз, частично сохранился, восстанавливая периодически надземную часть после сильных обмерзаний. Цветет и плодоносит (Steven, 1818, Hartwiss, 1828, by. Saakov, 1954). Klausen, 1875; Ljubimenko, 1910, 1914; Zabel, 1879; Anisimova, 1939; Saakov, 1952, 1954).	Рекомендован для широкой культуры на ЮБК (Steven, 1818 by. Saakov, 1954).
	Без укрытия на зиму выдерживает без повреждений до –10°С (0-1 балл). В пределах от –10°С до –12°С полностью или частично теряет крону в зависимости от продолжительности экстремального морозного периода (4-5 баллов). При температурах ниже –12°С повреждаются стволики (5 баллов), а ниже –14°С на ветреных и холодных местах растения погибают (6 баллов). В суровую зиму 1984/1985 гг. без всякого укрытия пальмы потеряли крону (4 балла), а на ветреных местах всю надземную часть (5 баллов). Все растения остались живы и возобновились порослевыми побегами. В суровую зиму 2005/2006 гг. картина повреждений повторилась.	Пригоден для озеленения в защищенных от ветров и теплых местоположениях с легким укрытием шейки корня сухой листвой. Характерны периодические обмерзания надземной части в суровые зимы с последующим ее восстановлением. На ветреных и холодных участках возможна гибель растений.
Сабаль малый (*Sabal minor* (Jacq.) Pers.)		
Впервые в 1814 г. из оранжереи ботанического сада Разумовского в Горенках.	Погиб по неизвестным причинам (Saakov, 1952, 1954).	–
Повторно в 1913 г. из Сухуми и в 1914 г. из Петербургского ботанического сада.	Растет медленно, зимостоек, но влаголюбив. Страдает от сухости почв. В суровые зимы иногда обмерзают кроны (зима 1949/1950 гг.). Причины гибели некоторых экземпляров не установлены (Saakov, 1952).	Рекомендуется для озеленения во влажных балочных условиях с легким окучиванием точки роста сухой листвой. На ветреных и сухих местах возможны случаи гибели ослабленных растений.
	Без укрытия на зиму выдерживает без повреждений до –12°С (0 баллов). При –14°С и ниже повреждаются листья (1-2 балла). На ветреных и сухих местах без окучивания точки роста сухой листвой возможно вымерзание корневой системы и гибель растений. Цветет и образует жизнеспособные семена. В суровую зиму 1984/1985 гг. без всякого укрытия	

Год интродукции и откуда получены семена	Результаты интродукции в Никитском ботаническом саду	Обоснованные рекомендации для культуры на Южном берегу Крыма
	практически не пострадал (1-2 балла). В суровую зиму 2005/2006 гг. повреждений не было (0 баллов).	
Финиковая пальма (*Phoenix* sp.)		
В 1824 г. неизвестно	По свидетельству Х. Х. Стевена, она хорошо выдерживает зимы без всякой защиты. В суровую зиму 1828 г. она погибла (Saakov,1952).	–
Трахикарпус высокий (*Trachycarpus* exelsa (Thunb.) H.Wendl.)*		
Впервые в 1860 г. из Японии и Китая.	В 1879 г. упоминается о двух экземплярах этой пальмы, мужском и женском, успешно растущих в открытом грунте (Ljubimenko, 1910). Более зимостоек чем хамеропс низкий (Klausen, 1875; Zabel, 1879). В суровые зимы частично подмерзает. На ветреных и холодных участках имеются случае гибели от мороза ослабленных растений (Anisimova, 1934). Наиболее широко распространен в озеленении ЮБК. Цветет, плодоносит и образует обильный самосев. В суровую зиму 1984/1985 гг. на открытых ветреных местах без всякого укрытия 90% всех растений полностью или частично потеряли крону (4-5 баллов). Имелись единичные случаи гибели ослабленных растений. В защищенных от ветра местах совершенно не пострадали (0-1 балл). В суровую зиму 2005/2006 гг. картина повреждений повторилась.	– Вполне перспективный для озеленения вид. Не нуждается в укрытии и окучивании листвой на зиму. В суровые зимы возможны периодические обмерзания листьев кроны и единичные случаи гибели ослабленных растений на ветреных и холодных участках. Рекомендуется для озеленения по всему ЮБК при высокой агротехнике культивирования.
Юбея чилийская (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baill.)		
Неизвестно, когда и откуда интродуцирована Повторно в период с 1911 по 1917 гг. Повторно в 1938 г. из Сухуми	Выдерживает морозы до –7°С под легкой защитой, однако по мнению Zabel (1879) еще не решен вопрос, может ли эта пальма переносить климат ЮБК. В суровую зиму 1910/1911 гг. при –14°С погибло 20-летнее растение (Ljubimenko, 1914). Сведений о зимостойкости и судьбе этих растений нет. Два экземпляра этой пальмы достигли 23-летнего возраста и в течение 19 лет зимуют в открытом грунте с небольшой защитой на зиму (окучиванием). Растут сравнительно медленно (Anisimova 1957, 1964). Без всякого укрытия испытывались с 1979 г. Практически без повреждений выносит морозы до –10°С (0 баллов). В суровую зиму 1984/1985 гг. одно крупное растение, вступившее осенью 1984 г. в стадию цветения, погибло (6 баллов). Другой, меньший экземпляр, у которого несколько нижних листьев было завалено снегом, остался жив и восстановил крону 5 баллов). Однако весной 2001 г.	– – Перспективна для наиболее защищенных теплых участков ЮБК при хорошем уходе и поливе (Anisimova, 1964). Перспективна для использования на ЮБК при лёгком кратковременном укрытии на период возможных экстремальных температур в защищённых от ветров участках при обеспечении высокого уровня агротехники.

Год интродукции и откуда получены семена	Результаты интродукции в Никитском ботаническом саду	Обоснованные рекомендации для культуры на Южном берегу Крыма
	при неудачной попытке хищения, погиб от повреждений корневой системы.	-«-
Повторно в 1982 г. саженцами из Сочинского дендрария	Молодые 10-летние растения, укрытые мешковиной и каркасным домиком с полиэтиленовым покрытием, в суровую зиму 1984/1985 гг. совершенно не пострадали (0-1 балл).	-«-
	В суровую зиму 2005/2006 гг. одно из 5 имеющихся растений погибло (6 баллов). Самый крупный экземпляр с диаметром ствола более 1 м. был уничтожен вандалами.	
Эритея съедобная (*Erythea edulis* S.Wats.)		
В 1910 г. Из Сухуми саженцами в возрасте около 10 лет.	В 1938 г. достигло высоты до 2 м при диаметре ствола до 1 м. Культивировалась с укрытием на зиму рогожей, но почти ежегодно подмерзала и в конце концов погибла (Anisimova, 1939; Saakov, 1952, 1954).	–
Вашингтония нитеносная (*Washingtonia filifera* (Lindl. ex Andr.) H.Wendl.)		
В 1913 г. Из Сухуми 15-20-летними саженцами.	В 1938 г. наиболее крупные экземпляры достигли высоты 4,5 м при диаметре ствола 46 см. Почти ежегодно, несмотря на укрытие фанерными домиками, листья полностью обмерзали, но восстанавливались. Не цвела (Anisimova, 1939). В суровую зиму 1949/1950 гг. все растения погибли (Saakov, 1952, 1954).	–
Повторно в 1971 г. из Турции и Португалии (Лиссабон).	На интродукционном питомнике выдержали с окучиванием –10,5°С (4-5 баллов), пересажены 23.09.1976 г. в парк Монтедор, где погибли от случайных причин (Kulikov, 1985).	Возможно использование в наиболее тёплых, защищённых местах с незначительными укрытиями на зиму (Kulikov, 1985)
Повторно в 1973 г. из Португалии (Лиссабон), в 1974 и 1976 гг. из Италии и в 1976 г. из Германии (Дортмунд).	В 1979 г. листья подмерзли при температуре –7°С (Kulikov, 1985). Все растения вымерзли без укрытия.	-«-
Повторно в 1979 г. из Сочинского дендрария 5-летними саженцами.	Без укрытия на зиму выдерживает без повреждений –7°С (0-1 балл). При –12°С и ниже погибает (6 баллов). С укрытием полиэтиленовой плёнкой и мешковиной – листья выпревают, но восстанавливаются (5 баллов). При кратковременном укрытии на период действия экстремальных отрицательных температур одним слоем мешковины и каркасным «домиком» с полиэтиленовым покрытием практически не страдает от температур до –10°С (0-2 балла). В суровую зиму 1984/1985 гг. растения, укрытые таким образом, потеряли крону, но не погибли (4-5 баллов).	В открытом грунте на ЮБК может быть использована в озеленении как «временная» культура, то есть на время между особо суровыми зимами, Когда возможна гибель всех растений. Условия культивирования – только с кратковременным укрытием на период возможных экстремальных отрицательных температур.
	В суровую зиму 2005/2006 гг. 15 неукрытых экземпляров этого вида погибли, выжило только 2 растения, которые учтены в данных инвентаризации 2014 г. (5 баллов).	-«-

Год интродукции и откуда получены семена	Результаты интродукции в Никитском ботаническом саду	Обоснованные рекомендации для культуры на Южном берегу Крыма
Латания Коммерсона (*Latania commersonii* J.P.Gmel.).		
В 1910 г. высажена в открытом грунте. Год интродукции и откуда получены семена неизвестны	Погибла в суровую зиму 1910/1911 гг. при –14°С с укрытием (Ljubimenko, 1914).	–
Бутия головчатая (*Butia capitata* Becc.)		
В 1914 г. из Сухумского ботанического сада	В суровые зимы 1928/1929 гг. и 1949/1950 гг. без укрытия полностью теряет крону и нередко вымерзает, при укрытии (окучивании) сухой листвой практически не повреждается. Росла в Форосе, Симеизе, Мисхоре и др. местах. В Симеизе зимовала без укрытия, но страдала в суровые зимы, особенно в зиму 1928/1929 гг., когда в защищённом от ветров месте сохранилось только одно растение (Voinov,1930; Saakov,1952).	Рекомендована для культуры с укрытием на зиму (Voinov, 1930).
Повторно в 1966 г. из Сухумского ботанического сада.	В арборетуме Никитского ботанического сада все растения вымерзли.	–
Повторно в 1982 г. саженцами из Сочинского дендрария.	В суровую зиму1984/1985 гг. без укрытия погибли 2 последних экземпляра (6 баллов). Не цвела. Молодые 10-летние растения при укрытии мешковиной и каркасным полиэтиленовым «домиком» перезимовали без повреждений в суровую зиму 1984/1985 гг (0-1 балл). В суровую зиму 2005/2006 гг. все растения погибли (6 баллов).	Может быть перспективна для озеленения с кратковременным укрытием на период возможных экстремальных отрицательных температур в наиболее защищенных от ветров, теплых участках и высоком уровне агротехники.
Повторно из оранжереи № 2 Никитского ботанического сада летом 2006 г.	В возрасте 110 лет на куртине 107 были высажены 2 крупных растения. Без укрытия зимовали успешно, но в суровую зиму 2005/2006 гг. одно растение погибло (6 баллов). Оставшийся единственный экземпляр ежегодно теряет крону листьев от морозов (95 баллов). В зиму 2014/2015 г. крона его также обмерзла (5 баллов).	-«-
Трахикарпус такильский (*Trachycarpus takil* Becc.)		
В 1933 г. семенами из Римского ботанического сада	Без укрытия в зиму 1939/1940 гг. молодые растения вымерзли.	–
Повторно откуда и когда неизвестно	Оставшиеся в живых растения суровую зиму 1984/1985 гг., а также и 2005/2006 гг. перенесли без повреждений (0-1 балл). По зимостойкости не уступает трахикарпусу высокому. В возрасте 116 лет обмерзаний в суровые зимы не отмечено (0 баллов).	Рекомендуется широко использовать в озеленении ЮБК.

Год интродукции и откуда получены семена	Результаты интродукции в Никитском ботаническом саду	Обоснованные рекомендации для культуры на Южном берегу Крыма
Трахикарпус Мартиуса (*Trachycarpus martiana* H.Wendl.)		
Впервые в 1948 г. семенами из Батумского ботанического сада.	Зимостоек, без укрытия переносит продолжительное похолодание, но пока не плодоносит (Anisimova, 1964). Более зимостоек, чем трахикарпус высокий. В суровые зимы 1984/1985 гг. и 2005/2006 гг. совершенно не пострадал (0 баллов). Цветет, плодоносит и образует самосев.	Вполне перспективен для озеленения ЮБК. В особенно суровые зимы не исключены обмерзания листьев кроны. Рекомендуется для размножения и широкого внедрения этого вида в культуру на ЮБК.
Финик канарский (*Phoenix canariensis* Chab.)		
В разные годы из разных источников. Повторно в 1979 г. 5-летними саженцами из Сочинского дендрария.	В суровые зимы 1928/1929 гг., 1931/1932 гг., 1949/1950 гг. вымерзал с укрытием. Не цвел (Saakov, 1952, 1954). В суровую зиму 1984/1985 гг. без укрытия 10 растений вымерзли (6 баллов). С укрытием мешковиной и каркасным полиэтиленовым домиком перезимовало 2 растения без повреждений 0-2 балла). По инвентаризации 2014 г. эти растения достигли толщины ствола соответственно 49,0 и 58,0 см, но часто обмерзая до 5 баллов нормальная крона листьев формируется у них только к концу осени.	– Может быть использован в озеленении как «временная» культура. В суровые зимы возможна гибель всех растений. Условия культивирования – в наиболее защищенных от ветров теплых местоположениях с кратковременным укрытием на период возможного действия экстремальных отрицательных температур.
Ливистона южная (*Livistona australis* Mart.)		
Впервые в 1948 г. семенами из Батумского ботанического сада.	В Никитском ботаническом саду культивировалась как подстановочная культура. В качестве эксперимента оставлялась на зиму в открытом грунте. Вымерзает в суровые зимы даже с укрытием (Saakov, 1952, 1954).	Может быть использована как подстановочная культура на летний период.
Финик изогнутый (*Phoenix reclinata* Jacq.)		
Неизвестно.	До 1983 г. в Никитском ботаническом саду использовался в качестве оранжерейной пристановочной культуры. Весной 1983 г. был высажен в открытый грунт. В суровую зиму 1984/1985 гг. при укрытии мешковиной и полиэтиленовым каркасным «домиком» вымерз до корня, но восстановился и опять пострадал в следующую зиму (5 баллова). Не цветет.	Непригоден для культуры в открытом грунте на ЮБК. Может быть использован в качестве оранжерейной пристановочной культуры для летней экспозиции.
Сабаль пальметто (*Sabal palmetto* (Walt.) Lodd. ex Schult.)		
Высажен в открытый грунт из оранжереи № 2 Никитского ботанического сада летом 2006 г.	Абсолютно устойчив к морозам. Никогда не подмерзали даже листья кроны (0 баллов). Растет медленно. Не цветет и не плодоносит.	Рекомендуется для широкой культуры на ЮБК при высокой агротехнике культивирования.

Год интродукции и откуда получены семена	Результаты интродукции в Никитском ботаническом саду	Обоснованные рекомендации для культуры на Южном берегу Крыма
Рапис низкий (*Rhapis humilis* L.)		
Неизвестно.	До 1983 г. в Никитском ботаническом саду культивировался как пристановочная культура. Весной 1983 г. был высажен в открытый грунт. В суровую зиму 1984/1985 гг. при укрытии мешковиной и каркасным «домиком» с полиэтиленовым покрытием потерял крону листьев и большую часть стволиков (5 баллов). За вегетационный период восстановил надземную часть. В последующие годы также подмерзал (4-5 баллов). Цветет, но не плодоносит.	Непригоден для культуры в открытом грунте на ЮБК. Может быть использован в качестве оранжерейной пристановочной культуры для летней экспозиции.

Сравнительная характеристика роста и развития испытуемых видов пальм в арборетуме Никитского ботанического сада показала, что в зависимости от их зимостойкости за период с 1984 по 2014 гг. их габитуальные характеристики были различны. Суровая зима 1984/1985 гг. выявила фактическую картину повреждений пальм и позволила определить степень их толерантности к экстремальным отрицательным температурам.

Хамеропс низкий был интродуцирован в Крым еще при Х. Х. Стевене в 1814 году, и он оказался условно перспективным видом, который в открытом грунте на ЮБК регулярно обмерзает в суровые зимы, но восстанавливает свою надземную часть. Поэтому на ЮБК в открытом грунте экземпляры этого вида редко превышают в высоту более 1,5 метров. Одно 170-летнее растение, культивируемое в оранжерее (теплица № 2), в кадке (0,8 м³) достигло высоты 4,8 м только потому, что в суровые зимы хамеропс не терял свою надземную часть. В открытом грунте после суровых зим он отрастает вновь и образует новую крону листьев и, естественно, наращивает ствол. Поскольку суровые зимы повторяются на ЮБК один раз в 30–50 лет, эти стволы не могут быть более 1,5 м. Разницы по морозоустойчивости среди 3 возрастных групп не установлено. Поэтому, анализируя таблицу 2, мы пришли к выводу, что габитуальные характеристики как экземпляров первой интродукции, так и всех их потомков практически аналогичны. К почвенным условиям не требователен, но нуждается в поливе. Этот вид рекомендуется высаживать только на специализированных участках (пальмариях) солитерами или небольшими группами.

Рапис низкий изначально не планировался для испытания его в открытом грунте на ЮБК и, оставшись в 1984 году под укрытием, погиб.

Сабаль малый, растущий при поливе на сильнохрящеватой почве страдает в большей степени от почвенных условий и летних засух, чем от действия отрицательных температур в суровые зимы. Нами отмечены случаи гибели двух растений этого вида от засухи 1986 года. Практически не изменяет своих таксационных или габитуальных характеристик в течение длительного времени из-за очень медленного роста. Это объясняется тем, что он не образует надземного ствола, имеет только прикорневые листья и развитый подземный ствол с выходом его на поверхность в виде небольшого проростка, напоминающего вновь прорастающее растение. Зимостоек. Практически никогда не повреждался морозами, даже в суровые зимы. Однако в условиях ЮБК страдает от сильных ветров и недостатка влаги в летний период. Раскопки корневых систем показали, что подземная часть

этих растений (подземный ствол) деформируется от различных включений, имеющихся в почве. Для сабаля малого необходимо подбирать наиболее влажные участки с мощными почвами, не имеющими щебенистой фракции. Использование его в декоративном садоводстве на ЮБК может быть самым разнообразным. Его рекомендуется высаживать как солитерами, так и небольшими плотными группами.

Трахикарпус высокий – наиболее распространенный вид на ЮБК. И, как известно, наиболее зимостойкий. Достигает более быстрого роста на богатых и глинистых почвах при обильном искусственном поливе. Плохо переносит сильнохрящеватые почвы и близко залегающие флиши. На ветреных местах в суровые зимы часто теряет крону, иногда и гибнет. Отмечены единичные экземпляры из 3-й группы, которые получили при всех равных условиях меньший балл обмерзания по сравнению с 1 и 2-й возрастными группами. Загущенные посадки формируют рощу, что для ЮБК является объектом особого интереса экскурсантов. Прекрасно растет на склонах различной экспозиции. Сравнительный анализ дендрометрических показателей свидетельствует о том, что за 30 лет они увеличились в значительной степени. Перспективность этого вида для ЮБК не вызывает сомнений. Рекомендуется его высаживать аллеями, малыми и большими группами, солитерами, вводить в композиции специализированных участков с целью повышения их декоративной ценности.

Трахикарпус Мартиуса, единственный экземпляр которого растет на куртине 123 арборетума НБС, отличается высокой зимостойкостью и активным ростом. Разницы в баллах обмерзания между возрастными группами не установлено. Перспектива его использования на ЮБК аналогична трахикарпусу высокому. Рекомендации по его культивированию аналогичны рекомендациям, данным по трахикарпусу высокому.

Трахикарпус такильский – наиболее ценный в декоративном отношении вид. Жесткие и не ломающиеся листья придают эффект аккуратности растения с точки зрения ландшафтной архитектуры. Перспективен для использования в озеленении ЮБК. Рекомендации по его культивированию аналогичны рекомендациям, данным по трахикарпусу высокому.

Вашингтония нитеносная – слабозимостойкий вид на ЮБК. В суровую зиму 1984/1985 гг. вымерзли все три экземпляра этого вида на куртине 153, хотя и находились под укрытием. Высаженные весной 1984 г. 8 экземпляров этого вида на куртине 107 суровую зиму 1984/1985 гг. перенесли, крону листьев потеряли, но впоследствии восстановили. К 2014 году сохранилось только два растения этого вида. Вашингтония нитеносная не очень требовательна к плодородию почвы, но весьма требовательна к их увлажнённости. Слабоморозостойка, без укрытия в период действия экстремальных отрицательных температур вымерзает в суровые зимы при температурах ниже –12°С. С укрытием она переносит до –15°С, но теряет крону листьев, которая с вероятностью 50% может восстановиться, а может и нет. Все экземпляры этого вида принадлежат к 3-й возрастной группе и характеризуются различной морозоустойчивостью при всех равных условиях. Это дает нам возможность предположить, что отбор наиболее морозостойких особей этого вида для дальнейшей селекционной работы не исключен. Растет очень быстро, поэтому ее рекомендуется использовать на ЮБК как временную культуру с укрытием на период действия экстремальных отрицательных температур. Лучше всего ее культивировать в качестве солитера или малой группы.

Финик канарский – практически незимостойкий вид на ЮБК. Два растения посадки 1981 г. сохранились в коллекции арборетума, а 12 экземпляров посадки 1984 г. в суровую зиму, даже при

укрытии, вымерзли. Растения 3-й возрастной группы также обладают различной морозоустойчивостью. На срок инвентаризации в 2014 году в коллекциях арборетума Никитского ботанического сада сохранились только 2 экземпляра этого вида на куртине 107. Как временная культура с укрытием на период действия экстремальных отрицательных температур может быть рекомендована только для специализированных участков на ЮБК и только в качестве солитера или малой группы.

Финик лесной – незимостоек на ЮБК. Высаженные в 1984 году 4 растения с укрытием пережили суровую зиму 1984/1985 гг. с потерей кроны листьев, которые к началу вегетационного периода были восстановлены. Повторная инвентаризация 2014 года показала, что из четырех растений этого вида сохранились только два. Обмерзая почти ежегодно, все оставшиеся экземпляры этого вида со времени их посадки до 2014 года практически не изменили свои габитуальные характеристики. Пригоден только для специализированных участков как временная культура с укрытием на период действия экстремальных отрицательных температур в качестве солитера или малой группы.

Бутия головчатая – среднезимостойкий вид. На ЮБК с укрытием на всю зиму три экземпляра 19-летних растений этого вида на куртине 154 росли и развивались вполне нормально, однако в возрасте 24 лет весной 2001 г. были похищены. Из высаженных весной 1984 года 6-ти экземпляров этого вида к 2014 г. не сохранилось ни одного. Только одно растение летом 2006 г. было высажено в открытый грунт на 107 куртину из оранжереи № 2. Остальные были частично похищены, а некоторые особи, культивируемые без укрытия, погибли от экстремальных морозов. Рекомендуется для внедрения ее в озеленение в качестве укрывной культуры солитерами и малыми группами.

Юбея чилийская – наиболее зимостойкая из перистолистных пальм. На куртине 154 в Приморском парке арборетума росли два крупных экземпляра этого вида. В возрасте 46 лет самое большое растение впервые выпустило шесть цветоносных пучков и начало цвести непосредственно перед зимой. Будучи ослабленной эта особь погибла в суровую зиму 1984/1985 гг. Оставшийся в живых второй экземпляр этого вида продолжал успешно расти, но весной 2001 г. при неудачной попытке хищения была сильно повреждена корневая система, и растение погибло. Весной 1984 г. было высажено еще шесть экземпляров юбеи чилийской 10-летнего возраста на куртине 107 Нижнего парка арборетума. К 2014 году осталось три крупных растения в коллекциях арборетума. Рекомендуется для внедрения ее в озеленение ЮБК в качестве солитеров и малых групп с легким зимним укрытием на период действия экстремальных отрицательных температур.

Сабаль пальметто – вполне зимостоек на ЮБК. В НБС с 2006 г. ни разу не подмерзал, хотя был высажен из оранжереи № 2 в открытый грунт на куртину 107 в возрасте 110 лет. На осень 2014 г. в возрасте 140 лет он достигает высоты 3,5 м и диаметра ствола 71,0 см. (см. табл. 2). Рекомендуется для культуры на ЮБК без укрытия в качестве солитеров и малых групп для специализированных участков (пальмариев).

Таблица 2. Сравнительная характеристика роста и развития пальм в арборетуме Никитского ботанического сада за 30 лет (1984–2014 гг.)
Table 2. Comparative analysis of the growth and development of palms at the arboretum of Nikita Botanical Garden over 30 years (1984–2014)

№ п/п	Виды пальм	Год наблюдения	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр ствола, см	Диаметр кроны, м	Количество листьев, шт.	Цветение, плодоношение	Номер куртины
1.	*Chamaerops humilis* L. (Хамеропс низкий)	1984	170	1,3	30,0	1,2	26	Пл.	134
		2014	200	1,5	30,0	1,5	35	Пл.	134
		1984	70	1,2	26,0	1,3	52	Пл.	148 и др.
		2014	100	1,3	25,0	1,5	43	Пл.	148 и др.
		1984	21	0,5	20,0	1,0	36	Пл.	186 и др.
		2014	51	1,2	20,0	1,3	30	Пл.	186 и др.
		1984	10*	0,3	-	0,3	5	-	107
		2014	40	1,0	18	1,2	26	Пл.	107
2.	*Rhapis humilis* L. (Рапис низкий)	1984	20	1,1	1,5	0,3	12	Цв.	107
		2014	Вымерз в суровую зиму 1984/1985 гг. и более не восстанавливался						
3.	*Sabal minor* (Jacq.) Pers. (Сабаль малый)	1984	71	1,5	-	1,5	11	Пл.	149
		2014	101	1,5	-	1,5	9	Пл.	149
		1984	70	1,3	-	1,2	8	Пл.	154
		2014	100	1,5	-	1,3	6	Пл.	154
		1984	10*	0,5	-	0,2	1	-	107
		2014	40	1,0	-	1,0	7	Пл.	107
4.	*Trachycarpus exelsa* (Thunb.) H.Wendl. (Трахикарпус высокий)	1984	124	9,8	26,0	1,8	28	Пл.	97
		2014	154	12,0	27,0	1,9	30	Пл.	97
		1984	104	7,1	26,5	2,0	20	Пл.	147
		2014	134	10,5	27,0	2,0	26	Пл.	147
		1984	75	5,3	24,0	1,5	21	Пл.	146
		2014	105	7,5	25,0	1,5	24	Пл.	146
		1984	46	7,8	28,0	1,6	28	Пл.	38 и др.
		2014	76	9,0	28,0	1,6	26	Пл.	38 и др.
		1984	25	4,5	31,0	2,5	68	Пл.	97 и др.
		2014	55	7,5	28,0	2,2	52	Пл.	97 и др.
		1984	10	1,2	12,0	1,4	20	-	97 и др.
		2014	40	5,2	25,0	1,8	28	Пл.	97 и др.
5.	*Trachycarpus martiana* H.Wendl. (Трахикарпус Мартиуса)	1984	51	5,5	26,0	1,5	42	Пл.	123
		2014	81	8,0	28,0	1,5	39	Пл.	123
6.	*Trachycarpus takil* Becc. (Трахикарпус такильский)	1984	36	6,8	38,0	2,0	52	Пл.	153
		2014	66	8,2	38,0	2,0	48	Пл.	153
		1984	26	4,5	32,0	2,1	49	Пл.	149 и др.
		2014	56	7,5	32,0	2,1	50	Пл.	149 и др.
7.	*Washingtonia filifera* (Lind. ex Andr.) H.Wendl. (Вашингтония нитеносная)	1984	23	1,5	32,0	1,5	14	-	153
		2014	Вымерзли все 3 экземпляра в суровую зиму 1984/1985 гг.						
		1984	10*	1,2	12,0	1,0	8	-	107
		2014	40	2,5	48,0	2,5	17	-	107
		1984	10	1,4	12,0	1,0	10	-	107
		2014	40	2,0	25,0	2,0	11	-	107

№ п/п	Виды пальм	Год наблюдения	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр ствола, см	Диаметр кроны, м	Количество листьев, шт.	Цветение, плодоношение	Номер куртины
8.	*Phoenix canariensis* Chab. (Финик канарский)	1984	15	1,2	25,0	1,8	18	-	154
		2014	Вымерз имевшийся 1 экземпляр в суровую зиму 1984/1985						
		1984	15	0,7	20,0	1,4	12	-	154
		2014	Вымерз имевшийся экземпляр в суровую зиму 1984/1985 гг.						
		1984	10*	0,5	8,0	0,7	6	-	107
		2014	Вымерзли 10 экземпяров в суровую зиму 1984/1985 гг. Осталось 2 экземпляра имеющие следующие габитуальные характеристики						
		2014	40	3,5	49,0	3,5	19	-	107
		2014	40	3,0	58,0	3.0	17	-	107
9.	*Phoenix reclinata* Jacq. (Финик лесной)	1984	20*	1,6	15,0	1,2	14	-	107
		2014	50	1,7	15,0	1,3	16	-	107
10.	*Butia capitata* Becc. (Бутия головчатая)	1984	19	1,5	36,0	1,3	16	-	154
		2014	Похищен 1 экземпляр весной 2001 года						
		1984	19	1,0	28,0	1,0	14	-	154
		2014	Похищено 2 экземпляра весной 2001 года						
		1984	110*	0,5	10,0	0,5	10	-	107
		2014	140	2,0	49,0	2,5	26	Пл.	107
11.	*Jubaea chilensis* (Mol.) *Baill.* (Юбея чилийская)	1984	46	4,3	68,0	3,0	69	Цв.	154
		2014	Погибла от морозов при обильном цветении в суровую зиму 1984/1985 гг.						
		1984	46	2,1	39,0	2,0	32	-	154
		2014	Погибла от повреждений корневой системы при неудачной попытке хищения весной 2001 г.						
		1984	10*	0,5	10,0	0,7	12	-	107
		2014	40	3,5	69,0	4,0	27	-	107
		2014	40	3,5	59,0	4,0	25	-	107
		2014	40	3,8	81,0	4,0	31	-	107
12.	*Sabal palmetto* (Walt.) Lodd. ex Schult. (Сабаль пальметто)	1984	10	0,5	15,0	0,5	16	-	107
		2014	40	3,5	57,5/71,0	2,7	12	-	107

Заключение

1. С 1814 года до настоящего времени в открытом грунте на ЮБК испытано 28 видов пальм (*Brahea calcarea*; *Butia capitata*, *B. eriospatha*; *Chamaedorea oblongata*; *Chamaerops humilis*; *Erythea armata*, *E. edulis*; *Jubaea chilensis*; *Latania commersonii*; *Livistona australis*, *L. oliviformis*; *Phoenix canariensis*, *Ph. dactylifera*, *Ph. reclinata*; *Rhapidophyllum histrix*; *Rhapis humilis*; *Sabal beccariana*, *S. havanensis*, *S. mauritiformis*, *S. minor*, *S. palmetto*, *S. uresana*; *Trachycarpus exelsa*, *T. martiana*, *T. takil*; *Trithrinax acanthocoma*; *Washingtonia filifera*, *W. robusta*).

2. В настоящее время в арборетуме Никитского ботанического сада и на ЮБК наиболее широко распространен *Trachycarpus exelsa*, менее – *T. takil*, очень редко встречается *Chamaerops humilis*, единичными растениями представлены: *Butia capitata*, *Jubaea chilensis*, *Phoenix canariensis*, *Ph. reclinata*, *Rhapis humilis*, *Sabal minor*, *Trachycarpus martiana*, *Washingtonia filifera*.

3. Для всех видов пальм на ЮБК следует выбирать наиболее теплые и защищенные от ветров участки с мощными почвами, не имеющими щебенистой фракции и с учетом возможности обеспечения высокого уровня агротехники их культивирования. Лучшим ростом характеризуются пальмы на поливных участках с газонным покрытием. Отдельные растения *Butia capitata* на сильно карбонатных и сухих почвах иногда страдают хлорозом.

References/Литература

Ado M. I. Exotics of Black Sea Coast for landscaping territories of Sochi resort, Mazesta district (Jekzoty Chernomorskogo poberezh'ja dlja ozelenenija territorij kurortov Sochi, Macestinskogo rajona). Moscow, 1934, 120 p. [in Russian] (*Адо М. И.* Экзоты Черноморского побережья для озеленения территорий курортов Сочи. Мацестинского района. М., 1934. 120 с.).

Anisimova A. I. Fan palm in Crimea. (Trachycarpus exelsa H.Wendl.) (Veernaja pal'ma v Krymu. (Trachycarpus exelsa H.Wendl.). Bjull. Gos. Nikitskogo botan. Sada // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. Yalta, 1934, iss. 15, pp. 1–47 [in Russian] (*Анисимова А. И.* Веерная пальма в Крыму (Trachycarpus exelsa H.Wendl.) // Бюлл. Гос. Никитского ботан. Сада. Ялта, 1934. Вып. 15. С. 1–47).

Anisimova A. I. Palmae family – Palms (Sem. Palmae – Pal'my) // Trudy Gos. Nikitskogo botan. Sada. Jalta. – Materials of the State Nikitsky Botanical Garden. Yalta, 1939, vol. 22, iss. 2, pp. 13–22 [in Russian] (*Анисимова А. И.* Сем. Palmae – Пальмы // Труды Гос. Никитского ботан. Сада. Ялта, 1939. Т. 22, вып. 2. С. 13–22).

Anisimova A. I. Results of introduction of woody plants in Nikitsky Botanical Garden over 30 years (1926–1955) (Itogi introdukcii drevesnyh rastenij v Nikitskom botanicheskom sadu za 30 let (1925–1955 gg.) // Trudy Gos. Nikitskogo botan. Sada – Materials of the State Nikitsky Botanical Garden. Yalta, 1967, vol. 27, 238 p. [in Russian] (*Анисимова А. И.* Итоги интродукции древесных растений в Никитском ботаническом саду за 30 лет (1926–1955 гг.) // Труды Гос. Никитского ботан. Сада. Ялта, 1957. Т. 27. 238 с.).

Anisimova A. I. Results of tests of certain new species of ornamental trees and shrubs in 1955–1962 / 150 years of the State Nikitsky Botanical Garden (Rezul'taty ispytanija nekotoryh novyh vidov dekorativnyh derev'ev i kustarnikov v 195–1962 gg. / 150 let Gos. Nikitskomu botan. Sadu) // Sbornik nauchn. Trudov. – In: collection of research papers. Moscow, 1964, vol. 27, pp. 386–394 [in Russian] (*Анисимова А. И.* Результаты испытания некоторых новых видов декоративных деревьев и кустарников в 1955–1962 гг. / 150 лет Гос. Никитскому ботан. Саду // Сб. научн. Трудов. М., 1964. Т. 27. С. 386–394).

Vasil'ev A. V. Results of acclimatization works of Abkhazian subtropical experimental station (Itogi akklimatizacionnyh rabot Abhazskoj subtropicheskoj opytnoj stancii). Sov. Subtropiki – Soviet Subtropics. 1931, no. 2 (9). pp. 30–69 [in Russian] (*Васильев А. В.* Итоги акклиматизационных работ Абхазской субтропической опытной станции // Сов. Субтропики. 1931. № 2 (9). С. 30–69).

Voinov G. V. Park vegetation of Crimea (Parkovaja rastitel'nost' Kryma) // Zapiski Gos. Nikitskogo opytnogo botan. Sada // Proceedings of of the State Nikitsky Botanical Garden. 1930, vol. 13, iss. 1, 70 p. [in Russian] (*Воинов Г. В.* Парковая растительность Крыма // Записки Гос. Никитского опытного ботан. Сада. 1930. Т. 13, вып. 1. 70 с.).

Golubeva I. V., Galushko R. V., Kormilicyn A. M. Methodology instructions on phonological observations over trees and

shrubs during their introduction in southern USSR (Metodicheskie ukazanija po fenologicheskim nabljudenijam nad derev'jami i kustarnikami pri ih introdukcii na juge SSSR). Gosudarstvennyj Nikitskij botanicheskij Sad. Jalta – State Nikitsky Botanical Garden. Yalta, 1977, 26 p. [in Russian] (*Голубева И. В., Галушко Р. В., Кормилицын А. М.* Методические указания по фенологическим наблюдениям над деревьями и кустарниками при их интродукции на юге СССР // Государственный Никитский ботанический сад. Ялта, 1977. 26 с.).

Ginkul S. G. Palms of the Caucasus Black Sea Coast // Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant-Breeding. Leningrad, 1930, vol. 24, iss. 4, pp. 95–236 [in Russian] (*Гинкул С. Г.* Пальмы Черноморского побережья Кавказа // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1930. Т. 24, вып. 4. С. 95–236).

Guseva Ye. P. Vintering of subtropical plants at Kzyl-Atrek control station of VNIIS in 1938–1939 (Perezimovka subtropicheskih rastenij na Kzyl-Atrekskom opornom punkte VNIIS v 1938–1939 gg.) // Bjull. po kul'turam suhih subtropikov – Bulletin on cultures of dry subtropics. 1939, no. 11–12 (47–48), pp. 63–65 [in Russian] (*Гусева Е. П.* Перезимовка субтропических растений на Кзыл-Атрекском опорном пункте ВНИИС в 1938–1939 гг. // Бюлл. по культурам сухих субтропиков. 1939. № 11–12 (47–48). С. 63–65.

Imhanickaja N. N. Palms. Leningrad, 1985, 242 p. [in Russian] (*Имханицкая Н. Н.* Пальмы. Л., 1985. 242 с.).

Kern E. E. The most important foreign woody species suitable for cultivation in USSR. Botanical, biological, silvicultural data about them, their forestry significance and technical validity (Vazhnejshie inozemnye drevesnye porody, prigodnye dlja razvedenija v SSSR. Botanicheskie, biologicheskie, lesovodstvennye svedenija o nih, ih lesohozjajstvennoe znachenie i tehnicheskaja prigodnost'). Leningrad, 1934, 174 p. [in Russian] (*Керн Э. Э.* Важнейшие иноземные древесные породы, пригодные для разведения в СССР. Ботанические, биологические, лесоводственные сведения о них, их лесохозяйственное значение и техническая пригодность. Л., 1934. 174 с.).

Klausen E. K. Influence of frost in February 1974 on the plants in the Imperial Nikitsky Garden (Vlijanie moroza v fevrale 1874 g. na rastenija v Imperatorskom Nikitskom sadu) // Krymskij Vestnik sadovodstva i vinodelija – Crimean Bulletin of Horticulture and winemaking. 1875, pp. 84–88 [in Russian] (*Клаусен Э. К.* Влияние мороза в феврале 1874 г. на растения в Императорском Никитском саду // Крымский Вестник садоводства и виноделия.1875. С. 84–88).

Klausen E. K. Chamaerops exelsa Fort. // Vestnik sadov., plodov. i ogorodnich – Bulletin of horticulture, fruit growing and vegetable gardening. 1882, no. 23, pp. 494. [in Russian] (*Клаусен Э. К.* Chamaerops exelsa Fort. // Вестник садов., плодов. и огороднич. 1882. № 23. С. 494).

Kolesnikov A. I. Decorative dendrology (Dekorativnaja dendrologija). Moscow, 1974. 704 p. [in Russian] (*Колесников А. И.* Декоративная дендрология. М., 1974. 704 с.).

Krasnov A N. Palms of Southern Colchis (Pal'my juzhnoj Kolhidy) // Russkie subtropiki – Russian Subtropics. 1912, no. 11, pp. 620–628 [in Russian] (*Краснов А. Н.* Пальмы южной Колхиды // Русские субтропики. 1912. № 11. С. 620–62).

Kulikov G. V. Tests of palms in Nikitsky Botanical garden // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 1985. Edition 58, pp. 26–31 [in Russian] (*Куликов Г. В.* Испытание пальм в Никитском ботаническом саду // Бюлл. Гос. Никитского ботан. сада. 1985. Вып. 58. С. 26–31).

Ljubimenko V. N. List of trees and shrubs cultivated in the Imperial Nikitsky Garden and having tehnical or ornamental significance (Spisok derev'ev i kustarnikov, razvodimyh v Imperatorskom

Nikitskom sadu i imejushhih tehnicheskoe ili dekorativnoe znachenie). Yalta, 1910. 122 p. [in Russian] (*Любименко В. Н.* Список деревьев и кустарников, разводимых в Императорском Никитском саду и имеющих техническое или декоративное значение. Ялта, 1910. 122 с.).

Ljubimenko V. N. Winter of 1910/1911 and damages caused by it at the Southern Coast of Crimea and some other localities in Southern Russia (Zima 1910/1911 gg. i prichinjonnye eju povrezhdenija sadovoj rastitel'nosti na Juzhnom beregu Kryma i v nekotoryh drugih mestnostjah juga Rossii // Zap. Imperatorskogo Nikitskogo botan. sada. Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 1914. Edition 6, pp. 1–90 [in Russian] (*Любименко В. Н.* Зима 1910/1911 гг. и причиненные ею повреждения садовой растительности на Южном берегу Крыма и в некоторых других местностях юга России // Зап. Императорского Никитского ботан. сада. 1914. Вып. 6. С. 1–90).

Mokrzheckij S. A. List of the rarer plants acclimatized at the summer house of A. L. Bertier de la Garde in Yalta (Spisok bolee redkih rastenij, akklimatizirovannyh na dache A. L. Bert'e-Delagarda v Jalte) // Izv. Tavrich. uchjon. arhivn. Komissii – News of the Tauric scientific archival commission. 1918, pp. 1–8 [in Russian] (*Мокржецкий С. А.* Список более редких растений, акклиматизированных на даче А. Л. Бертье-Делагарда в Ялте // Изв. Таврич. учен. архивн. комиссии. 1918. С. 1–8).

Odisharija K. Yu. Palm culture in Georgia (Kul'tura pal'm v Gruzii). Tbilisi, 1955. 131 p. [in Russian] (*Одишария К. Ю.* Культура пальм в Грузии. Тбилиси, 1955. 131 с.).

Palibin I. V. Palms – Palmae Juss. (Pal'my – Palmae Juss) // In: Flora of the USSR (Edit. V. L. Komarov). Vol. 3. Leningrad, 1935, pp. 46–477 [in Russian] (*Палибин И. В.* Пальмы – Palmae Juss. // В кн.: Флора СССР (под ред. В. Л. Комарова), Л., 1935. Т. 3. С. 464–477).

Prjahin M. I. Palms in Leninabad (Pal'my v Leninabade) // Bot. Zhurnal – Botanical Journal. 1960, vol. 45, no. 5. pp. 710–711 [in Russian] (*Пряхин М. И.* Пальмы в Ленинабаде // Ботан. журн. 1960. Т. 45. № 5. С. 710–711).

Saakov S. G., Shipchinskij N. V., Pilipenko F. S. Palmae Juss. – Palms (Palmae Juss. – Pal'my) // V kn.: Derev'ja i kustarniki SSSR – In: Trees and shrubs of the USSR (Edit. S. Ya. Sokolov). Moscow ; Leningrad, 1951. Vol. 2, pp. 56–85 [in Russian] (*Сааков С. Г., Шипчинский Н. В., Пилипенко Ф. С.* Palmae Juss. – Пальмы // В кн.: Деревья и кустарники СССР (под ред. С. Я. Соколова). М. ; Л., 1951. Т. 2. С. 56–85).

Saakov S. G. Results of introduction of palms at the territory of USSR (Itogi introdukcii pal'm na territorii SSSR) // Trudy Botan. in-ta AN SSSR. Ser. 6. Introdukcija rastenij i zeljonoe stroitel'stvo. – Materials of the Botanical Institute of the Academy of Sciences of the USSR. Ser. 6, 1952, edition 2, pp. 16–75 [in Russian] (*Сааков С. Г.* Итоги интродукции пальм на территории СССР // Труды Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 6. Интродукция растений и зеленое строительство. 1952. Вып. 2. С. 16–75).

Saakov S. G. Palms and their culture in the USSR (Pal'my i ih kul'tura v SSSR). Moscow ; Leningrad, 1954, 320 p. [in Russian] (*Сааков С. Г.* Пальмы и их культура в СССР. М. ; Л., 1954. 320 с.).

Strebkova A. Plantations of trees in the Peninsula of Apsheron // Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant-Breeding. 1931, vol. 27, iss 3, pp. 179–292 [in Russian] (*Стребкова А.* Культуры древесных пород на Апшеронском полуострове // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1931. Т. 27. Вып. 3. С. 179–292).

Fjodorov A. A. Results of four year culture of certain subtropical woody plants in Pre-Caspian subtropics (Itogi chetyrjohletnej kul'tury nekotoryh subtropicheskih drevesnyh porod v Prikaspijskih subtropikah) // Subtropiki. –

Subtropics. 1932, no. 2 (12), pp. 18–37 [in Russian] (*Фёдоров А. А.* Итоги четырёхлетней культуры некоторых субтропических древесных пород в Прикаспийских субтропиках // Субтропики. 1932. № 2 (12). С. 18–37).

Zabel E. N. Ornamental plants and shrubs of the Imperial Nikitsky Garden at the Southern Coast of Crimea with indication of a reproduction method and their care (Dekorativnye derev'ja i kustarniki Imperatorskogo Nikitskogo sada na Juzhnom beregu Kryma s ukazaniem sposoba razmnozhenija i uhoda za nimi). Prilozhenie k Krymskomu Vestniku sadovodstva i vinodelija za 1979 g. Simferopol', Tavr. Gub. Tipografija – Supplement to the Crimean Bulletin of horticulture and winemaking for 1879. Simferopol : Tauric Provincial printing house, 1879, 156 p. [in Russian] (*Цабель Е. Н.* Декоративные деревья и кустарники Императорского Никитского сада на Южном берегу Крыма с указанием способа размножения и ухода за ними // Приложение к Крымскому Вестнику садоводства и виноделия за 1879 г. Симферополь : Тавр. Губ. типография, 1879. 156 с.).

Vazhov V. I., *Antjufeev V. V.* Assessment of micro-climate of the territory of Nikitsky Botanical Garden // Materials of Nikitsky Botan. Garden. 1984, vol. 93, pp. 118–127 [in Russian] (*Важов В. И.*, *Антюфеев В. В.* Оценка микроклимата территории Никитского ботанического сада // Труды Никитского ботан. сада. 1984. Т. 93. С. 118–127).

Maksimov A. P., *Vazhov V. I.* Frost resistance of palms at the Southern Coast of Crimea // Collection of research papers of Nikitsky Botanical Garden. 1988, vol. 106, pp. 63–75 [in Russian] (*Максимов А. П.*, *Важов В. И.* Морозостойкость пальм на Южном берегу Крыма // Сб. научн. Трудов Никитского ботан. сада. 1988. Т. 106. С. 63–75).

Drude O. Palmae // In: Engler A., Prantl K. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Vol. 2. Abt. 3. 1887, pp. 1–93.

Drude O. Palmae. In: Engler A., Prantl K. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Vol. 2. Abt. 4. 1897, pp. 49–58.

Mc Currach J. C. Palms of the world. New York, 1960, 290 p.

Mowry H. Native and exotic palms of Florida // Bull. Florida Agric. Exp. Sta. 1931, no. 228, pp. 1–71.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-63-76
УДК 621.383; 621.472;
634.651; 616.-073-756.8

А. М. Пенджиев

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт
744001, Туркменистан, Ашхабад, Б. Аннанова 1,
e-mail: ampenjiev@rambler.ru

Ключевые слова:
аридная экосистема, биотехнологические особенности, хохоба, микроклимат, солнечная теплица, интродукция, Туркменистан.

Поступление:
22.12.2017

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ХОХОБЫ (JOJOBA) В УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА

Актуальность. Изучение возможности выращивания культуры хохоба (jojoba) для освоения пустыни Каракумы, улучшения кормовой базы пастбищ, закрепления подвижных песков и получения биологических активных соединений для медицинской и косметической промышленности является актуальным. **Результаты и выводы**. Описаны биотехнологические особенности, происхождение и распространение растения, свойства и состав масла из плодов хохобы**.** Приведены результаты выращивания хохобы, полученные в условиях солнечной теплицы. Установлены эмпирические зависимости из составленных уравнений теплового, материального баланса по температуре, влажности, испарению с поверхности воды и почвы в течение года. На основании опытно-экспериментальных данных и результатов расчета можно констатировать, что в Туркменистане в условиях аридной экосистемы можно выращивать хохобу. Интродукция ценной технической культуры имеет важное значение для развития экономики страны, как в освоении пустынь, так и в увеличении кормовой базы животных, а также в получении ценного сырья для многих отраслей промышленности.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-63-76

A. M. Penjiyev

Turkmen State Institute of Architecture and Construction,
1, B. Annanow St., Ashgabat,
744032, Turkmenistan,
e-maıl: ampenjiev@rambler.ru

Key words:
arid ecosystem, biotechnological features, jojoba, microclimate, solar hothouse, cultivation, introduction, Turkmenistan.

Received:
22.12.2017

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

EXPERIENCE GAINED IN CULTIVATING INDUSTRIAL JOJOBA IN THE ENVIRONMENTS OF TURKMENISTAN

Background. Studying the possibilities of jojoba cultivation for the development of the Kara-Kum Desert, improvement of the feeding reserves in pastures, quick sand fixation, and production of bioactive compounds for the medical and cosmetic industries is a vital problem. **Results and conclusion.** Biotechnological features, origin and distribution of the crop, the properties and structure of oil from jojoba fruits are described**.** Empirical dependences have been found under the conditions of a solar hothouse from the produced equations of thermal and material balances in temperature, humidity, and evaporation from a water or soil surface in 10-days periods within a year. On the basis of experimental data and calculation results, is may be ascertained that it is possible to cultivate jojoba in the environments of an arid ecosystem in Turkmenistan. The introduction of this new valuable crop is very important to the national economy, and may help to develop deserts, expand the feeding reserves for animals, and produce useful raw materials for many industries.

Введение

Президент Туркменистан Гурбангулы Бердымухамедов придает особое значение решению проблем деградации земель, мероприятиям по мониторингу опустынивания, рациональному использованию и улучшению пастбищ, разведению и восстановлению лесов, закреплению и облесению подвижных песков, рациональному использованию и мелиорации орошаемых земель, развитию приоритетных научно-технических направлений. Проблему освоения закрепления и облесения подвижных песков можно решить путем привлечения засухоустойчивых сельскохозяйственных культур, таких как хохоба. Интродукция этой культуры имеет важное значение для развития экономики страны, как в освоении пустынь, так и в увеличении кормовой базы животных, а также в получении ценного сырья для многих отраслей промышленности.

Хохоба (Жожоба; Jojoba; Китайский буксус) – неприхотливый к условиям произрастания и климату кустарник-долгожитель *Simmondsia chinensis* (Link.) Scneider (Симондсия китайская), родиной которого является расположенная на территории американо-мексиканской границы пустыня Сонора (Jermanos, 1979).

Масло из плодов хохобы завоевало огромную популярность в современной медицине и косметологии благодаря своему уникальному биохимическому составу. История его использования насчитывает более двух тысячелетий. По письменным свидетельствам испанских монахов-миссионеров, посетивших Америку в XVII – XVIII веках, индейцы весьма разнообразно применяли этот натуральный продукт: в магических ритуалах, в качестве бальзама для кожи и волос, средства для дезинфекции и быстрого заживления язв, ран и ожогов. Вкусные семена использовались в салатах для замены маслин, а в жареном виде – в различных напитках. Жидкое золото – так несколько веков назад индейцы Аризоны и Мексики называли это масло.

Тщательное изучение косметических свойств масла было проведено лишь в начале 70-х годов XX века, а уже в 1977 году хохобу впервые начали культивировать в Израиле, а позже и в США. На сегодняшний день мировое производство масла хохобы составляет более 3400 т в год. Основными производителями этого ценного косметического продукта являются Мексика, США, Австралия, Коста-Рика, Израиль и Парагвай. Плантации хохобы также существуют в таких странах как Египет, Аргентина и Перу.

В наше время этот уникальный растительный продукт имеет большое значение как заменитель спермацета, получаемого из головы кашалота, запрет применения которого в косметологии введен с 1971 г. Химический состав и свойства масла хохобы и спермацета сходны, оба продукта очень устойчивы к окислению (прогорканию), что и делает их идеальным сырьем для изготовления косметики.

Масло хохобы довольно активно используется в производстве смазочных и пластиковых материалов, а также в фармацевтической промышленности.

Жмых, который остается в ходе получения масла, в ограниченном количестве используют в комбикормовой промышленности, так как он содержит белок и вещество, которое подавляет аппетит (Bayramov et al., 1980; Rybakova et al., 1985; Kurbanov, Kurbanova 1986; Rybakova, Penjiyev, 1996; Penjiyev, 1997).

В Туркменистане работы по изучению хохобы начались с 80-х гг. прошлого века (Bayramov et al., 1980; Rybakova et al., 1985; Kurbanov, Kurbanova 1986; Rybakova, Penjiyev, 1996; Penjiyev, 1997). Тщательное изучение морфологии и биологии размножения хохобы, в том числе и в Туркменистане, проводилось и сотрудниками ВНИИР имени Н. И. Вавилова (ныне Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР): Ю. М. Ким, Е. Е. Талаловой, Н. К. Лемешевым, Е. В. Андроновой, Ч. Ж. Елдашевым, М. Г. Агаевым, Е. А. Кортышевой (Kim,

Talalova, 1989; Lemeshev, Kim, 1989; Andronova, Eldashev, 1991; Agaev, Kortysheva, 1991).

Целью исследования является определение возможности выращивания культуры хохобы в условиях Туркменистана.

Биологическая характеристика хохобы *Simmondsia chinensis* (Link.) Scneider (Симондсия китайская)

Краткое морфологическое описание растения

Хохоба – двудомный сильно ветвистый вечнозеленый кустарник 1–2 (3) м высотой. Листья сидячие, супротивные, цельные, без прилистников (рис. 1). Цветки мелкие, безлепестные, однополые: мужские несут 10–12 тычинок, женские – пестик из трех плодолистиков с тонкими опадающими столбиками, которые по всей своей длине усажены сосочками. Цветение происходит весной после влажного осенне-зимнего сезона. Завязь верхняя, с одним семязачатком в каждом из трех гнезд. Плод – трехгранная коробочка, вскрывающаяся вдоль спинок гнезд (локулицидная). В мясистых семядолях семян имеется значительное количество жидкого воска (эфиров жирных кислот и спиртов), который больше нигде в растительном мире неизвестен. Корневая система глубокая (до 25 и более м), что позволяет растениям выдерживать экстремальные суточные колебания температуры. Продолжительность жизни около 200 лет.

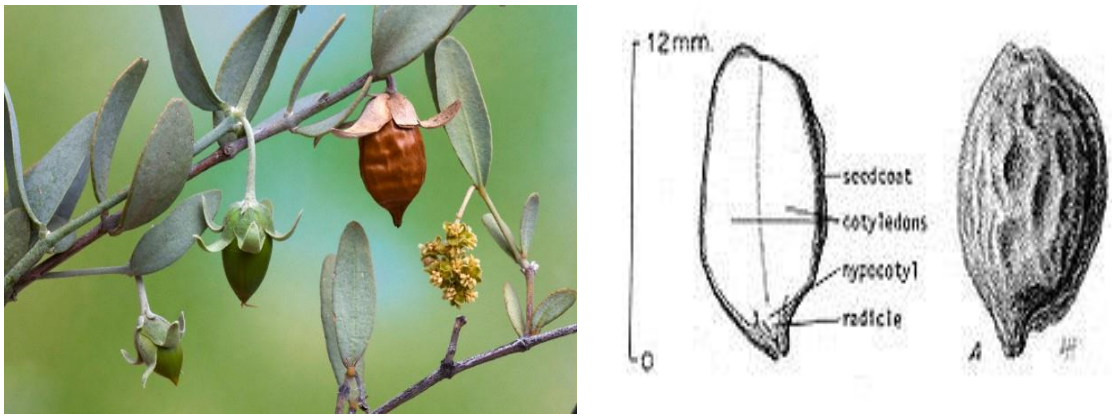


Рис. 1. Куст с листьями плодами и строение семени хохоба
Fig. 1. A shrub with leaves and fruits, and the structure of a jojoba seed

Фармакологические свойства и состав масла хохобы.

Этот продукт является идеальным средством для ухода как за кожей, так и волосами любого типа. Маслу хохобы свойственна тонкая текстура, высокая проникающая способность, при нанесении на волосы или кожу оно полноценно впитывается и вовсе не оставляет жирных следов. Его рекомендуют для повседневного ухода за мягкой и нежной кожей малышей при сыпи или опрелостях; за тонкой кожей вокруг глаз, за бровями и ресницами, потрескавшимися и обветренными губами. Регулярное использование масла способствует регенерации дряблой и уставшей кожи и устранению морщин. Оно эффективно при рубцах и растяжках после беременности, трещинах и мелких травмах, угревой сыпи и солнечных ожогах, способно смягчать зуд и болезненные проявления при псориазе, дерматитах и экземе. Масло хохобы полезно для ломких и окрашенных волос (Penjiyev 1996; Penjiyev, 1997).

Масло хохобы, по сути, является жидким воском, который получают методом

холодного прессования из семян, содержащих в себе не менее 50% этого ценного продукта. Золотисто-желтое прозрачное масло хохобы при комнатной температуре представляет собой густую, практически не обладающую запахом жидкость. Ниже 0 градусов по Цельсию масло застывает, теряет прозрачность и превращается в воскообразную пасту (температура плавления около +10°С).

В отличие от других растительных масел, масло хохобы не содержит триглицеридов, характеризуется высоким содержанием длинноцепочечных восковых эфиров, большинство которых образованы мононенасыщенными Омега-9 линейными жирными кислотами и Омега-9 мононенасыщенными линейными жирными спиртами (именно эта биохимическая особенность масла хохобы обуславливает его легкую нежирную текстуру).

Также высока концентрация витамина Е оказывает противовоспалительное действие, стимулирующее естественную регенерацию клеток кожи, обладает влагоудерживающим свойством, что и обусловливает устойчивость масла хохобы к окислению. Именно благодаря этому витамину, препятствующему преждевременному старению, эффективному в борьбе со свободными радикалами, масло хохобы позволяет сохранить на долгие годы свежесть и молодость кожи. Стоит отметить, что на стойкость масла хохобы к окислению влияет не только высокое содержание витамина Е, но и значительное количество церамидов.

Способность масла хохобы придавать коже упругость и эластичность в значительной степени связана с присутствием в составе этого продукта особого протеина, очень напоминающего по своим свойствам фибриллярный белок кожи – коллаген.

Жидкий воск применяют для медицинских целей, в частности, для восстановления волос. В настоящее время из уникального жидкого воска хохобы производят трансформаторное масло, смазочные материалы для различных машин и механизмов, в том числе для автомобильной, военной, космической техники, так же авиационной промышленности. Его применяют для производства пластиков и косметических продуктов. Но наибольшее значение жидкий воск хохобы имеет для замены спермацетового масла.

В жирнокислотном составе масла лидирующие позиции занимают докозагексаеновая Омега-3 кислота, гадолеиновая (65–80%), эруковая (10–22%) и олеиновая (5–15%) жирные кислоты. Низкий процент имеют нервоновая (до 3,5 %), пальмитиновая (до 3 %), пальмитолеиновая (до 1%), бегеновая (1%) и другие (до 3%). Кроме того, масло содержит эфиры жирных кислот, аминокислоты, коллаген, витамин Е.

Физико-химические характеристики масла хохобы, которые определяют его качество: плотность (при 25°С) – 0,86–0,87 г/см^3; точка плавления – 6,8–7,0°С; точка кипения (при 757мм рт. ст.) – 389°С; йодное число – 82; число омыления – 92; не омыляемая компонента – 51%; кислотное число – 2; переоксидное число – 1,0.

Еще одна особенность масла хохобы – его чрезвычайная стабильность при повышенных температурах. При нагреве до 370°С в течение 96 часов не произойдет никаких необратимых изменений в общей композиции и длине углеродной цепи (Penjiyev 1996; Penjiyev 1997).

Выращивание хохобы в Туркменистане

Опыт выращивания.

Исследования по выращиванию хохобы проводились в Ашхабаде на экспериментальной базе НПО «ГУН». Здесь были разработаны и построены различные типы гелиокультивационных сооружений: теплицы с грунтовым аккумулятором тепла; гелиотеплица с автономным энергообеспечением; гелиотеплица с замкнутым влагооборотом; гелиотеплица с биоаккумулятором тепла; гелиотеплицы траншейного типа; гелиотеплицы блочные типа (пленочные, стеклянные), ангарные, малогабаритные, подземные и так далее (Penjiyev 1996; Penjiyev 1997; Penjiyev, 2001; Penjiyev, 2012; Rybakova, Ataev, 1985).

Исследования по выращиванию хохобы проводились в культивационном сооружении с автономным энерговодообеспечением (схема приведена на рис. 2), которое предназначено для выращивания сельскохозяйственных растений в регионах, где отсутствуют источники пресной воды (пустынная зона, морское побережье пустынь), для использования в южных районах с дефицитом поливной и пресной воды. Это гелиосооружение представляет теплицу с аккумулятором тепла, гелиоопреснитель и осадкосборная площадка (внешняя наклонная поверхность грунтовой насыпи и дорожки вокруг тепличных блоков асфальтируются и используются для сбора атмосферных осадков). С южной стороны внутри гелиотеплицы по всей длине расположен солнечный опреснитель (15% площади теплицы), который вырабатывает пресную воду и одновременно выполняет роль аккумулятора тепла (Bayramov et al., 1980; Rybakova et al., 1985).

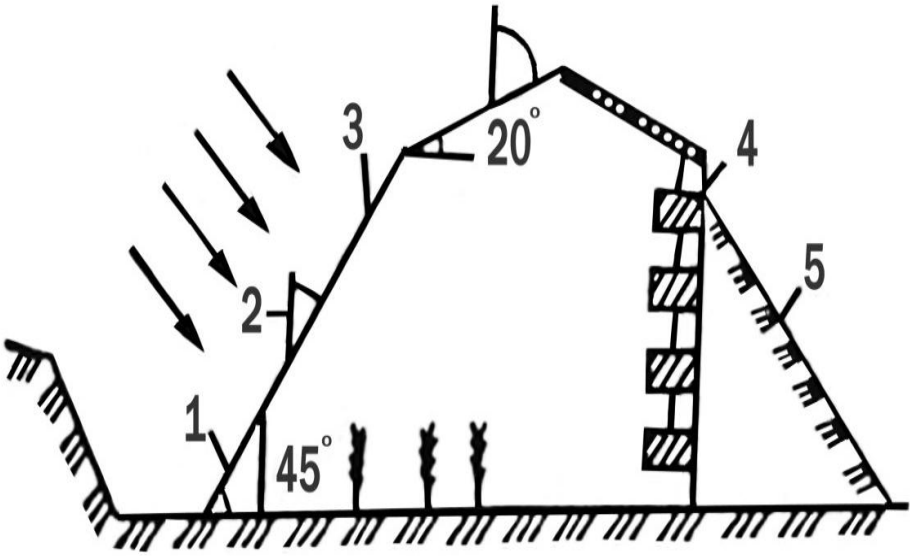


Рис. 2 Гелиотеплица с автономным энерговодообеспечением:
1 – опреснитель; 2 – форточки для проветривания; 3 – остекление; 4 – полки для рассады; 5 – грунтовая насыпь (с тыльной стороны)
Fig. 2. A solar hothouse with independent power water delivery:
1 – desalter; 2 – vents for airing; 3 – glass cover; 4 – shelves for sprouts (also heat accumulator); 5 – soil embankment at the backside

В ходе исследования рассматривались экспериментальные и теоретические вопросы водно-энергетических характеристик солнечной теплицы. В результате установлен ряд эмпирических зависимостей, которые позволяют определить формирование физических параметров воздуха, протекание процессов испарения и конденсации в объеме сооружения, водообеспеченность и нормы полива растений.

Для аналитического исследования водно-энергетических характеристик теплицы с автономным энергообеспечением составлены уравнения теплового баланса, по влажности воздуха и почвы, и совместно решены для условий солнечной теплицы. На рисунке 3 представлены схема тепло/масса обмена теплицы с аккумулятором тепла, гелиоопреснитель и осадочная площадка. На основании схемы материального баланса составлены балансовые уравнения. Ниже представлены основы балансового уравнения и их решения в конечном виде (***принятые в тексте условные обозначения и индексы приведены в конце статьи перед списком литературы***).

Уравнения теплового баланса:

$$I_п F_п + I_р F_р + I_с F_с - Q^к_н - Q^л_н - Q^i_в - Q^i_р - Q^i_с - Q^i_р - Q^i_с - Q^{тп}_п - Q^в = 0 \qquad (1).$$

Уравнение материального баланса по влаге для паровоздушного пространства теплицы можно записать в виде:

$$Е^п - Т - Е^с - Е^{ак} + Д_{пр} - Д_{пр} - П^п - П^с - П^{ак} = 0 \qquad (2).$$

Уравнение водного баланса почвы для случая установившейся предельно-полевой влагоемкости почвы:

$$W^{СН} - W^{СК} = Е^п + Т_0 - П^п \qquad (3).$$

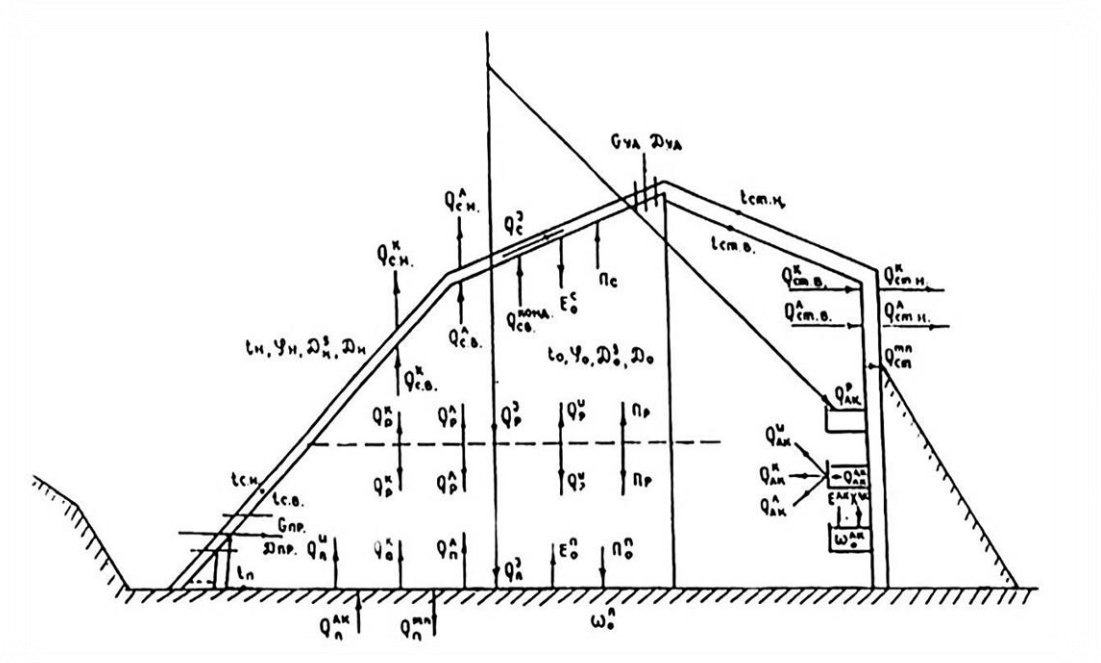


Рис. 3. Схема расчета тепло- и массообмена в солнечной теплице
Fig. 3. Calculation scheme of heat and mass exchange in a solar hothouse

Аналогичный вид будет иметь уравнение водного баланса для грунтового аккумулятора тепла:

$$W^{ан} - W^{ак} = E^{ак} - П^{ак} \quad (4).$$

Водообеспеченность данной теплицы представлена в виде:

$$G_а^{об} = \left(1 + \frac{Д}{В}\right)\left(G_н^{ос} + G_{су}^{кон}\right) - \left(10\sum_{n=1}^{36} G_а^{си} + \sum_{n=1}^{36} G_а^{вод.и}\right) F_а^{ор} \quad (5).$$

Общее уравнение водного баланса, как для воздушного пространства теплицы, так и для рассматриваемого слоя почвенного массива теплицы примет вид:

$$W^{ск} - W^{ак.к} = (W^{сн} - W^{ск}) - G/\gamma^{в}(\varphi_{о} Д^{s} - \varphi_{н} Д^{s}) \quad (6).$$

Как видно из уравнения (6), изменение влажности почвы и грунта аккумуляторов по времени зависит от начальных запасов влажности, физических параметров воздуха внутри и снаружи теплицы и интенсивности воздухообмена. В данном случае изменение влажности почвы и грунта аккумулятора происходит за счет испарения. Следовательно, уравнение (6) примет вид:

$$E = G/\gamma^{в}(\varphi_{о} Д^{s}) \quad (7).$$

Полученные эмпирические результаты.

Решив эти балансовые уравнения (1 – 7) и обработав статистически на ЭВМ полученные экспериментальные данные, были установлены эмпирические зависимости, которые позволяют определить и прогнозировать по сезонам в течение года.

Из полученных эмпирических зависимостей и составленных уравнений теплового баланса по температуре, влажности, материального испарения с поверхности воды и почвы средние декадные в течение года составляют следующие параметры:

Температура воздуха

$$T = 20{,}3 - 4{,}1\sin 10n - 9{,}0\cos 10n + 0{,}85\sin 20n - 0{,}1\cos 20n \quad (8);$$

Относительная влажность воздуха

$$\psi = 67{,}2 - 8{,}7\sin 10n - 13{,}56\cos 10n + 2{,}23\sin 20n - 1{,}38\cos 20n \quad (9);$$

Суточное значения среднедекадных изменений интенсивности испарения с поверхности почвы в гелиотеплице:

$$E^{п} = 2{,}55 - 0{,}5255\sin 10n - 1{,}14755\cos 10n + 0{,}187\sin 20n - 0{,}0425\cos 20n \quad (10);$$

С поверхности воды:

$$E^{в} = 2{,}06 - 0{,}63\sin 10n - 1{,}35\cos 10n + 0{,}31\sin 20n \quad (11);$$

Суммарное испарение:

$$E^{c} = 2{,}33 - 0{,}6242\sin 10n - 1{,}8266\cos 10n + 0{,}1255\sin 20n - 0{,}016\cos 20n \quad (12).$$

С помощью этих расчетных данных можно определить нормы полива для любого периода года (Bayramov, Rybakova, 1980; Rybakova, Ataev, 1985; Kurbanov, Kurbanova 1986; Penjiyev 1997; Rybakova, Penjiyev 1996;).

С помощью полученных эмпирических зависимостей можно достаточно точно определить норму полива для любого периода года (см. рис. 3).

Оросительную норму можно (М) определить по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^{i\,max} m + \sum_{i=1}^{i\,\max w} E \qquad (13).$$

Результаты расчета нормы полива по декадам приведены в таблице 1.

Таблица 1. Нормы полива по декадам года
Table 1. Norms of watering for 10-day periods in a year

Номер декады	M_0 (мм)	$E_0^в$ (мм)
1 – 12	140	0,33
12 – 16	140	1,28
16 – 19	140	2,46
19 – 23	140	2,80
23 – 27	140	2,66
27 – 36	120	0,33

Примечание. Например, с 1 по 12-ю декаду оросительная норма равна:
М = 140 мм+0,33 мм.

Рассчитав по формуле (5) водообеспеченность для побережья Каспийского моря, получили:

$$G^{ов} – [(85500+9500)(1+1,5/14)] – (10*82,17+11,72)*82 = 36825 \text{ л/год} \quad (14).$$

Следовательно, 36825 л/год воды, полученной в результате сбора атмосферных осадков и дистиллята, с учетом мобилизованной воды, достаточно для полива саженцев хохобы и других сельскохозяйственных культур. Этот расчет относится к бороздному методу полива. Конечно, применение капельного способа полива даст значительную экономию поливной воды (Bayramov, Rybakova, 1980; Rybakova, Ataev, 1985; Kurbanov, Kurbanova 1986; Rybakova, Penjiyev 1996; Penjiyev 1997).

Была также изучена скорость суммарного испарения с поверхности воды в гелиотеплице по закону Дальтона.

Получена энергетическая зависимость для расчета $E^в$ для случаев, когда вентиляционные форточки закрыты (1), или открыты (2):

$$E^в = 0,87\ n\ (P^{BS} – P^{20})760/\ P^б \qquad (15);$$
$$E^в = 0,74\ n\ (P^{BS} – P^{20})760/\ P^б \qquad (16).$$

Формирование температурно-влажностного режима как воздушного пространства, так и почвенного массива теплицы, и протекание процесса испарения тесно связаны с поступлением солнечной радиации внутрь теплицы. Этот фактор особенно важен в гелиотеплицах, где солнечная энергия является единственным источником тепла.

Найдена зависимость между суммарным испарением и солнечной радиацией в условиях гелиотеплицы:

$$E = 1{,}469\ 10^{-3} \int_{\tau_6}^{\tau_п} Q_6^i\ dt - 1.16 \qquad (17).$$

С помощью формулы (17), зная сумму солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность в течение дня в любое время года, можно определить суточное значение суммарного испарения в гелиотеплице, что дает возможность установить нормы и периоды поливов (рис. 4) в рассматриваемое время года.

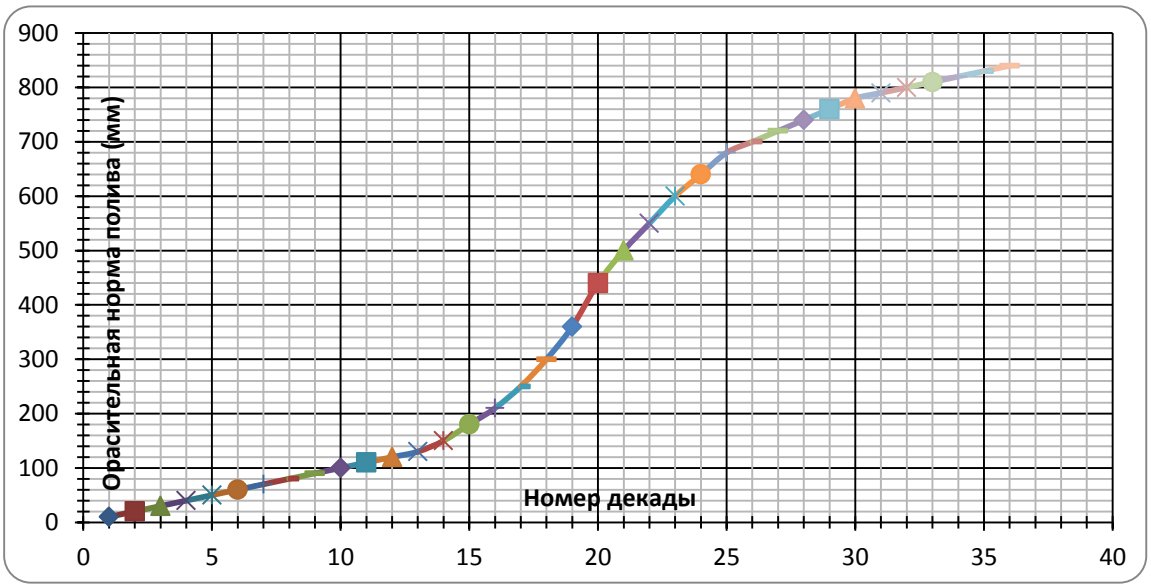


Рис. 4. Номограмма для определения периода полива по декадам
Fig. 4. Nomogram to define the time of watering in 10-day periods of a year

Регрессивная зависимость нормы полива по декадам года равна:
$y = 28{,}965x - 136{,}97$;
$R^2 = 0{,}9469$.

Обсуждение результатов

Агротехника. Весной в полиэтиленовые мешочки с грунтом (хорошо удобренная почва) были высеяны семена хохобы на глубину 1–2 см. Через месяц появились всходы. Когда они достигли 30–50 см высоты, их пересадили в теплицу с автономным энергообеспечением. Расстояние между сеянцами около 1 м. Растения в летний период поливали часто (два-три раза в неделю. Анализ водной вытяжки приведен в таблице 1 (Penjiyev 1996; Penjiyev 1997; Penjiyev 2001; Penjiyev 2012; Penjiev, 2000).

Хохоба хорошо реагирует на удобрения. При подкормке азотными и фосфорными удобрениями значительно ускоряется ее рост и развитие. Анализ питательных веществ приведен в таблице 2. Температурно-влажностный режим в теплице наблюдали в течение нескольких лет. За период исследований максимальная температура летом достигала 55,3°С, минимальная зимой – 11,8°С; максимальная влажность была 99.8%, минимальная – 10,4%. Полив первые два-три года в теплице проводили строго по полученным расчетам из эмпирической формулы для норм полива и межполивных периодов.

Таблица 2. Анализ питательных веществ в почве гелиотеплицы
Table 2. Analysis of nutrients in the soil of a solar hothouse

Глубина, см	Гумус, %	Подвижные формы, м²/кг		pH	Общая щелочность, %	Хлор, %	Сухой остаток, %	Обеспеченность питательными элементами		
		P_2O_2	K_2O					Фосфором	Гумусом	Калием
0–10	0,84	156,0	342,0	8,1	0,032	0,024	0,162	Очень высокая	Средняя	Средняя
10–20	0,78	78,0	216,0	9,0	0,032	0,018	0,108	Очень высокая	Низкая	Низкая
20–30	0,64	48,0	180,0	8,2	0,029	0,014	0,124	Высокая	Низкая	Низкая
30–40	0,54	46,5	140,0	7,9	0,034	0,021	0,115	Высокая	Низкая	Очень низкая
40–50	0,78	40,0	130,0	8,1	0,029	0,018	0,162	Средняя	Низкая	Очень низкая

На третий-четвертый год растения (женские особи) вступили в фазу плодоношения. С одного деревца был собран урожай семян весом 0,7 кг. При посадке необходимо учитывать, что на каждые пять-семь женских экземпляров нужно иметь один мужской (Bayramov et al., 1980; Rybakova et al., 1985;Kurbanov, Kurbanova 1986; Rybakova, Penjiyev 1996; Penjiyev 1997; Penjiyev 2000; Penjiyev, 2012).

Мелиорация. Полив саженцев хохобы осуществляли за счет сбора атмосферных осадков и выработанного солнечным опреснителем дистиллята. Анализ водной вытяжки почвы в солнечной теплице приведен в таблице 3. Общая площадь сбора осадков в данном случае равна 500 м^2, с нее за год было собрано 85 500 л воды. Годовая производительность составила 9500 л дистиллята. Таким образом, общее количество воды, получаемой в результате опреснения за счет солнечной энергии и сбора атмосферных осадков, составит 95 000 л. Но для полива растений требуется вода с минерализацией 1–2 г/л, поэтому перед поливом в дистиллят вносят минерализованную воду, чтобы получить поливную воду. Таким образом увеличивается общее количество запаса воды для полива. Годовая оросительная норма для хохобы 80 267 л.

Таблица 3. Анализ водной вытяжки почвы в гелиотеплице
Table 3. Analysis of a water extract in the soil of a solar hothouse

Глубина, см	HCO		Cl		SO		Ca		Mg		Na+K		Тип засоления
	%	М-экв	%	М-экв	%	М-экв	%	М-экв	%	М-экв	%	М-экв	
0–10	0,02	0,32	0,178	5,0	0,169	3,51	0,065	3,24	0,003	0,22	0,124	5,37	Сульфатно-хлоридный
10–20	0,02	0,32	0,156	4,40	0,217	4,52	0,115	5,74	0,004	0,33	0,073	3,17	Хлоридно-сульфатный
20–30	0,017	0,28	0,149	4,20	0,175	3,64	0,075	3,74	0,004	0,33	0,093	4,05	Сульфатно-хлоридный
30–40	0,021	0,34	0,135	3,80	0,147	3,06	0,05	2,50	0,001	0,08	0,106	4,62	Сульфатно-хлоридный

Глубина, см	HCO		Cl		SO		Ca		Mg		Na+K		Тип засоления
	%	М-экв	%	М-экв	%	М-экв	%	М-экв	%	М-экв	%	М-экв	
40–50	0,021	0,34	0,085	2,40	0,116	2,42	0,05	2,50	0,003	0,22	0,056	2,44	Хлоридно - сульфатный
50–60	0,08	0,3	0,085	2,40	0,35	7,28	0,045	2,25	0,001	0,08	0,176	7,65	Хлоридно - сульфатный

Если сопоставить количество опресненной воды после добавления минерализованной с годовой оросительной нормой, то увидим, что данная конструкция солнечной теплицы полностью обеспечивает полив хохобы, выращиваемой в ней в течение года, кроме того, еще останется 24 911 л воды, которая может быть использована для увлажнения грунтовых аккумуляторов гелиотеплицы (методом капельного полива саженцев).

Результаты. Основная масса (90%) корневой системы саженцев находятся в грунтовом слое почвы от 0 до 0,5 м. Для данной почвы (светлый серозем; объем 0,4 м^3) количество воды будет равно 111 л. Из расчета эмпирических формул можно установить годовую оросительную норму для саженцев хохобы в условиях гелиотеплицы. Для площади 120 м^2 годовая опреснительная норма равна 99 004 л.

С помощью полученных эмпирических формул (1 – 5) определили, что норма полива составляет 971,72 мм на 1 м^2. Но следует отметить, что при опытно-экстремальных условиях хохоба выдержала длительную почвенную засуху (Bayramov et al., 1980; Rybakova et al., 1985; Kurbanov, Kurbanova 1986; Rybakova, Penjiyev 1996; Penjiyev 1997; Penjiyev 2000).

Заключение

На основании опытно-экспериментальных данных и результатов расчета можно констатировать, что в Туркменистане в условиях аридной экосистемы можно выращивать хохобу повсеместно в условиях закрытого и открытого грунта. Интродукция технической культуры хохобы будет имеет важное значение для развития экономики страны, как в освоении пустынь, так и в увеличении кормовой базы животных, а также в получении ценного сырья для многих отраслей промышленности.

Обозначения, принятые в тексте:

E – скорость испарения (мм/сут.);
Д – абсолютная влажность воздуха (кг/м^3);
W – влажность почвы (мм);
Q – тепловой поток (Вт/м^2);
S – площадь (м^2);
G – воздухообмен (кг/ч);
I – интенсивность солнечной радиации (Вт/м^2);
T – температура воздуха (^{o}C);
P – парциальное давление (мм. рт. ст);
B – водообеспеченность (л/год);
П – конденсация (мм/сут);
τ – время (ч);
φ – относительная влажность воздуха (%);
n – номер декады;
M – относительная норма полива (мм);
Ш – норма полива (мм);
T_o – транспирация (мм/сут)

Индексы:

∑ – суммарная,
п – почва,
с – стекло,
ак – аккумуляторы,
в – воздух,
р – растения,
к – конвекция,
л – лучистый,
т.п. – теплопотери,
пр – приточный,
сн – начальное количество влаги в почве,
ск – конечное количество влаги в почве,
ос – осадки,
кон – конденсация,
си – сумма испарений,
и – испарения,
ор – орошаемое,
s – насыщение паров,
н – наружное,
о – внутри теплицы,
ср – среднее,
п – номер декады,
б – барометрическое,
вод – вода,
су – солнечная установка,
уд – удаляемое,
вз – влажность завядания.

References/Литература

Bayramov R., Rybakova L. E. et all. Experimental researches temperature – humidity of a mode and evaporation in a solar hothouse // Izv. AN TSSR, ser. FTHiGN. Ashkhabad : Izd-vo “Ylym”, 1980, no. 1, pp. 29–34 [in Russian] *(Байрамов Р., Рыбакова Л. Е.* и др. Экспериментальные исследования температурно-влажностного режима и испарения в гелиотеплице // Изв. АН ТССР, сер. ФТХиГН. Ашхабад: Изд-во «Ылым», 1980. № 1. С. 29–34).

Kurbanov N. G., Kurbanova G. G. The quantitative description of temperature modes constructions warmed on solar heating // TurkmenNIINTI. Ashkhabad, 1986, 60 p. [in Russian] (*Курбанов Н. Г., Курбанова Г. Г.* Количественное описание температурных режимов культивационных сооружений, обогреваемые на солнечном обогреве // ТуркменНИИНТИ. Ашхабад, 1986. 60 с.)

Penjiyev A. M. Research a commercial crop jojoba in the conditions of an arid zone of Turkmenistan// Ashkhabad: Arid ekosistes, 2002, vol. 8, no. 17, pp. 56–63 [in Russian] (*Пенджиев А. М.* Исследование интродукции технической культуры хохоба в условиях аридной зоны Туркменистана // Аридные экосистемы. 2002. Т. 8, №17. С. 56–63).

Penjiyev A. M. Cultivation experience in the conditions *jojoba* of an arid zone // Problems of desert development. 1997, no. 6, pp. 86–92 [in Russian] (*Пенджиев А. М.* Опыт возделывания хохобы в условиях аридной зоны // Проблемы освоения пустынь. 1997. № 6. С. 86–92).

Penjiyev A. M. The agricultural technician of cultivation of a melon tree (*Carica papaya* L.) in the conditions of the protected ground in Turkmenistan // Abstract on competition of a scientific degree the doctor of sciences, Moscow, 2000, 54 p. [in Russian] (*Пенджиев А. М.* Агротехника выращивания дынного дерева (*Carica papaya* L.) в условиях защищенного грунта в Туркменистане // Автореф. дис. ... канд. технич. наук. М., 2000. 54 с.).

Penjiyev A. M. Mathematical modelling of warmly technical calculations of a microclimate and agroclimatic division into districts solar hothouse // The international scientific magazine “Geliotehnika”. Tashkent, 2001, no. 3, pp. 53–63 [in Russian] (*Пенджиев А. М.* Математическое моделирование теплотехнических расчетов микроклимата и агроклиматическое районирование гелиотеплицы // Междун. научн. журн. «Гелиотехника». Ташкент, 2001. № 3. С. 53–63).

Penjiyev A. M. Environmental problems of

development of deserts // LAP LAMBERT Academic Publishing, Germaniya, 2014, 226 p.

Rybakova L. E., *Ataev P. Ch.* Operation of solar hothouses // TurkmehNIINTI, Ashkhabad, 1985, 30 p. [in Russian] (*Рыбакова Л. Е., Атаев П. Ч.* и др. Эксплуатация солнечных теплиц. // ТуркменНИИНТИ, Ашхабад, 1985. 30 с.).

Rybakova L. E., *Penjiyev A. M.* Mathematical model of calculation of a temperature mode of sheet in conditions trench hothouses // Izv. AN TSSR, ser. FTHiGN. Ashkhabad: Izd-vo "Ylym", 1996, no. 2. pp. 23–29 [in Russian] (*Рыбакова Л. Е., Пенджиев А. М.* Математическая модель расчета температурного режима листа в условиях траншейной теплицы / /Изв. АН ТССР, сер. ФМТХиГН. 199., № 2. С. 23–29).

Penzhiev A. M. Experience gained in cultivaning jojoba under arid zone conditions // Problems of desert development, allerton press, Inc. New-York, 1997, no. 6, pp. 83–87.

Penzhiev A. M. Ecoenergy resources of greenhouse facilities in the arid zone // Problems of desert development, allerton, Inc. New-York, 1998, no. 5, pp. 79–85.

Kim Yu. M., Talalova E. E. Simmondsia –a new industrial crop // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding. 1989, vol. 125, pp. 9–15 [in Russian] (*Ким Ю. М., Талалова Е. Е.* Хохоба – новая техническая культура // Сб. трудов по прикл. бот., ген. и сел. 1989. Т. 125. С. 9–15).

Lemeshev N. K., Kim Yu. M., Talalova E. E. Vegetative reproduction of *Simmondsia chinensis* (Link.) Schneider // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding. 1989, vol. 125, pp. 15–18 [in Russian] (*Лемешев Н.* К., *Ким Ю. М., Талалова Е. Е.* Вегетативное размножение хохобы (*Simmondsia chinensis* (Link.) Schneider) in Central Asia // Сб. трудов по прикл. бот., ген. и сел. 1989. Т. 125. С. 15–18).

16. *Andronova E. V., Eldashev Ch. Zh.* Reproductive biology of *Simmondsia chinensis* (Link.) Scneid. in Central Asia // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding. 1991, vol. 144, pp. 171–181 [in Russian] (*Андронова Е. В., Елдашев Ч. Ж.* Репродуктивная биология хохобы в Средней Азии // Сб. трудов по прикл. бот., ген. и сел. 1991. Т. 144. С. 171–181).

Agaev M. G., Kortysheva E. A. Variability of morphological characters of *Simmondsia chinensis* (Link.) Scneid. in conditions of Central Asia // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding. 1991, vol. 144, pp. 181–185 [in Russian] (*Агаев М. Г., Кортышева Е. А.* Морфологическая изменчивость (*Simmondsia chinensis* (Link.) Schneider) // Сб. трудов по прикл. бот., ген. и сел. 1991. Т. 144. С. 181–186).

Jermanos D. M. Jojoba – a crop whose time has come // Calif. Agric. 1979, no. 6/7.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-77-84
УДК 58.006:581: 634.22

К. Г. Ткаченко

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, 197376, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 2, e-mail: kigatka@rambler.ru

Ключевые слова:
Prunus mongolica, Prunus pedunculata, Rosaceae, плоды, семена, качество семян, всхожесть, латентный период, рентгенография, биотопливо, озеленение.

Поступление:
25.02.2018

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ОСОБЕННОСТИ ЛАТЕНТНОГО ПЕРИОДА МИНДАЛЯ МОНГОЛЬСКОГО И МИНДАЛЯ ЧЕРЕШЧАТОГО

Актуальность. Многие виды рода *Prunus* s.l. (Rosaceae) известны как пищевые плодовые культуры, но к ним появляется интерес как к растениям, используемым для переработки в биотопливо. Оценка качества репродуктивных диаспор (степени развитости зародыша, эндосперма, выполненности) дикорастущих видов растений является показателем перспектив для их выращивания. Изучение особенностей латентного периода дает ценные данные для разработки методов выращивания потенциально полезных видов растений. Оценку качества формирующихся плодов и семян дикорастущих видов миндаля до сих пор не проводили. **Объект.** *Prunus mongolica* Maxim. и *P. pedunculata* (Pall.) Maxim. **Материалы и методы.** Костянки указанных видов были собраны в 2015 и 2016 годах от дикорастущих растений в провинции Внутренняя Монголия, Китай (70 км на северо-восток от города Баотоу). Методы проращивания и рентгеноскопического анализа костянок ранее были подробно описаны в работах К. Г. Ткаченко. Для определения всхожести костянки каждого вида были разделены на две группы: первая для оценки лабораторной всхожести была очищена от деревянистого эндокарпия; вторая – целые костянки. Обе группы в октябре были посеяны в керамические горшки и прикопаны под зиму в условиях открытого грунта для проверки полевой всхожести. Учет проросших костянок был проведен в первых числах июня. Рентгенографический анализ плодов и семян был сделан на передвижной рентгенодиагностический установке, разработанной в Санкт-Петербургском Электротехническом университете («ЛЭТИ»). **Результаты и выводы.** Плоды двух видов миндаля, собранные в местах естественного произрастания, оказались выполненными, полнозерными и были отнесены к V и IV классам развития. Лабораторная всхожесть семян, очищенных от эндокарпия, составила 100% для обоих видов. Прорастание семян *P. mongolica* было растянуто во времени (100% проросло за 60 дней), а у *P. pedunculata* все семена проросли в течении 15–20 дней. Полевая всхожесть неочищенных костянок обоих видов составила 57 и 63% соответственно.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-77-84

K. G. Tkachenko

Komarov Botanical Institute of the RAS,
2, Professor Popov St., St. Petersburg, 197376, Russia,
e-mail: kigatka@rambler.ru

Key words:
Prunus mongolica, Prunus pedunculata, Rosaceae, fruits, seeds, seed quality, germination, latency, radiography, biofuel, landscaping.

Received:
25.02.2018

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

PECULIARITIES OF THE LATENT PERIOD OF *PRUNUS MONGOLICA* MAXIM. AND *P. PEDUNCULATA* (PALL.) MAXIM.

Relevance. Many species of the genus *Prunus* s.l. (Rosaceae) are known for their edible fruit, but they are also of interest for processing into biofuel. Assessment of the quality of reproductive diasporas (the degree of development of the embryo, endosperm, and performance) of wild plant species is an indicator of the prospects for their cultivation. The study of the peculiarities of the latent period gives valuable data for the development of methods for growing potentially useful plant species. The quality of the emerging fruits and seeds of the wild-growing *Prunus mongolica* Maxim. and *P. pedunculata* (Pall.) Maxim. has not yet been evaluated. O**bject**. Species of the genus *Prunus* (Rosaceae) collected in the province of Inner Mongolia (China), which are used for introduction into the Peter the Great Botanical Garden. **Materials and methods**. Stone fruit of these species were collected in 2015 and 2016 from wild plants in the province of Inner Mongolia, China (70 km northeast of the city of Baotou). Methods of germination and fluoroscopic analysis of drupes were earlier described in detail by K. G. Tkachenko. To measure the germination, the drupes were divided into two groups: the first was cleared from the woody endocarp in order to evaluate the laboratory germination; the second consisted of whole drupes. Both were sown in October into ceramic pots, and buried for the winter in open ground to check the field germination. The germinated sprouts were documented in the early June. X-ray analysis of fruits and seeds was made on a mobile X-ray diagnostic device developed at St. Petersburg Electrotechnical University (LETI). **Results and conclusions.** The fruits of the two wild almond species *P. mongolica* and *P. pedunculata* harvested in their natural habitats (70 km to the north-east from the city of Baotou, Inner Mongolia Province, China) were full-fledged and plump. The main bulk was attributed to the V and IV classes of development. The laboratory germination of seeds freed from endocarp was 100% for both species. Germination of the seeds of the first species was extended in time (100% sprouted in 60 days), while with the second species, all seeds sprouted within 15–20 days. The field germination of unshelled drupes of these species was 57 and 63%, respectively.

Введение

Многие виды косточковых – п/сем. Prunoideae (Сливовые, сем. Rosaceae) – являются широко известными, возделываемыми ради получения съедобных плодов и/или семян культурами (слива, вишня, черешня, персик, миндаль, абрикос). Виды, которые не дают съедобных плодов, часто используются в городском зеленом строительстве, т. к. они чрезвычайно декоративны весной в период цветения.

Последние десятилетия остро встает вопрос об использовании ряда видов косточковых, с несъедобными плодами, в качестве источников жирного масла, которое в дальнейшем применяется как биотопливо (Popa et al., 2011; Arora, 2014; Dhyani et al., 2015; Wang et al., 2015; Schinas et al., 2017). Во многих странах мира уделяют внимание разработке плантационного выращивания перспективных видов косточковых, том числе и из семян (Gerçekçioğlu, Çekiç, 1999; Martinez-Gomez, Dicenta, 2001; Çetinbaş, Koyuncu, 2005, 2006; Pipinis et al., 2012; Jianmin Chu et al., 2013; Souza et al., 2016).

В настоящее время в провинции Внутренняя Монголия (Китай) происходит процесс активного роста новых городов и развивающихся промышленных городских районов. В окрестностях поселений, вдоль автомобильных трасс, на склонах гор, вдоль русел рек активно высаживают разные виды древесных, кустарниковых и травянистых многолетних растений. Таким образом, с одной стороны, решают экологические проблемы – озеленения территорий, закрепления почвы, с другой стороны, – важные социальные и экономические вопросы, а именно: занятость населения (выращивание посадочного материала, высадка растений и уход за посадками, сбор плодов). Новым направлением в зеленом строительстве является выращивание экономически востребованных культур, в частности, новых перспективных масличных и/или энергетических видов растений, масла которых используют как пищевой продукт и технический – на получение биотоплива. Такими видами в провинции Внутренняя Монголия в настоящее время являются два вида миндаля местной флоры – *Amygdalus mongolica* (Maxim.) Ricker и *Amygdalus pedunculata* Pall. Во Флоре Китая эти виды отнесены к роду *Amygdalus* L. (http://www.efloras.org – FOC Vol. 9. P. 393). Однако чаще, особенно в настоящее время (по данным сайта Theplantlist.org), род *Amygdalus* не рассматривается как самостоятельный, его виды входят в род *Prunus* s.l. в качестве самостоятельного подрода *Amygdalus* L.: *Prunus mongolica* Maxim. и *P. pedunculata* (Pall.) Maxim. (http://www.theplantlist.org).

Цель работы – изучить некоторые особенности латентного периода и оценить качество сухих костянок двух видов миндалей (*P. mongolica* и *P. pedunculata*), произрастающих в Китае.

Материал и методы Исследования

Костянки двух видов миндалей (*P. mongolica* и *P. pedunculata*) были собраны в 2015 и 2016 гг. по склонам в долине реки Вуданг Гоу в окрестностях буддийского монастыря Вудангжао (70 км к северо-востоку от города Баотоу (Bao Tou), Внутренняя Монголия, Китай (рис. 1, 2). Методы проращивания и рентгеноскопического анализа костянок подробно описаны ранее К. Г. Ткаченко (Tkachenko, 2017). Для определения всхожести костянки были разделены на две группы: первая – для оценки лабораторной всхожести была очищена от деревянистого эндокарпия; вторая – целые костянки двух видов, которые в октябре были посеяны в керамические горшки, и прикопаны под зиму в условиях открытого грунта для проверки полевой всхожести. Учет проросших костянок был проведен в первых числах июня.

Рис. 1. Растение миндаля черешчатого в местах естественного произрастания (фото К. Г. Ткаченко)
Fig. 1. *Prunus pedunculata* (Pall.) Maxim. in its natural habitat (photo by K. G. Tkachenko)

Рис. 2. Ветка с плодами миндаля черешчатого в местах естественного произрастания (фото К. Г. Ткаченко)
Fig. 2. A branch of *Prunus pedunculata* (Pall.) Maxim. with fruits in its natural habitat (photo by K. G. Tkachenko)

Результаты

Косточки миндаля монгольского продолговатые и приплюснуты с боков, один из концов заострен, ядра белые, покрыты кожицей бурого цвета (рис. 3). Косточки миндаля черешчатого округлые, слегка сжатые, слабоборозд чатые, ядра белые, покрыты кожицей бурого цвета (рис. 4).

В таблице приведены биометрические показатели размеров (длины и ширины) плодов и масса 1000 шт. Как видно из представленных данных, плоды *P. mongolica* несколько крупнее и тяжелее таковых *P. pedunculata*. У последнего вида плоды округлые, близкие по форме к шарообразным.

Таблица. Биометрические показатели костянок миндаля монгольского (*Prunus mongolica*) и миндаля черешчатого (*P. pedunculata*)
Table. Biometric parameters of drupes of *Prunus mongolica* and *P. pedunculata*

Вид *Prunus*	Размеры костянок, см		Масса 1000 шт. плодов, г
	длина	ширина	
P. mongolica	1,6 ± 0,1 / 1,3 – 1,7	1,0 ± 0,1 / 0,7 – 1,2	528,6 ± 2,6 / 352,3 – 710,2
P. pedunculata	0,99 ± 0,05 / 0,9 – 1,1	0,78 ± 0,02 / 0,65 – 0,9	280,8 ± 5,9 / 209,2 – 346,4

Примечание: в числителе – среднее значение (n = от 15 до 30), в знаменателе – min – max.

На рисунках 3 и 4 представлены костянки, очищенные от сухого околоплодника (экзо- и мезокарпия). По внешней фактуре костянок видно, что *P. mongolica* однозначно можно отнести к роду *Amygdalus*, а *P. pedunculata*, в целом, так же можно отнести к миндалям, что и сделано во Флоре Китая.

Рис. 3. Костянки миндаля монгольского (фото К. Г. Ткаченко)

Fig. 3. Drupes of *Prunus mongolica* Maxim. (photo by K. G. Tkachenko)

Рис. 4. Костянки миндаля черешчатого (фото К. Г. Ткаченко)

Fig. 4. Drupes of *Prunus pedunculata* (Pall.) Maxim. (photo by K. G. Tkachenko)

До проведения опытов по оценке всхожести семян был сделан их рентгеноскопический анализ (рис. 5 и 6), который выявил, что все собранные костянки *P. mon-*

golica выполненные, полноценные, характеризуются V классом развития (полость заполнена целиком, эндосперм плотно прилегает к семенной кожуре). При этом у *P. pedunculata* часть костянок отнесена к IV классу развития (заполнено более ¾ полости, по периферии остается незаполненное пространство).

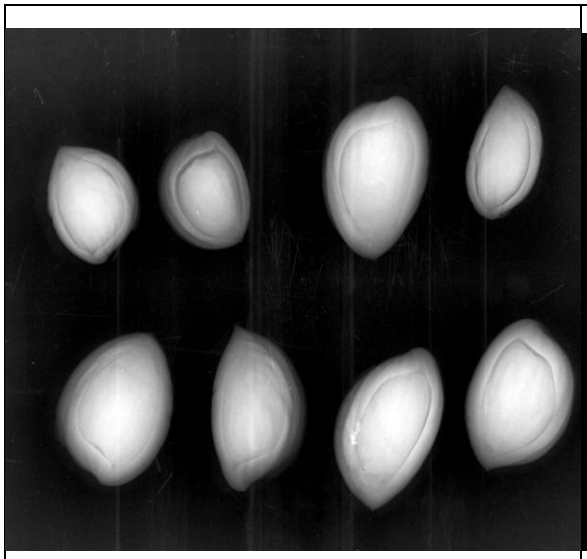


Рис. 5. Рентгеновский снимок костянок миндаля монгольского (фото К. Г. Ткаченко)

Fig. 5. X-ray image of the drupes of *Prunus mongolica* Maxim. (photo by K. G. Tkachenko)

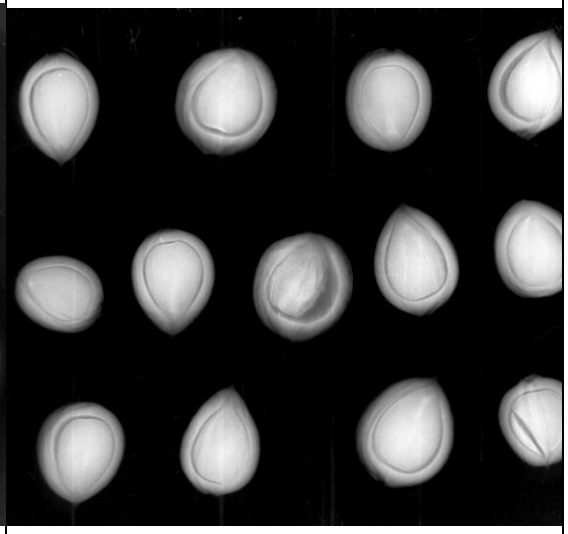


Рис. 6. Рентгеновский снимок костянок миндаля черешчатого) Maxim. (фото К. Г. Ткаченко)

Fig. 6. X-ray image of the drupes of *Prunus pedunculata* (Pall.) Maxim. (photo by K. G. Tkachenko)

Лабораторная всхожесть семян, очищенных от эндокарпия составила 100% для обоих видов. Оценка лабораторной всхожести показала, что при удаленном деревянистом эндокарпии первые семена прорастают через 12–15 дней. При этом у *P. mongolica* прорастание растянуто во времени до 60 дней: первые 50% семян прорастают в течение 25–30 дней, а следующие 50% прорастают на протяжении еще 35 дней. Прорастание семян у *P. pedunculata* более дружное, 100% семян прорастает за 15–20 дней.

Всхожесть целых костянок, которые были осенью посеяны в горшки, а на зимний период прикопаны на грядах в открытом грунте, была существенно ниже. Учет проросших костянок, проведенный в первых числах июня, показал, что полевая всхожесть у обоих видов составила соответственно 57 (*P. mongolica*) и 63% (*P. pedunculata*).

Выводы

В местах естественного произрастания *Prunus mongolica* и *P. pedunculata* (Внутренняя Монголия, Китай) формируются полноценные семена IV и V класса развития, имеющие хорошую всхожесть. Для быстрого прорастания и получения большого числа всходов, костянки следует очищать от сухого околоплодника и деревянистого эндокарпия.

Рентгенографический метод оценки качества и выполненности плодов и семян растений позволяет не деструктивно осуществлять контроль их качества.

Автор выражает слова глубокой признательности Проекту «Supported by Chinese Academy of Sciences President's International Fellowship Initiative (PIFI) (2015-2016)», поддержка которого позволила посетить некоторые места во Внутренней Монголии Китая и собрать оригинальный материал для исследований. А также д. т. н., проф. А. Ю. Грязнову и сотруднику кафедры электронных приборов и устройств Н. Е. Староверову (Санкт-Петербургский электротехнический университет (ЛЭТИ) за оказание помощи в организации и проведении рентгенографического анализа собранного материала.

Работа выполнена в рамках госзадания по плановой теме «Коллекции живых растений Ботанического института им. В. Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)», номер АААА-А18-118032890141 – 4

References/Литература

Arora R. K. Diversity in Underutilized Plant Species – An AsiaPacific Perspective. Bioversity International, New Delhi, India. 2014, 203 p.

Çetinbaş M., Koyuncu F. Soğukta nemli katlama ve tohum kabuğunun kuş kirazı (*Prunus avium* L.) tohumlarında dormansinin kırılması üzerine etkileri // Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2005, vol. 18, no. 3, pp. 417–423.

Çetinbaş M., Koyuncu F. Improving germination of *Prunus avium* L. seeds by gibberellic acid, potassium nitrate and thiourea // Hort. Sci. (Prague), 2006, vol. 33, no. 3, pp. 119–123.

Dhyani S. K., Vimala D., Handa A. K. (2015): Tree Borne Oilseeds for Oil and Biofuel // Technical Bulletin, no. 2 / 2015. ICAR-CAFRI, Jhansi, pp. 50.

Flora of China – http://www.efloras.org – FOC Vol. 9. P. 393.

Gerçekçioğlu R., Çekiç Ç. Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine bazı uygulamaların etkileri // Turkish J. of Agr. and Forestry. 1999, no. 23 (1), pp. 145–150.

Jianmin Chu, Xinqiao Xu, Yinglong Zhang. Production and properties of biodiesel produced from *Amygdalus pedunculata* Pall. // Bioresour. Technol.: 2013, 134; pp. 374–376.

Martinez-Gomez P., Dicenta F. Mechanisms of dormancy in seeds of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. GF 305 // Scientia Horticulturae, 2001, 91, pp. 51–58.

Pipinis E., Milios E., Mavrokordopoulou O., Gkanatsiou C., Aslanidou M., Smiris P. Effect of pretreatments on seed germination of *Prunus mahaleb* L. // Not. Bot.Horti Agrobo. 2012, no. 40 (2), pp. 183–189.

Popa V.-M., Misca C., Bordean D., Raba D.-N., Stef D., Dumbrava D. Characterization of sour cherries (*Prunus cerasus*) kernel oil cultivars from Banat // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 2011, 17 (4), pp. 398–401.

Schinas P., Zannikos F., Kalligeros S., Anastopoulos G., Karonis D., Voulgaraki S., Gourniezaki A., Zannikou Y. Converting Apricot Seed Oil (*Prunus armeniaca*) and Peach Seed Oil (*Prunus persica*) into Biodiesel // Sci. Fed Journal of Biofuel and Bioenergitcs. 2017, vol. 1, iss. 1, pp. 1–9.

Souza Aline das Graças, Smiderle Oscar Jose, Spinelli Victor Mouzinho, de Souza Rauny Oliveira, Bianchi João Valmor. Correlation of biometrical characteristics of fruit and seed with twinning and vigor of *Prunus persica* rootstocks // Journal of Seed Science, 2016, vol. 38, no. 4, pp. 322–

328. [http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v38n4164650].

Theplantlist – http://www.theplantlist.org

Tkachenko K. G. Latent period of some species of the genus *Malus*, introduced into the Peter the Great Botanical Garden // Proceedings of Applied Botany, Genetics and Breeding. 2017, vol. 178, no. 2, pp. 25–32 [in Russian] (*Ткаченко К. Г.* Латентный период некоторых видов рода *Malus*, интродуцированных в Ботанический сад Петра Великого // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2017. Т. 178, вып. 2. С. 25–32). DOI 10.30901/2227-8831-2017-2-25-32.

Wang J., Zheng R., Bai S., Gao X., Liu M., Yan W. Mongolian Almond (*Prunus mongolica* Maxim): The Morpho-Physiological, Biochemical and Transcriptomic Response to Drought Stress // PLoS ONE. 2015, vol. 10 (4): e0124442.

DOI: 10.30901/2227-8834-2018-2-85-95
УДК: 633.13:581.198(571.12.)

А. В. Любимова[1,2],
Д. И. Еремин[2]

[1]Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук,
625501, Россия, Тюменская обл., Тюменский р-н, п. Московский, ул. Бурлаки, д. 2,
e-mail: ostapenkoav88@yandex.ru
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Государственный аграрный университет Северного Зауралья,
625003, Россия, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7.

Ключевые слова:
овес, электрофоретический спектр, запасные спирторастворимые белки, компонентный состав авенина, биотипный состав, блоки компонентов проламина, авенин-кодирующие локусы, Тюменская область.

Поступление:
19.01.2018

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ОСОБЕННОСТИ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА АВЕНИНОВ ОВСА, ВОЗДЕЛЫВАЕМОГО В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Актуальность. В условиях Западной Сибири, и, в частности, Тюменской области, овес является одной из основных возделываемых зерновых культур. В регионе на площади 129 тыс. га возделывается шесть сортов ярового овса, включенных в Государственный реестр по Тюменской области – ‘Перона’, ‘Мегион’, ‘Тюменский голозёрный’, ‘Талисман’, ‘Отрада’ и ‘Фома’. В настоящее время в Тюменской области при создании новых сортов интенсивного типа применяются не только традиционные способы селекции, но и биотехнологические методы, в частности, биохимические маркеры – проламины. Целью исследований было изучение компонентного состава авенинов и аллельного состояния авенин-кодирующих локусов сортов овса посевного, возделываемых в Тюменской области и выявление аллелей, характерных для данного региона. **Материалы и методы.** Для лабораторного анализа использовали по 100 зерновок, отобранных методом случайной выборки от каждого из сортов овса посевного, включенных в Государственный реестр по Тюменской области. Электрофоретическое разделение авенина проводили в вертикальных пластинах полиакриламидного геля. **Результаты и выводы.** Установлено, что гомогенными по компонентному составу авенина являются сорта ‘Перона’, ‘Талисман’, ‘Фома’ и ‘Тюменский голозёрный’. В состав сортов ‘Мегион’ и ‘Отрада’ входит по два биотипа соотношением 2 : 1. Гетерогенность этих сортов определяется наличием двух аллельных вариантов блоков компонентов проламина, контролируемых локусом *Avn* A. Кластеризация методом UPGMA показала, что исследованные сорта в соответствии со степенью своего генотипического сходства, делятся на два кластера. В первый кластер вошли сорта ‘Тюменский голозёрный’ и ‘Мегион’, во второй – сорта ‘Перона’, ‘Талисман’, ‘Ортада’ и ‘Фома’. При этом, между сортами ‘Талисман’ и ‘Перона’ генетическая дистанция равнялась нулю, а их формулы авенина совпали и имели вид *Avn* A4 B4 C2. Идентичность спектров запасных белков обусловлена тем, что данные аллельные варианты блоков компонентов проламина сцеплены с ценными хозяйственными и адаптивными признаками, дающими преимущества несущим их особям в природно-климатических условиях Тюменской области. В результате, на протяжении нескольких десятков лет, для возделывания в регионе отбираются сорта с определенным сочетанием аллелей авенин-кодирующих локусов. Преобладают по частоте встречаемости в спектрах исследованных сортов блоки компонентов A4, B4, C1 и C2. Эти блоки могут выступать маркерами адаптивно-значимых и хозяйственно ценных ассоциаций генов. Таким образом, в ходе селекционной работы в Тюменской области, при отборе исходного материала для скрещиваний, следует обратить внимание на сорта овса, в спектрах запасных белков которых присутствуют вышеназванные блоки компонентов авенина.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-85-95

A. V. Lyubimova[1, 2],
D. I. Eremin[2]

[1]Research Institute of Agriculture for the Northern Trans-Ural Region, branch of Tyumen Scientific Center. Siberian Branch of the RAS,
2, Burlaki St., Moskovsky, Tyumen District, Tyumen Province, 625501, Russia,
e-mail: ostapenkoav88@yandex.ru
[2]Northern Trans-Ural State Agricultural University,
7, Respubliki St., Tyumen, 625003, Russia.

Key words:
oat, electrophoretic spectrum, alcohol-soluble storage proteins, component composition of avenin, biotype composition, blocks of prolamin components, avenin-coding loci, Tyumen Province

Received:
19.01.2018

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

PECULIARITIES OF THE AVENIN COMPONENT COMPOSITION IN OATS CULTIVATED IN WESTERN SIBERIA

Background. In the environments of Western Siberia, oat is one of the main cultivated cereals. Six varieties of common oat are included in the State Register for Tyumen Province: 'Perona', 'Megion', 'Tyumensky Golozerny', 'Talisman', 'Otrada' and 'Foma'. Currently, not only traditional methods of breeding are used for the development of new cultivars of intensive type in Tyumen Province, but also biochemical markers – prolamins. The aim of the research was to study the component composition of avenins and allelic status of avenin-coding loci in common oat varieties cultivated in Tyumen Province as well as to identify alleles specific to the region. **Materials and methods**. For laboratory analysis we used 100 kernels selected at random from each of the oat varieties. Electrophoretic separation of avenin was carried out on vertical plates of polyacrylamide gel. **Results and conclusion.** The varieties 'Perona', 'Talisman', 'Foma' and 'Tyumensky Golozerny' were found to be homogeneous in their avenin component composition, while 'Megion' and 'Otrada' included two biotypes with a 2:1 ratio. Their heterogeneity is determined by the presence of two allelic variants controlled by the *Avn* A locus. Clustering by the UPGMA method showed that the studied varieties were divided into two clusters. The first cluster included 'Tyumensky Golozerny' and 'Megion', while the second harbored 'Perona', 'Talisman', 'Otrada' and 'Foma'. The genetic distance between the varieties 'Talisman' and 'Perona' was zero, and their avenin formulas coincided: *Avn* A4 B4 C2. The identity of their storage protein spectra is due to the fact that these allelic variants of prolamin component blocks are linked to valuable economic and adaptive features. Blocks of the components A4, B4, C1 and C2 prevail in the frequency of occurrence in the spectra of the investigated varieties. These blocks can act as markers of gene associations with adaptive significance and economic value. Thus, when performing breeding work in Tyumen Province, it is necessary to pay attention to oat varieties whose prolamin spectra contain the aforementioned blocks of avenin components.

Введение

В условиях Западной Сибири, и, в частности, Тюменской области, овес является одной из основных возделываемых зерновых культур. Этот регион характеризуется своеобразным распределением осадков и динамикой нарастания положительных температур за вегетационный период. В результате, для местных условий требуются сорта с высокой экологической пластичностью. Кроме этого, селекционная работа в Сибири направлена на выведение сортов овса, устойчивых к полеганию, засухе, болезням, высокоурожайных, имеющих крупное зерно с повышенным содержанием белка и сбалансированным составом незаменимых аминокислот (Komarova, 2009; Fomina, 2009, 2015).

В Тюменской области овес выращивают по всей сельскохозяйственной зоне – от подтайги до южной лесостепи. По мнению некоторых авторов, в данном регионе выращивание овса наиболее целесообразно (Fomina, 2015). На сегодняшний день в области на площади 129 тыс. га возделывается шесть сортов ярового овса, включенных в Государственный реестр по Тюменской области – это сорта ‘Перона’, ‘Мегион’, ‘Тюменский голозёрный’, ‘Талисман’, ‘Отрада’ и ‘Фома’.

При создании новых сортов важен правильный подбор исходного материала. В настоящее время в Тюменской области для решения этой задачи применяются не только традиционные способы селекции, но и биотехнологические методы. Широко используются биохимические маркеры, в частности, спирторастворимые белки семян – проламины (Perchuk, 2016; Fomina, 2016; Ibragimova, 2016; Ostapenko, 2017). Применение белковых маркеров в анализе селекционного материала позволяет осуществлять контроль над включением геномов, хромосом или особенностей генотипа исходных форм в создаваемые гибриды и сорта. Одно из важнейших свойств биохимических маркеров – это их подверженность действию отбора (Pomortsev, 2009). Аллельные варианты блоков компонентов проламинов имеют сильную связь с адаптивными признаками генотипов (Zobova, 2014). При этом, адаптивным свойствам популяций соответствуют общие локально распространенные аллели, которые, с практической точки зрения, имеют наибольшую ценность (Konarev, 2006). Идентификация блоков компонентов запасных белков, маркирующих важные адаптивные и хозяйственные признаки, позволяет выделить ценные ассоциации генов и использовать их в селекции (Loskutov, 2008; Novoselskaya-Dragovich, 2015). Так, в результате исследования генетического разнообразия сортов пшеницы по глиадин-кодирующим локусам установлена зависимость частоты встречаемости различных вариантов блоков компонентов глиадина от агроклиматических и почвенных условий (Novoselskaya-Dragovich, 2003; Malik, 2009; Kudryavtsev, 2014). Для оценки генетического разнообразия овса широко применяется электрофорез запасных белков – авенинов. Компоненты авенина наследуются группами и контролируются тремя независимыми локусами: *Avn* A, *Avn* B, *Avn* C (Portyanko, 1987). У европейских сортов овса обнаружена географическая зональность во встречаемости блоков компонентов авенина. Выявлено, что сочетание аллельных вариантов в генотипах имеет неслучайный характер. Установлено, что для сортов овса с идентичными биологическими и хозяйственно ценными признаками характерно значительное сходство по спектрам проламина. Следовательно, аллели авенин-кодирующих локусов или локусы, сцепленные с ними, отличаются по своей адаптивной и селекционной ценности (Portyanko et al., 1987).

Целью наших исследований было изучение компонентного состава авенинов и аллельного состояния авенин-кодирующих локусов сортов овса посевного, возделываемых в Тюменской области, и выявление аллелей, характерных для данного региона, для дальнейшего использования в маркерной селекции при оценке исходного материала по овсу.

Материалы и методы

Для лабораторного анализа использовали индивидуальные зерновки сортов овса посевного, включенных в Государственный реестр по Тюменской области (табл. 1).

Материал для анализа был предоставлен учреждением-оригинатором сортов – НИИСХ Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН. Исключение составил сорт овса ‘Перона’, завезенный в Тюменскую область из Нидерландов в 1985 г. и в настоящее время возделываемый без первичного семеноводства.

Таблица 1. Исследованные сорта овса посевного

Table 1. The studied varieties of common oat

Сорт Variety	Учреждение-оригинатор Originating institution	Год включения в Госреестр по Тюменской обл. Year of inclusion in the State Register for Tyumen Province	Происхождение Origin
Перона	Завезен из Ниредерландов	1985	Гибридизация сортов местной селекции
Мегион	НИИСХ Северного Зауралья, Сибирский НИИ сельского хозяйства, Нарымская ГСС	1993	Гибридизация сортов Нарымский 943 × Пшебуй II с последующим индивидуальным отбором родоначального растения
Тюменский голозёрный	НИИСХ Северного Зауралья, Казахский НИИ земледелия и селекции	2000	Индивидуальный отбор из сортовой популяции производственного посева Синьзян-Уйгурского автономного округа КНР
Талисман	НИИСХ Северного Зауралья, Нарымская ГСС	2002	Индивидуальный отбор из гибридной комбинации Flamingsnova (к-13401) × Метис
Отрада	НИИСХ Северного Зауралья	2013	Гибридизация сортов (WW 170079 × Pc 39) × (Мутика 600 × Risto) с последующим индивидуальным отбором
Фома	НИИСХ Северного Зауралья	2014	Гибридизация сортов (WW 170079 × Pc 39) × (Мутика 600 × Risto) с последующим индивидуальным отбором, сибс

Образцы зерна этого сорта для лабораторных исследований были предоставлены Всероссийским институтом генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР).

Для одномерного электрофореза запасных белков овса применяли стандартную

методику (Pomortsev, 2004), с некоторыми модификациями (Ostapenko, 2013). Для анализа от каждого сорта методом случайной выборки отбирали по 100 зерен. Белки экстрагировали из муки индивидуальных зерновок добавлением 90 мкл 70% этанола с последующим инкубированием при 40°С в течение 40 мин. Полученный экстракт центрифугировали 4 мин на скорости 10 000 оборотов в минуту. Супернатант переносили в новые пробирки Eppendorf и приливали к нему по 300 мкл красителя метиленового зеленого (60 г сахарозы, 0,1 г метиленового зеленого, 100 г мочевины и 100 мл аллюминий-лактатного буфера). Экстракт белка (23 мкл) помещали в полиакриламидный гель и разделяли электрофорезом. Полиакриламидный гель содержал: 13,17 г акриламида, 0,66 г N,N'-метилен-бис-акриламида, 7,17 г мочевины, 2 мг $Fe_2(SO_4)_3 \times 9H_2O$, 80 мг аскорбиновой кислоты и 0,26 г лактата алюминия. Все реактивы растворяли в 100 мл алюминий-лактатного буфера. Для полимеризации к 100 мл раствора геля приливали 25 мкл 15%-ной перекиси водорода. Для проведения электрофореза использовали электрофоретические камеры модели VE-20 (Helicon, Россия) с размерами формируемых пластин 178×175×1,5 мм. Электрофорез проводили при постоянном напряжении 500 V в течение 3,5–4,0 часов. Фиксацию и окрашивание гелевых пластин осуществляли в 10%-ном растворе трихлоруксусной кислоты с добавлением 0,05% Кумасси бриллиантового голубого R-250 в этаноле в течение 8-ми часов. Идентификацию аллельных вариантов блоков компонентов, контролируемых авенин-кодирующими локусами, проводили на основании каталога, разработанного В. А. Портянко и др. (Portyanko et al., 1987). Электрофореграммы образцов фиксировались в виде генетических формул. Для этого в строку записывалось сочетание *Avn*, а затем – буква, обозначающая соответствующий локус (A, B и C) и порядковый номер аллельного варианта блока компонентов проламина, контролируемого соответствующим локусом. В случае гетерогенных образцов, имеющих более одного аллеля по одному или нескольким проламин-кодирующим локусам, аллельные варианты блоков компонентов перечисляли через знак «+». Если обнаруженный блок компонентов отсутствовал в каталоге, вместо его порядкового номера в генетической формуле записывалось сочетание ned. В качестве стандарта использовали зерновки овса посевного сорта ‘Астор’ (*Avn* A2 B4 C2).

На основе полученных электрофоретических спектров авенина была составлена компьютерная матрица исходных данных, в которой присутствие компонента обозначали 1, а отсутствие – 0. Фракции белков различали между собой, основываясь на скорости их движения в гелевом носителе. Чтобы выявить степень генетической дифференциации образцов, данные полученной матрицы обрабатывали методом кластерного анализа. В качестве индекса подобия использовали коэффициент Dice:

$$S = \frac{2n_{ab}}{n_a + n_b}, \qquad (1)$$

где n_a и n_b – это число компонентов, присутствующих в спектрах A и B, соответственно, а n_{ab} – это количество компонентов, общих для двух спектров (Nei, 1979). Генетические дистанции (d) для построения дендрограммы вычисляли по формуле:

$$d = 1 - S, \qquad (2)$$

Для кластеризации применялся метод попарного внутригруппового невзвешенного среднего (UPGMA – Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Mean) (Sneath, 1973). Построение дендрограммы выполняли с использованием программы TREECON 1.3b для Windows с проведением bootstrap анализа для 100 повторностей.

Результаты и обсуждение

В результате идентификации аллельных вариантов блоков компонентов проламина установлено, что сорта ‘Перона’, ‘Талисман’, ‘Фома’ и ‘Тюменский голозёрный’ были гомогенными, а ‘Мегион’ и ‘Отрада’ – гетерогенными по компонентному составу авенина (табл. 2).

Таблица 2. Биотипный состав и генетические формулы авенина сортов овса, возделываемых в Тюменской области

Table 2. Biotype composition and avenin genetic formulae of oat varieties cultivated in Tyumen Province

Сорта Varieties	Число биотипов Number of biotypes	Генетические формулы авенина Genetic formulae of avenin
Перона	1	A4 B4 C2
Талисман	1	A4 B4 C2
Фома	1	A4 B5 C1
Тюменский голозёрный	1	A2 Bned C3
Мегион	2	A2+ned Bned C5
Отрада	2	Aned+4B4C1

При сравнении спектров сортов Талисман и Перона выявлено, что они идентичны по компонентному составу проламинов и имеют генетическую формулу авенина *Avn* A4 B4 C2 (рис. 1).

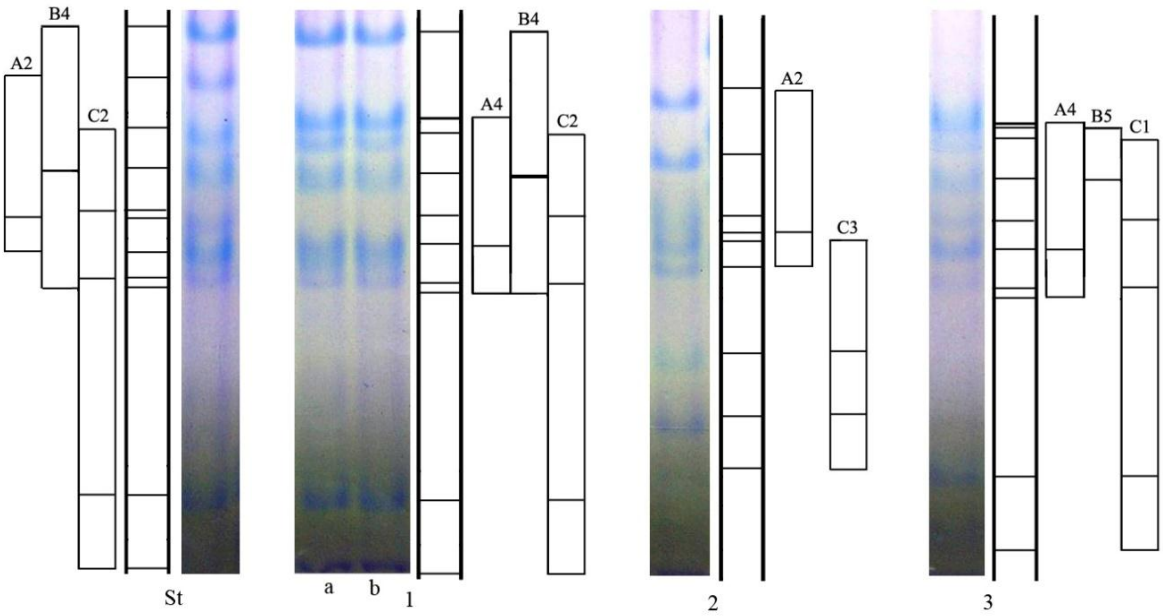


Рис. 1. Схемы электрофоретических спектров и блоков компонентов гомогенных сортов овса посевного, включенных в Государственный реестр по Тюменской области. St – Astor (стандарт); 1 a – Перона, 1 b – Талисман; 2 – Тюменский голозёрный; 3 – Фома
Fig. 1. Patterns of electrophoretic spectra and blocks of components for homogeneous common oat varieties included in the State Register for Tyumen Province: St – 'Astor' (standard reference); 1 a – Perona, 1 b – Talisman; 2 – Tyumensky Golozerny, 3 – Foma

Для сорта 'Тюменский голозёрный' определены аллельные варианты блоков компонентов авенина, контролируемые локусами *Avn* A и *Avn* C. Выявленный нами в спектре этого сорта блок компонентов проламина, контролируемый локусом *Avn* B отсутствует в каталоге. Генетическая формула сорта 'Тюменский голозёрный' имеет вид *Avn* A2 Bned C3. В спектре сорта 'Фома' идентифицированы аллельные варианты блоков проламина A4, B5 и C1.

При анализе электрофореграмм сорта 'Мегион' обнаружено два типа спектров, находившихся в соотношении 2 : 1. При

определении аллелей авенин-кодирующих локусов, идентифицированы варианты локуса *Avn* C, одинаковые у обоих биотипов и аллель локуса *Avn* A для I биотипа. Генетическая формула сорта ‘Мегион’: *Avn* A2+ned Bned C5 (рис. 2).

Сорт ‘Отрада’ также состоял из двух биотипов с соотношением 2 : 1. При анализе их электрофоретических спектров определены аллельные варианты блоков компонентов авенина, контролируемых локусами *Avn* C и *Avn* B, а также аллель локуса *Avn* A для II биотипа. Таким образом, гетерогенность сорта определялась наличием двух аллельных вариантов локуса *Avn* A. Генетическая формула сорта ‘Отрада’: *Avn* Aned+4 B4 C1.

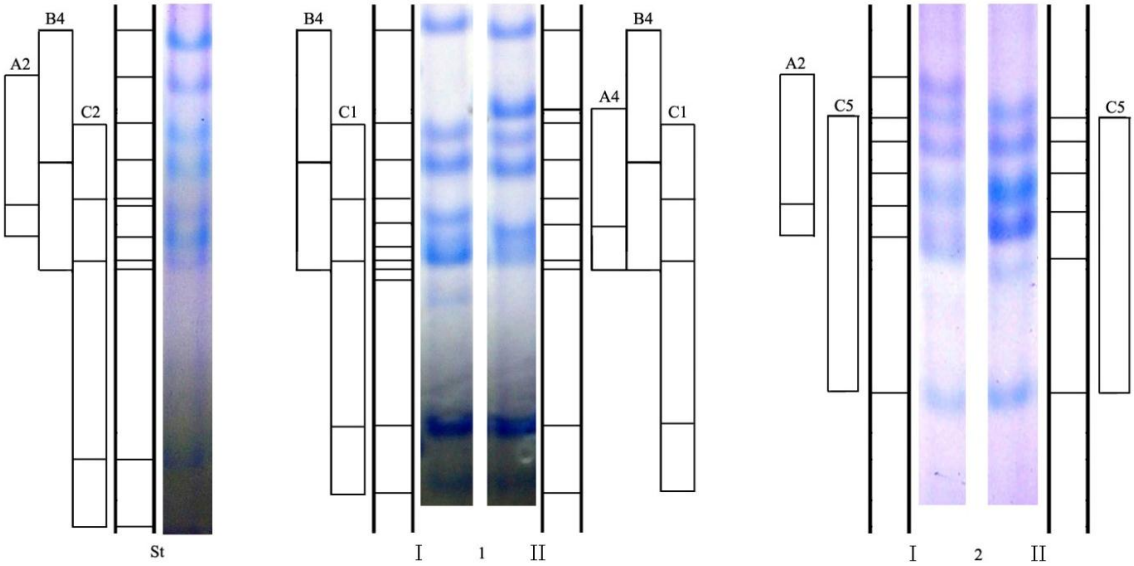


Рис. 2. Схемы электрофоретических спектров и блоков компонентов гетерогенных сортов овса посевного, включенных в Государственный реестр по Тюменской области. St – Astor (стандарт); 1 – Отрада (I и II биотип); 2 – Мегион (I и II биотип)
Fig. 2. Patterns of electrophoretic spectra and blocks of components for heterogeneous common oat varieties included in the State Register for Tyumen Province: St – Astor (standard reference); 1 – Otrada (I and II biotype); 2 – Megion (I and II biotype)

На основе данных о компонентном составе авенина проанализированных сортов был проведена кластеризация методом UPGMA (рис. 3). Биотипы гетерогенных сортов рассматривались как отдельные образцы.

В результате построения дендрограммы все образцы разделились на два кластера. Первый кластер образовали сорт ‘Тюменский голозёрный’ и биотипы сорта ‘Мегион’. Генетическая дистанция между этими образцами составила 0,9 единиц, что объясняется происхождением сорта ‘Тюменский голозёрный’. В отличие от остальных образцов, селекционная работа с ним проходила одновременно в Тюменской области и Казахстане. Это повлияло на комплекс хозяйственно ценных и адаптивных признаков данного сорта, а, следовательно, и на состав сцепленных с ними блоков компонентов авенина.

Оставшиеся образцы сформировали второй кластер. Наиболее удалены друг от друга оказались два биотипа сорта ‘Отрада’, генетическая дистанция между которыми составила 0,5. Самым близким генетически ко II биотипу сорта ‘Отрада’ оказался сорт ‘Фома’ (генетическая дистанция 0,2). Эти два образца объединились в одну группу во втором кластере. Такая генетическая близость, вероятно, вызвана тем, что сорта ‘Отрада’ и ‘Фома’ являются потомками одних и тех же родителей.

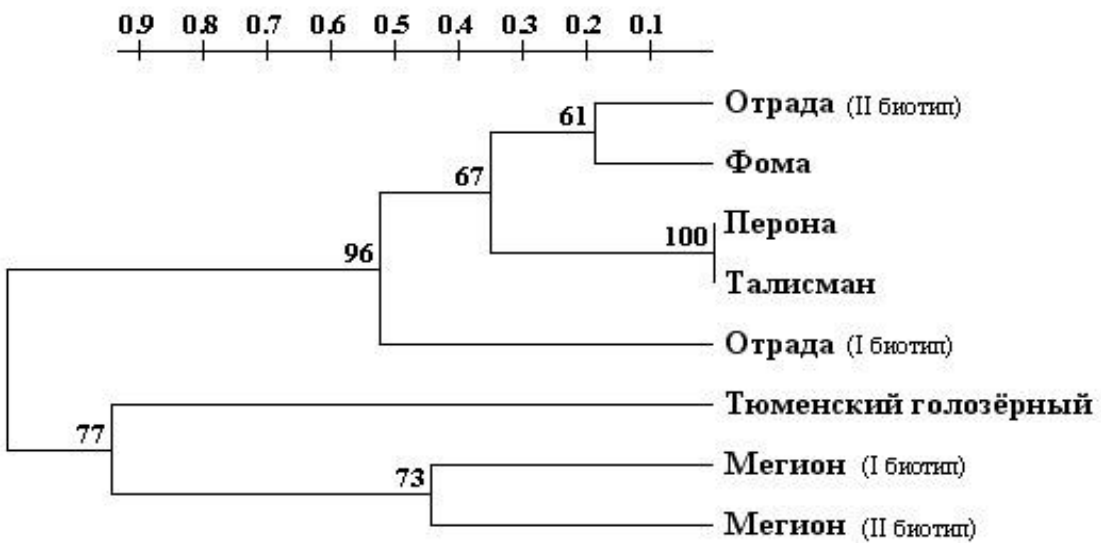


Рис. 3. UPGMA-дендрограмма филогенетических взаимоотношений образцов овса посевного, возделываемых в Тюменской области по компонентному составу авенина. На ветвях указаны значения бутстреп-индексов
Fig. 3. UPGMA dendrogram depicting phylogenetic relationships of common oat accessions cultivated in Tyumen Province in their component composition of avenin. Figures above the branches are the values of bootstrap indices

Отдельного внимания заслуживают сорта ‘Перона’ и ‘Талисман’, образовавшие одну группу. Генетическая дистанция между ними равнялась 0. Так как сорта ‘Перона’ и ‘Талисман’ выведены в разных странах и не имеют общих родителей, идентичность их спектров не может быть обусловлена общностью происхождения. Известно, что биохимические маркеры, в том числе проламины, подвержены действию отбора, в результате которого в определенных условиях среды создаются генотипы с неслучайным устойчивым сочетанием генов – адаптивные генные комплексы (Kudryavtsev, 2014). При этом, адаптивным признакам популяций соответствуют общие локально распространенные маркирующие их аллели, имеющие наибольшую ценность с практической точки зрения. Основываясь на динамике частот аллелей маркерных локусов, можно провести анализ ассоциаций генов, имеющих большое значение для адаптации генотипов. Так, была установлена зависимость частоты встречаемости различных аллелей проламин-кодирующих локусов пшеницы, овса и ячменя от агроклиматических и почвенных условий (Portyanko, 1987; Pomortsev, 2009; Novoselskaya-Dragovich, 2015). По нашему мнению, идентичность спектров проламина сортов ‘Перона’ и ‘Талисман’, вызвана тем, что аллельные варианты A4, B4 и C2 сцеплены с хозяйственными и адаптивными признаками, дающими преимущества несущим их особям в природно-климатических условиях Тюменской области.

Следует отметить, что аллельные варианты блоков компонентов проламина A4 и B4, выявленные в спектрах сортов ‘Перона’ и ‘Талисман’, преобладают по частоте встречаемости в спектрах авенина сортов овса, включенных в Государственный реестр по Тюменской области (табл. 3). По локусу *Avn* C чаще остальных встречаются в спектрах исследованных сортов входящие в состав одного семейства блоки C1 и C2.

Таблица 3. Частота встречаемости блоков компонентов проламина (%) в спектрах сортов овса, включенных в Госреестр по Тюменской обл.
Table 3. The frequency of occurrence of prolamin component blocks (%) in the spectra of oat varieties included in the State Register for Tyumen Province

Блок компонентов по локусу *Avn* A Block of components for the *Avn* A locus	Частота встречаемости Frequency of occurrence	Блок компонентов по локусу *Avn* B Block of components for the *Avn* B locus	Частота встречаемости Frequency of occurrence	Блок компонентов по локусу *Avn* C Block of components for the *Avn* C locus	Частота встречаемости Frequency of occurrence
2	25	4	50	1	25
4	50	5	12,5	2	25
ned	25	ned	37,5	3	12,5
		5		12,5	

Косвенным подтверждением того, что преобладание вышеназванных вариантов блоков компонентов в спектрах исследованных сортов не случайно, может послужить тот факт, что данные блоки характерны для сорта ‘Талисман’, имеющего в Тюменской области наибольшую площадь сортовых посевов (82 тыс. га), а также для новых перспективных сортов овса ‘Отрада’ и ‘Фома’. Следовательно, на протяжении нескольких десятков лет для возделывания в регионе отбираются сорта с определенным сочетанием аллелей авенин-кодирующих локусов.

Выводы.

1. Выращиваемые в Тюменской области сорта овса ‘Перона’, ‘Талисман’, ‘Фома’ и ‘Тюменский голозёрный’ по компонентному составу авенина являются гомогенными. В состав сортов ‘Мегион’ и ‘Отрада’ входит по два биотипа соотношением 2 : 1.

2. В соответствии со степенью генотипического сходства, исследованные сорта образовали два кластера. В первый вошли сорта ‘Тюменский голозёрный’ и ‘Мегион’, во второй – ‘Перона’, ‘Талисман’, ‘Ортада’ и ‘Фома’. Генетическая дистанция между сортами ‘Талисман’ и ‘Перона’ равна нулю, а их генетические формулы авенина совпали и имеют вид *Avn* A4 B4 C2.

3. В спектрах исследованных сортов по частоте встречаемости преобладают блоки компонентов проламина A4, B4, C1 и C2. Эти блоки могут выступать маркерами адаптивно-значимых и хозяйственно ценных в условиях Тюменской области ассоциаций генов.

References /Литература

Fomina M. N. Development of oat breeding in the Northern Transurals using oat genetic resourses from the VIR global collection // Bulletin applied botany, genetics and plant breeding, 2009, vol. 165, pp. 134–137 [in Russian] (*Фомина М. Н.* Развитие селекции овса в Северном Зауралье с использованием генофонда мировой коллекции ВИР // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2009. Т. 165. С. 134–137).

Fomina M. N. Prospects of selection for use in oats field fodder agricultural zone of Northern Trans-Ural region // Selekciya, semenovodstvo i proizvodstvo zernofurazhnyh kul'tur dlya obespecheniya importozameshcheniya – Breeding, seed production and production of forage crops for the purpose of import substitution, 2015, pp. 122–126 [in Russian] (*Фомина М. Н.* Перспективы селекции овса для использования в кормовом поле сельскохозяйственной зоны Северного Зауралья // Селекция, семеноводство и производство зернофуражных культур для обеспечения импортозамещения. 2015. С. 122–126).

Fomina M. N., Tobolova G. V., Ostapenko A. V. Usage of the Method of Prolamine Electrophoresis in Primary Seed Breeding by the Example of Otrada Oat Variety // Achievements of Science and Technology of AIC, 2016, vol. 30, no. 12, pp. 14–16 [in Russian] (*Фомина М. Н., Тоболова Г. В., Остапенко А. В.* Использование метода электрофореза в первичном семеноводстве на примере сорта овса Отрада // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 12. С. 14–16).

Ibragimova M. Z., Ostapenko A. V. Genetic diversity of siberian oats varieties *Avena* L. characteristics according to the spectra of avenin. Bulletin of KrasGAU, 2016, no 6 (117), pp. 126–133 [in Russian] (*Ибрагимова М. З., Остапенко А. В.* Характеристика генетического разнообразия сибирских сортов овса *Avena* L. по спектрам авенина // Вестник КрасГАУ. 2016. № 6 (117). С. 126–133.

Komarova G. N. The taiga zone of Western Siberia // Bulletin applied botani, genetics and plant breeding, 2009, vol. 165, pp. 203–207 [in Russian] (*Комарова Г. Н.* Селекция овса в таежной зоне Западной Сибири // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2009. Т. 165. С. 203–207).

Konarev A. V. The use of molecular markers in the solution of the problems of genetic resources of plants and selection // Agrarian Russia, 2006, no. 6, pp. 4–22 [in Russian] (*Конарев А. В.* Использование молекулярных маркеров в решении проблем генетических ресурсов растений и селекции // Аграрная Россия. 2006. № 6. С. 4–22).

Kudryavtsev A. M. Dedova V. L., Melnik V. A., Shishkina A. A. Genetic diversity of modern russian durum wheat cultivars at the gliadin-coding loci // Russian journal of genetics, 2014, vol. 50, no. 5, pp. 483–488. DOI: 10.1134/S1022795414050093.

Loscutov I. G. The role of molecular-biological research in the study of the gene pool of oats and its effective use in breeding (Rol' molekulyarno-biologicheskih issledovanij v poznanii genofonda ovsa i ego ehffektivnom ispol'zovanii v selekcii). *Agrarian Russia*, 2008, no. 3, pp. 14–19 [in Russian] (*Лоскутов И. Г.* Роль молекулярно-биологических исследований в познании генофонда овса и его эффективном использовании в селекции // Аграрная Россия. 2008. № 3. С. 14–19).

Malik A. H. Nutrient uptake, transport and translocation in cereals: influenses of environment and farming conditions // Introductory paper at the faculty of Landscape planning, horticulture and agricultural science., 2009, 46 p.

Nei M., Li W. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1979, vol. 76. pp. 5269–5273.

Novoselskaya-Dragovich A. Yu., Krupnov V. A., Saifulin R. A., Pukhalskiy V. A. Dynamics of Genetic Variation at Gliadin-Coding Loci in Saratov Cultivars of Common Wheat Tritieum aestivum L. over Eight Decades of Scientific Breeding // Russian Journal of Genetics, 2003, vol. 39, no. 10, pp. 1338 [in Russian] (*Новосельская-Драгович А. Ю., Крупнов В. А., Сайфулин Р. А., Пухальский В. А.* Динамика генетического разнообразия саратовских сортов мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L. (по глиадинкодирующим локусам) за 80-летний период научной селекции // Генетика. 2003. Т. 39, № 10. С. 1338).

Novoselskaya-Dragovich A. Yu., Bespalova L. A., Shishkina A. A., Melnik V. A. et all. Genetic diversity of common wheat varieties at the gliadin-coding loci // Russian Journal of Genetics, 2015, vol. 51, no. 3, pp. 324–334 [in Russian] (*Новосельская-Драгович*

А. Ю., *Беспалова Л. А.*, *Шишкина А. А.*, *Мельник В. А.* и др. Изучение генетического разнообразия сортов мягкой озимой пшеницы по глиадинкодирующим локусам // Генетика. 2015. Т. 51, № 3. С. 324–334). DOI: 10.7868/S0016675815030108

Ostapenko A. V., *Tobolova G. V.* Application of electrophoresis of oat prolamins for the definition of grains F1 hybrid nature // Bulletin of KrasGAU, 2017, no. 2 (125), pp. 1–21 [in Russian] (*Остапенко А. В.*, *Тоболова Г. В.* Применение метода электрофореза проламинов овса для определения гибридной природы зерен F1 // Вестник КрасГАУ. 2017. № 2 (125). С. 14–21).

Ostapenko A. V., *Tobolova G. V.* Studies of avenin polymorphism of oats varieties (*Avena sativa* L.) under condition of Tyumen region // Proceeding on applied botany, genetics and breeding, 2013, vol. 171, pp. 38–41 [in Russian] (*Остапенко А. В.*, *Тоболова Г. В.* Изучение полиморфизма авенина сортов овса посевного (*Avena sativa* L.) в Тюменской области // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2013. Т. 171. С. 38–41).

Perchuk I. N., *Konarev A. V.*, *Loskutov I. G.*, *Blinova E. V.* et all. Protein markers, morphological and breeding-oriented characters in duplicate accession identification in the VIR (Russia) and Nordgen (Sweden) cultivated oat collections // Proceeding on applied botany, genetics and breeding, 2016, vol. 177, iss. 3, pp. 82–93 [in Russian] (*Перчук И. Н.*, *Конарев А. В.*, *Лоскутов И. Г.*, *Блинова Е. В.* и др. Белковые маркеры, морфологические и селекционные признаки в идентификации дублетных образцов культурного овса в коллекциях ВИР (Россия) и нордического генного банка (Nordgen, Швеция) // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2016. Т. 177, вып. 3. С. 82–93). DOI: 10.30901/2227-8834-2016-3-82-93.

Pomortsev A. A., *Lyalina E. V.*, *Kalabushkin B. A.* Hordein coding loci as barley genetic markers. // Bulletin of applied botani, genetics and plant breeding, 2009, vol. 165, pp. 32–36 [in Russian] (*Поморцев А. А.*, *Лялина Е. В.*, *Калабушкин Б. А.* Гордеинкодирующие локусы как генетические маркеры у ячменя // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2009. Т. 165. С. 32–36).

Pomortsev A. A., *Kudryavtsev A. M.*, *Upelniek V. P.*, *Konarev V. G.* et all. Method of conducting laboratory variety control for groups of agricultural plants (Metodika provedeniya laboratornogo sortovogo kontrolya po gruppam sel'skohozyajstvennyh rastenij), 2004, 96 p. [in Russian] (*Поморцев А. А.*, *Кудрявцев А. М.*, *Упелниек В. П.*, *Конарев В. Г.* и др. Методика проведения лабораторного сортового контроля по группам сельскохозяйственных растений. 2004. 96 с.).

Portyanko V. A., *Pomortsev A. A.*, *Kalashnik N. A.*, *Bogachkov V. I.*, *Sozinov A. A.* The genetic control of avenins and the principles of classification // Russian Journal of Genetics, 1987, vol. 23, no. 5, pp. 845–853 [in Russian] (*Портянко В. А.*, *Поморцев А. А.*, *Калашник Н. А.*, *Богачков В. И.*, *Созинов А. А.* Генетический контроль авенинов и принципы их классификации // Генетика. 1987. Т. 23, № 5. С. 845–853).

Sneath P. H., *Sokal R. R.* Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification, 1973. 200 p.

Zobova N. V., *Onuphrienok T. V.*, *Chuslin A. A.* Polymorphism traits of Siberian barley prolamines // Achievements of Science and Technology of AIC, 2014, no 6, pp. 7–10 [in Russian] (*Зобова Н. В.*, *Онуфриенок Т. В.*, *Чуслин А. А.* Особенности полиморфизма проламинов сортов ячменя, возделываемых в Красноярском крае // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 6. С. 7–10).

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-96-105
УДК:
633.16:631.527:631.526.32(527.1)

П. Н. Николаев[1],
П. В. Поползухин[1],
Н. И. Аниськов[2],
О. А. Юсова[1],
И. В. Сафонова[2]
1Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
644012 г. Омск, пр. Королева 26,
e-mail: sibniish@bk.ru
[2]Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова,
190000 г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42, 44,
e-mail: i.safonova@vir.nw.ru

Ключевые слова:
яровой ячмень, урожайность, стабильность, пластичность, адаптивность, ранг, коэффициент регрессии.

Поступление:
05.03.2018

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО УРОЖАЙНОСТИ В УСЛОВИЯХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

Актуальность. В условиях Омской области наблюдается чередование засушливых, средних по увлажнению и влажных лет (соответственно 40%, 30% и 20%). Это свидетельствует о необходимости использования сортов ячменя с комплексом хозяйственно ценных признаков и свойств, обеспечивающих их высокие урожаи в широком диапазоне варьирования природных условий. **Объектами** исследований являлись 9 сортов ярового ячменя селекции Сибирского НИИ сельского хозяйства, рекомендованные для возделывания в данном регионе. **Материалы и методы.** Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2011–2017 гг. на опытных полях Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенных в южной лесостепи, г. Омск. Площадь делянки 10 м^2, повторность 4-кратная. Норма высева 4 млн. всхожих зерен на 1 га. Агротехника проведения опытов общепринятая для Западно-Сибирского региона. Математическая обработка проведена методом дисперсионного анализа, рассчитаны параметры адаптивности, стабильности и пластичности урожайности. **Результаты.** Средняя урожайность исследуемых сортов ячменя в условиях Омского Прииртышья в среднем составила 3,90 т/га. Величина урожайности ячменя сильно варьировала в зависимости от условий среды и наследственных особенностей сортов, что подтверждается результатами дисперсионного анализа: доля влияния на урожайность фактора «год испытания» составила 77,5%. Лучшие условия для формирования повышенной за период исследований урожайности наблюдались в 2011 и 2015 гг. (5,28 и 5,78 т/га) при максимальном индексе условий окружающей среды (Ij = 1,38 и 1,88 соответственно). Неблагоприятные условия отмечены с 2012 по 2014 гг., урожайность снизилась до 2,33 ÷ 3,54 т/га, при Ij = –0,36 ÷ –1,57. Все исследуемые сорта превышали по урожайности стандарт ‘Омский 91’ на 7,0 ÷ 39,3%. Наиболее адаптивными по урожайности сортами ячменя в условиях Омского Прииртышья являются сорта: ‘Подарок Сибири’, ‘Омский 99’, ‘Омский 100’ и ‘Омский 95’. Сумма рангов перечисленных сортов по общей (ОАС) и специфическая (САС) адаптивной способностям, а также по селекционной ценности генотипа (СцГi), коэффициенту регрессии (bi), вариансе стабильности (S^2di), индексу стабильности (ИС) и устойчивости индекса стабильности (Y) составила 20 ÷ 30 единиц. **Заключение.** Сорта ‘Подарок Сибири’, ‘Омский 99’, ‘Омский 100’ и ‘Омский 95’ обладают высокой адаптивностью и могут обеспечивать высокие стабильные урожаи в широком диапазоне варьирования природных условий Омского Прииртышья.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-96-105

P. N. Nikolaev[1],
P. V. Popolzukhin[1],
N. I. Anisimov[2],
O. A. Yusova[1],
I. V. Safonova[2]
[1]Siberian Research Institute of Agriculture,
26, Prospekt Koroleva, Omsk, 644012, Russia,
e-mail: sibniish@bk.ru
[2]The N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,
42, Bolshaya Morskaya St., St. Petersburg, 190000 Russia,
e-mail: i.safonova@vir.nw.ru

Key words:
spring barley, yield, stability, plasticity, adaptability, rank, regression coefficient.

Received:
05.03.2018

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

EVALUATION OF THE ADAPTIVE PROPERTIES OF SPRING BARLEY VARIETIES ACCORDING TO THEIR YIELD CAPACITY IN THE ENVIRONMENTS OF THE NEAR-IRTYSH AREA IN OMSK PROVINCE

Background. In Omsk Province there is an alternation of dry, medium moisture and wet years (respectively 40%, 30% and 20%). This indicates the need to use barley varieties with a complex of economically valuable traits and properties that ensure their high yields in a wide range of varying environmental conditions. **Objects** of the research were 9 varieties of spring barley developed by the Siberian Research Institute of Agriculture, Russian Academy of Agricultural Sciences, recommended for cultivation in this region. **Materials and methods.** The experimental part of the work was carried out during 2011–2017, on the experimental fields of the Siberian Research Institute of Agriculture, RAAS, located in the southern forest-steppe in the vicinity of Omsk. The plot area was 10 m^2, with 4 repetitions. The sowing rate was 4 million live grains per 1 hectare. Agricultural practice used for the experiments is generally accepted in the West Siberian region. Mathematical processing was carried out by the method of the analysis of variance; yield adaptability, stability and plasticity parameters were calculated. **Results.** The average yield of the studied barley varieties in the environments of Omsk's Near-Irtysh area was 3.90 t/ha – it was the mean value for the period of studies. The barley yield varied greatly depending on environmental conditions and hereditary characteristics of varieties, which was confirmed by the results of the variance analysis: the share of the influence of the "year of testing" factor on the yield was 77.5%. The best conditions for the formation of increased yields during the period of research were observed: in 2011 and 2015 (5.28 and 5.78 t/ha), with a maximum index of environmental conditions (Ij = 1.38 and 1.88, respectively). Unfavorable conditions were noted from 2012 to 2014: yields decreased to 2.33 ÷ 3.54 t/ha, with Ij = –0.36 ÷ –1.57. All studied varieties exceeded the reference 'Omskiy 91' by 7.0 ÷ 39.3%. The most adaptive among barley varieties as far as their yield is concerned in the conditions of Omsk's Near-Irtysh region were the varieties: 'Podarok Sibiri', 'Omskiy 99', 'Omskiy 100' and 'Omskiy 95'. The sum of the ranks of the above varieties according to their general and specific adaptive abilities, breeding value of the genotype, regression coefficient, stability variance, stability index. and steadiness of the stability index was 20–30. **Conclusion.** Varieties 'Podarok Sibiri', 'Omskiy 99', 'Omskiy 100' and 'Omskiy 95' are highly adaptable and can provide high stable yields in a wide range of variation in the natural environments of the Near-Irtysh area in Omsk Province.

Введение

В Российской Федерации яровой ячмень высевается на площади около 9 млн га и занимает второе место после пшеницы среди зерновых культур. Широкое использование в качестве кормовой, продовольственной, и пивоваренной культуры определяет его важное народнохозяйственное значение в зерновом и кормовом балансе России. В Западной Сибири урожай зерна этой ценной культуры подвержен большим колебаниям по годам, что отрицательно сказывается на экономике региона. Наибольшее снижение (в два-три раза) отмечается в засушливые годы.

Благодаря типично континентальному климату Западная Сибирь традиционно считается зоной рискованного земледелия, которая характеризуется коротким вегетационным периодом, поздним прекращением заморозков весной и ранним наступлением их осенью, проявлением региональных типов засух и ливневых осадков. В условиях Омской области наблюдается чередование засушливых, средних по увлажнению и влажных лет (соответственно 40%, 30% и 20%). Это свидетельствует о необходимости возделывания в регионе сортов ярового ячменя с комплексом хозяйственно ценных признаков и свойств, обеспечивающих высокие урожаи в широком диапазоне варьирования природных условий. Сорта должны обладать высокой адаптивностью, наиболее полно отвечать требованиям сельскохозяйственных производителей (Zhuchenko A. A., 1990; Martynov, 1989).

Современное производство нуждается в новых сортах, обладающих потенциальной продуктивностью до 5 т/га и выше, формирующих стабильную урожайность в экстремальные годы. Таким образом, остро стоит проблема создания и внедрения сортов, способных противостоять действию абиотических и биотических стрессоров (Anis'kov et al., 2010; Anis'kov et al., 2007). Для получения высоких стабильных урожаев зерна ярового ячменя большое значение приобретают такие свойства, как адаптивность, пластичность, стабильность.

К сожалению, вопросы адаптивности сортов ячменя в условиях Омского Прииртышья изучены недостаточно. В связи с этим была поставлена ***цель исследования*** – дать всестороннюю оценку экологической адаптивности и пластичности по урожайности пленчатых сортов ячменя селекции ФГБНУ СибНИИСХ.

Материалы и методы

Экспериментальная часть работы проводилась в течении 2011–2017 гг. на опытных полях Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства (ФГБНУ СибНИИСХ), расположенных в южной лесостепи, г. Омск. Почва – чернозем обыкновенный, выщелоченный, содержание гумуса 6–7%. Площадь делянки 10 м^2, повторность 4-кратная. Норма высева 4 млн всхожих зерен на 1 га. Посев произведен селекционной сеялкой ССФК-7. Агротехника проведения опытов общепринятая для Западно-Сибирского региона. Уборка проведена в фазу полной спелости селекционным комбайном Хеге-125.

Объектами исследований, результаты которых представлены в данной статье, являлись 9 сортов ярового ячменя селекции ФГБНУ СибНИИСХ, рекомендованные для возделывания в данном регионе. Ниже приведена краткая характеристика сортов.

‘Омский 91’ (Одесский 100 × К-6848), разновидность *nutans*. Сорт среднеранний, среднеустойчив к полеганию. Устойчивость к засухе ниже средней. Включен в списки пивоваренных и ценных по качеству сортов. Умеренно устойчив к твердой головне; восприимчив к гельминтоспориозу, корневым гнилям; сильновосприимчив к пыльной головне, стеблевой ржавчине; карликовой ржавчиной поражался ниже среднего. Районирован в 2004 году.

‘Сибирский Авангард’ (Медикум 4399 × Линия 728/94), разновидность *medicum*. Сорт среднеспелый, засухоустойчив, устойчив к полеганию. Слабо восприимчив к черной, каменной и пыльной головне. Формирует зерно с содержанием белка, отвечающем требованиям

ГОСТ на пивоваренный ячмень. По продуктивности сорт относится к высокоурожайным. Сорт районирован в 2010 году.

‘Саша’ **(**Медикум 4396 × Медикум 4369), разновидность *medicum*. Сорт среднеспелый, засухоустойчивый. Характеризуется высокой устойчивостью к полеганию, слабо восприимчив к черной и каменной головне, средневосприимчив к пыльной головне. Сорт рекомендуется на кормовые и крупяные цели. Районирован в 2012 году.

‘Омский 90’ (Омский 80 × Донецкий 9), разновидность *medicum*. Сорт среднеспелый, устойчивость к полеганию и засухе средняя. Отличается пониженным содержанием белка. Включен в списки пивоваренных и ценных по качеству сортов. Среднеустойчив к пыльной и твердой головне, ржавчинам и гельминтоспориозным пятнистостям. Районирован в 2000 году.

‘Омский 95’ (Тогузак × Омский 88), разновидность *nutans*. Среднеспелый, по устойчивости к полеганию и засухоустойчивости на уровне стандарта. Ценный по качеству зерна. Восприимчив к твердой головне и гельминтоспориозу; сильно восприимчив к пыльной головне и корневым гнилям. Районирован в 2007 году.

‘Омский 96’. Получен путем отбора *in vitro* на каллусогенной среде из гибридной популяции F_4 (Нутанс 4382 × Нутанс 88), разновидность *nutans*. Сорт среднерослый, раннеспелый. Устойчив к полеганию, неустойчив к пыльной головне. Основное достоинство сорта – сочетание скороспелости с повышенной засухоустойчивостью. Районирован в 2008 году.

‘Омский 99’ (Омский 89 × Паллидум 4466), разновидность *pallidum*. Сорт относится к лесостепной экологической группе, засухоустойчив, среднеспелый. Слабо восприимчив к черной и пыльной головне, практически устойчив к каменной головне. По продуктивности сорт относится к высокоурожайным в условиях Западной Сибири. Районирован в 2015 году.

‘Омский 100’ (Медикум 4365 × Медикум 4549), разновидность *medicum*. Сорт характеризуется повышенным содержанием белка и высокой продуктивностью. Рекомендуется на кормовые и крупяные цели. Передан на ГСИ в 2015 г.

‘Подарок Сибири’ (Медикум 4369 × Медикум 4396) разновидность *medicum*. Формирует зерно, отвечающее требованиям ГОСТ на пивоваренный ячмень. Рекомендуется на пивоваренные цели. Передан на ГСИ в 2015 г.

Оценки и учеты проведены согласно методике ВИР по изучению коллекции ячменя и овса (Loskutov et al., 2012). Математическую обработку с целью выявления существенных различий проводили методом дисперсионного анализа (Dospekhov, 1985). Рассчитаны параметры адаптивности, стабильности и пластичности (Eberhart et al., 1966; Hangil'din, 1977; Kil'chevskij et al., 1989; Udachin et al., 1990;).

По данным гидрометеорологического центра (ОГМС), в черте г. Омска в период исследований с 2011 по 2017 гг. сложились контрастные условия (рисунок).

Периоды вегетации 2011 и 2014 гг. характеризуются засушливыми условиями (ГТК 0,90–0,92), очень сухими в период вегетации 2012 г. (ГТК 0,69), сухими и холодными в 2015 г. (0,70). Достаточным увлажнением отличался период вегетации 2013 года (ГТК = 0,99). Среднемноголетнее значение ГТК составляет 0,82, что означает засушливые условия.

Период формирования зерновки ячменя (третья декада июля – август) характеризовался недобором количества осадков в 2011, 2012, 2014, 2016 и 2017 гг., а также в июле 2015 г. (13 ÷ 95% к норме), что, несомненно, отразилось на урожайности культуры. На этом фоне наблюдается превышение средних температур воздуха в июле 2011 г., июле – августе 2012, 2016 и 2017 гг., августе 2014 г. (+0,4 ÷ +3,2°С) и недобор их в августе 2011 г., в июле 2013, 2014 гг. (–0,6 ÷ –3,4°С).

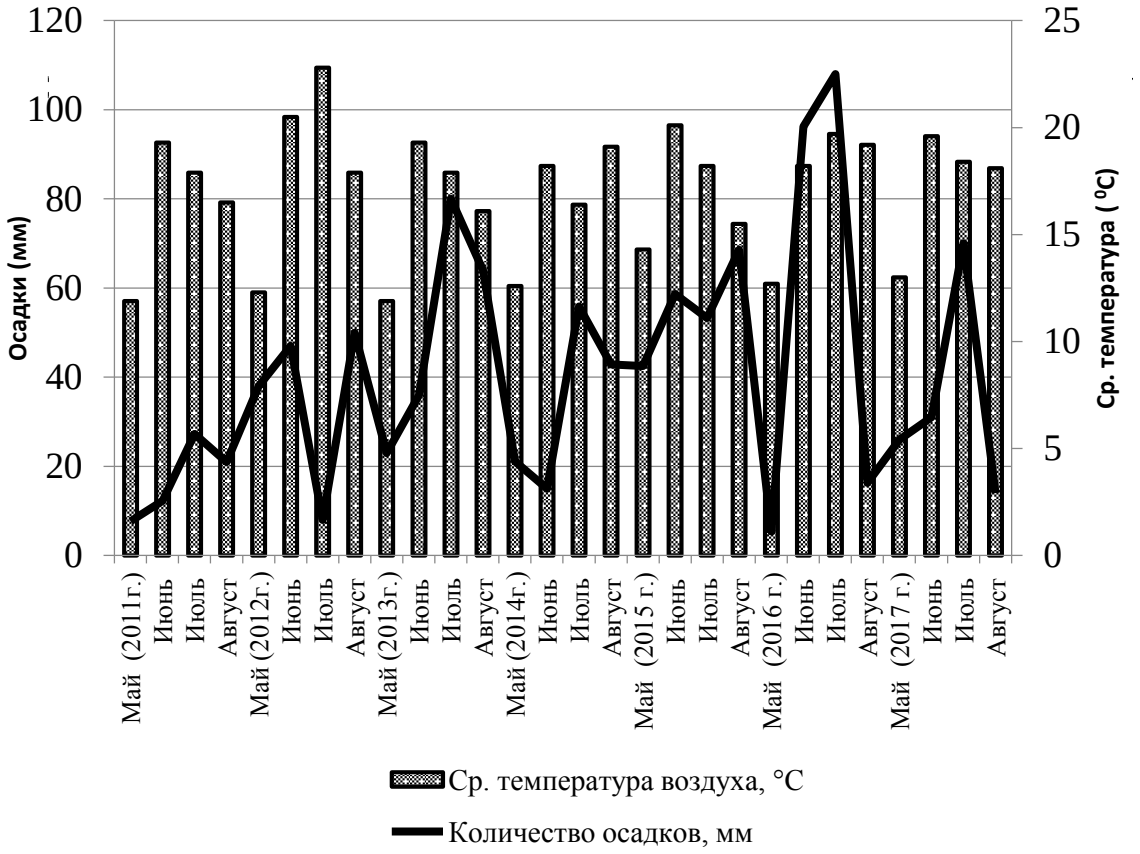


Рисунок. Характеристика вегетационных периодов 2011–2017 гг. (г. Омск)
Figure. Characteristics of the growing seasons in 2011–2017 (Omsk)

Результаты и обсуждение

Согласно данным проведенного изучения сортов ячменя в условиях Омского Прииртышья, урожайность, при сильном ее варьировании в зависимости от условий среды и наследственных особенностей сортов, составила в среднем 3,90 т/га за исследуемый период, Метеорологические условия периода вегетации в годы исследований складывались контрастно как по температуре воздуха, так и по сумме выпавших осадков и довольно полно отражали особенности южной лесостепи Омской области. Лучшие условия для формирования высокой урожайности наблюдались в 2011 и 2015 гг. (5,28 и 5,78 т/га соответственно), при максимальном индексе условий окружающей среды (Ij = 1,38 и 1,88 соответственно; табл. 1).

Неблагоприятные условия отмечены с 2012 по 2014 гг., урожайность снизилась до 2,33 ÷ 3,54 т/га, при Ij = –0,36 ÷ –1,57. Все исследуемые сорта превышали по урожайности стандарт ‘Омский 91’ на 7,0 ÷ 39,3%.

Таблица 1. Урожайность сортов ярового ячменя, т/га (г. Омск)

Table 1. Yield of spring barley varieties, t/ha (Omsk)

Сорт	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	yi	± st., %
Омский 91, st.	4,45	2,39	2,21	3,26	5,25	2,41	2,49	3,21	100
Сибирский Аван-гард	5,53	1,94	2,84	3,10	6,24	2,95	2,85	3,64	+13,3
Саша	5,68	2,47	3,28	3,26	6,44	4,02	4,54	4,24	+32,1
Омский 90	4,62	2,36	2,28	3,65	5,10	1,85	4,19	3,44	+7,0
Омский 95	5,31	2,22	3,42	4,22	5,91	2,11	5,18	4,05	+26,2
Омский 96	5,43	2,38	2,11	2,98	4,82	3,12	4,69	3,65	+13,6
Омский 99	5,03	1,25	3,37	4,28	5,32	4,08	4,92	4,03	+25,7
Омский 100	5,82	2,77	3,46	3,72	6,55	3,96	5,01	4,47	+39,3
Подарок Сибири	5,66	3,19	3,44	3,36	6,43	3,61	5,16	4,41	+37,3
yj	5,28	2,33	2,93	3,54	5,78	3,12	4,33	3,90	–
Ij	+1,38	–1,57	–0,97	–0,36	+1,88	+0,78	+0,43	–	–
$НСР_{05}$	0,42	0,60	1,73	1,0	0,29	0,50	0,60	–	–

Примечание: Ij – индекс условий окружающей среды, yi – среднее по сорту, yj – среднее по году, st. – стандарт.

Для оценки адаптивной способности сортов необходимо выразить ее в математическом выражении. Для чего существует ряд методов. На первом этапе, для установления существенности вкладов сортов и лет испытаний, а также их взаимодействий, используется дисперсионный анализ. Достоверность различий определяется по F-критерию. Этот анализ показал высокую значимость влияния эффектов среды (фактор А = 77,5%). Доля взаимодействия факторов (А*Б) превышала долю влияния сорта (12,8 и 9,7% соответственно; табл. 2).

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа урожайности сортов ярового ячменя (2011–2017 гг., г. Омск)
Table 2. Results of the variance analysis of yields of spring barley varieties (2011–2017, Omsk)

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степень свободы	Среднее квадратичное	$F_{факт}$	F_{05}	Вклад факторов, %
Общая	113,7	63	–	–	–	–
Сорта (фактор А)	11,0	6	1,83	6,2	3,7	9,7
Годы (фактор Б)	88,13	8	11,03	37,1	3,0	77,5
Взаимодействие (А*Б)	14,57	49	0,297	–	–	12,8

Это дает возможность перейти к следующему этапу анализа (Kil'chevskij et al., 1989), который позволяет одновременно анализировать общую и специфическую адаптивную способность сортов и давать оценку среде как фону для отбора. Под адаптивной способностью понимается способность сорта поддерживать свойственное ему значение признака в определенных условиях среды. Общая адаптивная способность сорта (ОАС) характеризует среднее значение признака в различных условиях среды. Специфическая адаптивная способность (САС) – это отклонение от ОАС в определенной среде. Для одновременной оценки сорта по продуктивности и стабильности предлагается использовать показатели селекционной ценности генотипа (СцГi). Учитывая большое разнообразие сортов в экологическом испытании, большой интерес представляет адаптивная способность и стабильность конкретного сорта. Анализ сортов селекции селекции ФГБНУ СибНИИСХ приведен в таблице 3.

Таблица 3. Параметры адаптивной способности и стабильности сортов ярового ячменя
Table 3. Parameters of adaptability and stability of spring barley varieties

Сорт	По А. В. Кильчевскому, Л. В. Хотылевой (Kil'chevskij et al.,1989)			По Eberhart S. A., Russell W. A. (Eberhart et al.,1966)		По В. В. Хангильдину (Hangil'din, 1977)	По Р. А. Удачину (Udachin et al., 1990)
	ОАС	САСi	Сц Гi	bi	S^2di	ИС	Y, %
Омский 91, st.	-0,7	1,2	1,4	0,83	2,6	13,7	87,6
Сибирский Авангард	-0,26	1,52	1,3	1,2	3,8	14,3	68,5
Саша	+0,34	1,33	2,22	1,3	4,4	12,5	46,4
Омский 90	-0,46	1,17	1,66	0,78	2,3	13,7	41,6
Омский 95	+0,15	1,38	1,96	1,02	3,2	16,5	37,3
Омский 96	-0,25	1,22	1,80	0,89	2,8	15,5	52,3
Омский 99	+0,13	1,18	2,23	1,02	2,6	19,2	58,2
Омский 100	+0,57	1,27	2,54	1,2	3,4	11,7	37,6
Подарок Сибири	+0,51	1,09	2,75	1,03	2,7	16,6	78,9

Примечание: ОАС – общая адаптивная способность, САСi – специфическая адаптивная способность, Сц Гi – селекционная ценности генотипа, bi – коэффициент регрессии, S^2di – варианса стабильности, ИС – индекс стабильности, Y – устойчивость индекса стабильности.

Установлено, что лучшими по общей адаптивной способности являются сорта: ‘Омский 100’, ‘Подарок Сибири’, ‘Саша’, ‘Омский 99’. Что касается стабильности, то предпочтение отдают сортам с более низким значением показателя специфической адаптивной способности.

Самым стабильным оказался высокоурожайный сорт ‘Подарок Сибири’, что подтверждает возможность сочетания в

генотипах продуктивности и экологической стабильности. Селекционная ценность генотипов, характеризующая баланс продуктивности и стабильности, указывает на сочетание этих признаков у сортов ‘Подарок Сибири’, ‘Омский 100’, ‘Омский 99’, ‘Саша’.Еще одна широко распространенная методика (Eberhart et al., 1966), основана на расчете двух параметров, коэффициента регрессии (bi), характеризующего реакцию сортов на изменение условий выращивания. Дополнительной характеристикой изучения служит варианса стабильности (S^2di), которая указывает, насколько стабилен сорт в этих условиях. Из проведенных расчетов к группе сортов, имеющих bi>1, относятся ‘Саша’, ‘Сибирский Авангард’ и ‘Омский 100’ (bi = 1,2 ÷ 1,3). Перечисленные сорта характеризуются большой отзывчивостью на улучшение условий выращивания.

К сортам, имеющим bi<1, относятся ‘Омский 96’, ‘Омский 91’, ‘Омский 90’, которые лучше использовать на экстенсивном фоне, поскольку они способны дать максимальную урожайность при минимальных затратах. У сортов ‘Омский 95’, ‘Омский 99’, ‘Подарок Сибири’ bi = 1, это означает, что их урожайность меняется в зависимости от изменений условий выращивания. Согласно расчетам вариансы стабильности, к группе наиболее стабильных сортов возможно отнести сорта ‘Омский 90’, ‘Омский 91’, ‘Омский 99’, ‘Подарок Сибири’ и ‘Омский 96’ (S^2di = 2,3 ÷ 2,8).

Для определения стабильности также используют индекс стабильности ИС (Hangil'din, 1977). Этот индекс В. В. Хангильдин считает важной характеристикой сорта и подчеркивает, что сорта с большим индексом могут быть представлены как более стабильные, т. е. более приспособленные к данным условиям. Согласно индексам стабильности, большей устойчивостью к лимитирующим факторам среды обладают такие сорта, как ‘Омский 99’, ‘Подарок Сибири’, ‘Омский 95’, ‘Омский 96’, ‘Сибирский Авангард’ (ИС = 14,3 ÷ 19,2). Сорта ‘Омский 90’, ‘Омский 91’, ‘Саша’, ‘Омский 100’ характеризуются как менее стабильными (ИС = 11,7 ÷ 13,7).

Показатель устойчивости индекса стабильности (Y) оценивает изменчивость стабильности сорта (Udachin et al., 1990). Чем меньше он варьирует, тем более стабилен сорт по урожайности. Анализ этого параметра позволил установить, что высокая стабильность наблюдается у сортов: ‘Омский 95’, ‘Омский 100’, ‘Омский 90’, ‘Саша’ (Y = 37,3 ÷ 46,4), низкий уровень стабильности – у сортов ‘Омский 91’, ‘Подарок Сибири’, ‘Сибирский Авангард’ (Y = 52,3 ÷ 87,6).

При практическом сравнении оценок различных количественных методов расчета адаптивности сортов часто используется метод ранжирования, и окончательная оценка проводиться по сумме рангов. Считаем, что сорта с меньшей суммой рангов более адаптивны (табл. 4). Ранжирование данного набора сортов показало преимущество сортов ‘Подарок Сибири’, ‘Омский 99’, ‘Омский 100’, ‘Омский 95’.

Таблица 4. Ранжирование сортов ярового ячменя по показателям адаптивности, определенными разными методами
Table. 4. Ranking of spring barley varieties in terms of adaptability defined by different methods

Сорт	Ранг							Сумма рангов
	ОАС	АСi	Сц Гi	bi	S^2di	ИС	Y, %	
Омский 91, st.	9	4	8	6	2	6	9	44
Сибирский Авангард	7	9	9	2	7	5	7	47
Саша	3	7	4	1	8	7	4	34
Омский 90	8	2	7	7	1	6	3	34
Омский 95	4	8	5	4	5	3	1	30
Омский 96	6	5	6	5	4	4	5	35
Омский 99	5	3	3	4	2	1	6	24
Омский 100	1	6	2	2	6	8	2	27
Подарок Сибири	2	1	1	3	3	2	8	20

Примечание: ОАС – общая адаптивная способность, САСi – специфическая адаптивная способность, Сц Гi – селекционная ценности генотипа, bi – коэффициент регрессии, S^2di – варианса стабильности, ИС – индекс стабильности, Y – устойчивость индекса стабильности.

Заключение

1. Результаты дисперсионного анализа позволили установить доминирующее влияние на урожайность фактора «год испытания» (77,5%), что характерно для резко континентального климата Западной Сибири.

2. Наиболее адаптивными по урожайности сортами ячменя в условиях Омского Прииртышья являются сорта: ‘Подарок Сибири’, ‘Омский 99’, ‘Омский 100’, ‘Омский 95’ (сумма рангов составила 20 ÷ 30).

Работа выполнена в рамках государственного задания ВИР (№ 0662-2018-0015, по АААА-А16-116040710369-4).

References/Литература

Zhuchenko A. A. Adaptive crop production (ecological and genetic basis). Kishinev : Shtinica, 1990. 432 p. [in Russian] (*Жученко А. А.* Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Кишинев : Штиница, 1990. 432 с.).

Martynov S. P. Estimation of ecological plasticity of varieties of agricultural crops // Agricultural biology. 1989, no. 3, pp. 124–128 [in Russian] (*Мартынов С. П.* Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур // С.-х. биология. 1989. № 3. С. 124–128).

Anis'kov N. I., Popolzukhin P. V. Spring barley in Western Siberia (Breeding,

seed production, varieties): monograph. Omsk : Variant-Omsk, 2010, 338 p. [in Russian] (*Аниськов Н. И., Поползухин П. В.* Яровой ячмень в Западной Сибири (Селекция, семеноводство, сорта): монография. Омск : Вариант-Омск, 2010. 338 с.).

Anis'kov N. I., Kalashnik N. A., Kozlova G. YA., Popolzuhin P. V. Holozerny barley in Western Siberia: monograph. Omsk : OOO "Publishing and printing center" "Sphere ", 2007, 160 p. [in Russian] (*Аниськов Н. И., Калашник Н. А., Козлова Г. Я., Поползухин П. В.* Голозерный ячмень в Западной Сибири: монография. Омск : ООО «Издательско-полиграфический центр «Сфера», 2007. 160 с.).

Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blinova E. V. Methodological guidance directory for studing and maintaining VIR's collections of barley and oat. St. Peterburg, VIR, 2012, 63 pp. [in Russian] (*Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В.* Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб. : ВИР, 2012, 63 с.).

Dospekhov B. A. Methods of field experience. Moscow : Agropromizdat, 1985, 352 p. [in Russian] (*Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 352 с.).

Kil'chevskij A. V., Hotyleva L. V. Genotype and environment in plant breeding. Minsk : Science and Technology, 1989, 191 p. [in Russian] (*Кильчевский А. В., Хотылева Л. В.* Генотип и среда в селекции растений. Минск : Наука и техника, 1989. 191 с.).

Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing vatiiieties // Crop. sci. 1966, vol. 6, no. 1, pp. 36–40 [in Russian] (*Эберхарт С. А., Рассел В. А.* Параметры устойчивости для сравнения урожаев // Культура. Наука. 1966. Т. 6, № 1. С. 36–40).

Udachin R. A., Golovochenko A. P. Methods for assessing the ecological plasticity of wheat varieties // Selection and Seed Growing. 1990, no. 5, pp. 2–6 [in Russian] (*Удачин Р. А., Головоченко А. П.* Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // Селекция и семеноводство. 1990. № 5. С. 2–6).

Hangil'din V. V. The homeostasis of grain harvest components and the prerequisites for the creation of a spring wheat model. Genetic analysis of quantitative plant characteristics. Ufa : BF ANSSSR, 1979, pp. 5–39 [in Russian] (*Хангильдин В. В.* Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы. Генетический анализ количественных признаков растений. Уфа : БФ АНСССР, 1979. С. 5–39).

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-106-117
УДК 631.52:635.132

Д. В. Соколова

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР), Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44
e-mail: dianasokol@bk.ru

Ключевые слова:
столовая свекла, адаптивность, пластичность, стабильность, окружающая среда

Поступление:
13.03.2018

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ФОРМИРОВАНИЕ ПРИЗНАКОВОЙ ГРУППЫ КОЛЛЕКЦИИ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ ВИР: ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ

Актуальность. Для решения практических задач селекции большое значение имеет информация об особенностях реакции генотипов на разные условия местообитания. Столовая свекла (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) имеет важное продовольственное значение. Она входит в тройку самых распространенных овощных культур России и выращивается во многих природно-климатических зонах. Эколого-географический подход к изучению коллекционных образцов ВИР при работе с коллекцией столовой свеклы является исторически сложившимся и обязательным. На сегодняшний день поиск и создание исходного высокоурожайного и пластичного материала для селекции адаптивных сортов столовой свеклы является актуальным направлением в селекции столовой свеклы. Анализ генотип-средового взаимодействия позволяет дать всестороннюю характеристику каждому образцу, выявить его потенциальные возможности, уровень пластичности и ареал. Оценка уровня стабильности урожайности в разных почвенно-климатических зонах выращивания показывает целесообразность размещения того или иного сорта в конкретных условиях. **Материалы и методы.** Оценку адаптивного потенциала 21 образца столовой свеклы из коллекции ВИР проводили по статистическим параметрам, рассчитанным по урожайности корнеплодов. Наблюдения и учеты проводили согласно Методическим указаниям ВИР. **Результаты.** Испытание набора образцов столовой свеклы выявило значительное их разнообразие по экологической пластичности и стабильности, показало целесообразность их размещения в разных агроклиматических зонах. Анализ данных определил наиболее адаптивные сорта различных сортотипов, характеризующиеся наибольшей урожайностью и стабильностью в различных географических пунктах выращивания. В результате проведенного изучения была сформирована признаковая группа наиболее адаптивных сортов столовой свеклы широкого ареала: ‘Agyptische’ (к-642), ‘Detroit dark red turnip improved’ (к-1757), ‘Perfected Detroid Dark Red’ (к-1815) и ‘Прыгажуня’ (к-3064). Идентифицированные образцы столовой свеклы могут быть рекомендованы для включения в селекционные схемы получения новых сортов и гибридов столовой свеклы в качестве источника адаптивности.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-106-117

D. V. Sokolova

The N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42–44, Bolshaya Morskaya St., St. Petersburg, 190000, Russia,
e-mail: dianasokol@bk.ru

Key words:
table beet, adaptability, plasticity, stability, environment.

Received:
13.03.2018

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

FORMATION OF THE TRAIT-SPECIFIC GROUP IN VIR'S TABLE BEET COLLECTION: ENVIRONMENTAL PLASTICITY AND STABILITY

Background. Information on the characteristics of the reaction of genotypes to different habitat conditions is of great importance for solving practical problems of breeding. Table beet (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) has great food significance. It is among the three most common vegetable crops in Russia and is grown in many climatic zones. The ecogeographic approach in evaluating VIR's beet collection accessions is historically justified and mandatory. The analysis of the genotype-environment interaction makes it possible to give a comprehensive description to each accession, and reveal its potential capabilities, the level of plasticity, and the habitat. Estimation of the level of crop yield stability in different soil and climate zones of cultivation shows the expediency of placing a variety in specific conditions. **Materials and methods.** Included in the experiment were 21 table beet collection accessions of five different variety types varying both in morphological features and in their origin. Evaluation of the adaptive potential of beet varieties was carried out according to the statistical parameters calculated on the basis of the crop's root yields. The account was made according to VIR's Methodical Guidelines for the evaluation and preservation of the world collection of root crops. **Results and conclusion**. Testing of a set of table beet accessions revealed significant variability in their environmental plasticity and stability, and showed the expediency of their placement in different agroclimatic zones. Analysis of the data identified the most adaptive varieties of different types, characterized by the highest yield and stability in different geographical sites of cultivation. As a result of the evaluation, a trait-specific group of the most adaptive table beet varieties with a broad geographic area of distribution was formed: 'Agyptische' (k-642), 'Detroit dark red turnip improved' (k-1757), 'Perfected Detroid Dark Red'(k-1815), and 'Prygaruzhnya' (k-3064). The identified accessions of table beet can be recommended for use as source material for breeding for adaptability.

Введение

Индустриальные способы производства сельскохозяйственной продукции требуют применения сортов и гибридов столовой свеклы, обладающих высокой урожайностью и рядом характеристик, обеспечивающих высокую экономическую эффективность. Известно, что новые сорта, которые значительно превосходят старые по урожайности, не дают ожидаемый эффект при выращивании в производстве в различных эколого-географических условиях. Это обусловлено, в определенной мере, и недооценкой признаков адаптивности сортов. Высокоурожайные сорта не дают ожидаемого результата при выращивании их в различных регионах и реализуют свой потенциал лишь на 50–60%. На сегодняшний день поиск и создание исходного высокоурожайного и пластичного материала для селекции адаптивных сортов является актуальным направлением в селекции столовой свеклы. Для создания таких сортов необходимо вводить в селекционные схемы хорошо изученный пластичный материал.

Коллекция столовой свеклы ВИР уникальна своим разнообразием и происхождением. Она представляет богатый материал для изучения и создания перспективного исходного материала культуры.

Цель наших исследований – оценка составляющих адаптивного потенциала у набора образцов столовой свеклы при их испытании в различных почвенно-климатических зонах. Неотъемлемыми свойствами адаптивности сортов являются пластичность и стабильность. Под экологической пластичностью подразумевается степень модифицируемости или изменчивости признака, позволяющая организму, как носителю генотипа, адаптироваться к изменяющимся условиям среды (способность к изменчивости). Чем шире амплитуда колебании признака под влиянием среды, тем более пластичен генотип (Kravchenko, 2010). Стабильность рассматривается как способность сорта сохранять относительное постоянство признаков при изменении условий среды. Для вычисления этого показателя можно использовать временной фактор (изменчивость по годам), а также пространственный фактор (различные географические точки выращивания).

Материалы и методика исследований

В опыт включили 21 коллекционный образец из постоянного каталога столовой свеклы пяти сортотипов, различающихся как по морфологическим признакам, так и по происхождению (табл. 1). Наибольшим количеством сортов представлен сортотип Бордо, как наиболее распространенный тип по форме корнеплода – округло-овальный.

Таблица 1. Группировка изученных образцов столовой свеклы по сортотипу
Table 1. Grouping of the evaluated table beet accessions according to the type of variety

Сортотип	№ ПК ВИР	Название образца	Происхождение
Бордо (Детройт)	13	Rouge a salade de Trevise	Франция
	25	Lange dicke dunkellaubige extra	Нидерланды
	270	Goldier's super black beet	Англия
	1757	Detroit dark red turnip improved	Франция
	1815	Perfected Detroid Dark Red	Канада
	2873	Bikor	Нидерланды
	3064	Прыгажуня	Беларусь
	3113	AsmerDetroit 72	Англия

Сортотип	№ ПК ВИР	Название образца	Происхождение
Египетская плоская	642	Agyptische	Чехословакия
	3160	Rouge noir plate d'Egypte	Алжир
	3599	Egypte	Алжир
Зеленолистная	220	Kamerun	Дания
	1825	Gutz Green leaf	США
	2221	Long Season Harris	США
Кросби (Египетская округлая)	1862	Столовая	Россия
	1983	Round enoislongue	Франция
	2011	Betterowe Potagere	Алжир
	2040	Avonearly	Италия
	3197	Betina	Чехословакия
Циллиндрическая	1942	Catterall's Intermediate	Чехословакия
	3196	Renova	Чехословакия

Экспериментальную часть работы проводили по единой методике в 2014–2016 гг. одновременно в трех пунктах: в НПБ (научно-производственная база) Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР (г. Пушкин, Ленинградская обл.), в НИО Генофонда и биоресурсов растений (ВСТИСП), (г. Михнево, Московская обл.) и в филиале Майкопская опытная станция ВИР (г. Майкоп, Краснодарский край). Почвенно-климатические условия в пунктах изучения коллекции свеклы значительно различались. Почвы в Пушкине преимущественно дерново-подзолистые, супесчаные; в Михнево – суглинистые и глинистые; в Майкопе – черноземовидные, тяжело суглинистые. Все сорта изучали на естественном фоне (без внесения удобрений и без защиты посевов от вредных насекомых). Наблюдения и учеты проводили согласно Методическим указаниям по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов (Burenin, 1989). Погодные условия носили контрастный характер.

В 2014 году температура воздуха на филиале Майкопская ОС ВИР и в НИО Генофонда и биоресурсов растений (ВСТИСП; Московская обл.) была на уровне средних многолетних значений. При этом, осадки распределялись неравномерно. Отсутствие дождей в период посев-появление всходов во ВСТИСП задержало развитие молодых растений. В Пушкине же вегетационный период 2014 года отличался повышенной температурой воздуха в течение всего лета (среднемесячные температуры на 2–5°С выше среднемноголетних). При этом в июле высокая дневная температура воздуха (+22,4°С) и недостаток влаги в почве сдерживали рост корнеплода.

В 2015 году температура воздуха держалась на уровне среднемноголетних данных. В Московском регионе выпало значительное (на 83% больше среднемноголетних наблюдений) количество осадков, большая часть которых была зарегистрировано в период с мая по июль.

2016 год характеризовался обильными осадками во всех пунктах изучения (рис. 1). Сумма осадков за вегетационный период превысила средние многолетние наблюдения и составила: в Пушкине – 45%, в Майкопе – 59%, в Московской обл. (Михнево) – 64%. Надо отметить, что периоды проливных дождей чередовались с засушливыми периодами. Так, в мае – июне в Пушкине рост молодых растений ограничивался недостатком осадков. В следующие два месяца избыток осадков привел к остановке растений в развитии и угрозе потери всех посевов из-за избыточного переувлажнения. В Майкопе же лимитирующим стали

ограниченные осадки в июле – это период активного нарастания корнеплода у столовой свеклы. Таким образом, особенности погодных условий за период изучения дают возможность оценить реакцию генотипов сортов на контрастные погодные условия как по пунктам изучения, так и по годам.

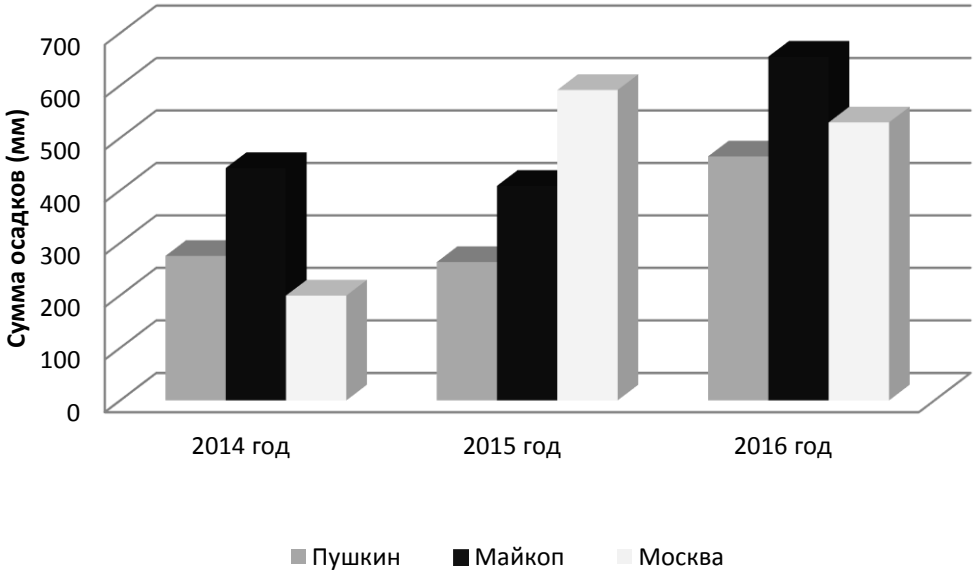


Рис. 1. Сумма осадков в пунктах изучения (май – сентябрь), мм
Fig. 1. Precipitation totals in the sites of evaluation (May – September), mm

Широту ареала оценивали по индексу экологической пластичности (Jsp) (Eberhart, Rassel, 1966):

Jsp = Ss/Sk, где

Jsp – индекс экологической пластичности образца;

Ss – урожайность образца;

Sk – средняя урожайность всех образцов выборки.

Экологическую пластичность и стабильность оценивали по Е. А. Эберахарту и В. А. Расселу (Eberhart, Rassel, 1966) в методической версии В. З. Пакудина (Pakudin, Lopatina, 1984). Пластичность образцов оценивали по коэффициенту регрессии (bi), характеризующему среднюю реакцию сорта на изменение условий среды. Стабильность оценивали по дисперсии (σ^2 d). Статистическую обработку результатов проводили с использованием программного обеспечения MS Excel.

Результаты и обсуждение

Известно, что генотип-средовое взаимодействие является главной причиной различия по урожайности сортов культурных растений, выращиваемых в разных пунктах или в разные годы. Информация об особенностях реакции генотипов на условия среды имеет большое значение для решения практических задач селекции. Роль среды в выявлении сортовых признаков определил Н. И. Вавилов (Vavilov, 1934). Он считал также важным поиск экологических фонов для оценки исходного материала.

В любой популяции присутствует часть генотипов с широкой нормой реакции, что позволяет сохранить жизнеспособность и размножение организмов в меняющихся условиях местообитания. При этом обеспечивается рекомбинация генов, служащая главным источником наследственной изменчивости. В этом случае наблюдается устойчивость генотипов к внешним воздействиям, которая проявляется, в том числе и в расширении ареала распространения. Оценка образцов по экологической пластичности представляет интерес для практической селекции и для теоретического изучения.

В меняющихся условиях произрастания модификационная изменчивость может резко возрастать, что позволяет дифференцировать генофонд и выделить из популяции лучшие генотипы. Большей модификационной изменчивостью отличаются те признаки, на развитие которых оказывает влияние большое число различных факторов среды (Savickij, 1940). Растения свеклы столовой одного и того же сорта генетически неоднородны, поэтому они по-разному реагируют на условия среды. Происходящие при этом изменения фенотипа являются результатом реакции взаимодействия генотипа и условий внешней среды. У свеклы наиболее варьирующими являются признаки вегетативных органов, наименее варьируемыми – признаки генеративных органов. Столовая свекла является двулетним аллогамным растением, и изменения фенотипа могут касаться растений как на первом году вегетации, так и на втором. В исследованиях для сравнительного анализа была выбрана урожайность корнеплодов на первом году вегетации.

В нашем опыте наблюдались значительные различия урожайности сортов в зависимости от года и пункта изучения (табл. 2). Средняя урожайность по сортам составила 15,7 т/га, она менялась от 12,1 до 19,7 т/га. Максимальная средняя урожайность в опыте получена у сорта ‘Detroit dark red turnip improved’ (к-1757, Франция) и составила 19,7 т/га. Она варьировала от 13,9 т/га в Пушкине до 29,7 т/га в Майкопе. Средняя минимальная урожайность была отмечена в 2016 году в Пушкине – 10,3 т/га. Средняя максимальная урожайность получена в 2015 году в филиале Майкопская ОС ВИР – 20,6 т/га. По показателю среднеквадратического отклонения можно выделить наиболее пластичные сорта: ‘Kamerun’ и ‘Long Season Harris’ (CV – 42,9 и 45,9% соответственно) и наименее пластичный сорт ‘Egypte’ (CV – 14,3%).

Формирование группы образцов коллекции ВИР по признаку адаптивности включает три этапа. На первом этапе все образцы оценивали по широте ареала, что позволило выделить группу, дающую во всех пунктах изучения урожай выше среднего. Для оценки широты ареала использовали индекс экологической пластичности (Jsp). Изучаемые коллекционные образцы столовой свеклы дифференцировали на четыре группы (табл. 3) по уровню урожайности (т/га): Ш – широкого ареала (урожайность в течение трех лет в трех пунктах выше средней по группе); С – среднего ареала (выше в двух пунктах); У – узкого ареала (выше в одном пункте) и ОУ – очень узкого ареала (уступали среднему в трех пунктах)

Таблица 2. Урожайность образцов столовой свеклы коллекции ВИР, т/га (2014–2016 гг.)
Productivity of table beet accessions from VIR's collection, t/ha (2014–2016)

№ каталога ВИР	Название образца	Пушкин*			Майкоп*			Москва*			$\overline{X}$	CV,%
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016		
13	Rouge a salade de Trevise	11,9	13,2	9,2	13,2	22,4	18,5	14,5	13,2	11,9	14,2	26,1
25	Lange dick edunkellaubige extra	12,5	12,5	8,6	19,8	24,4	20,5	19,1	11,2	18,5	16,4	30,4
220	Kamerun	10,6	5,9	8,6	29,7	19,8	18,5	21,8	13,9	16,5	16,1	42,9
270	Goldier's super black beet	15,2	17,2	9,9	29,0	26,4	24,4	18,5	15,2	19,1	19,4	29,6
642	Agyptische	12,5	14,5	11,2	21,1	19,1	20,5	21,8	12,5	17,8	16,8	23,3
1757	Detroit dark red turnip improved	15,8	14,5	13,9	25,1	27,1	19,8	25,7	16,5	18,5	19,7	24,4
1815	Perfected Detroid Dark Red	15,2	17,2	13,2	24,4	19,8	20,5	23,8	19,1	19,8	19,2	17,9
1825	Gutz Green leaf	9,2	8,6	9,2	15,2	18,5	14,5	17,2	9,2	13,9	12,8	28,2
1862	Столовая	11,2	17,2	9,9	11,2	17,2	11,2	13,2	13,2	16,5	13,4	20,1
1942	Catterall's Intermediate	17,2	21,1	9,9	19,1	21,8	16,5	20,5	17,2	14,5	17,5	20,0
1983	Round enoislongue	18,5	15,8	13,2	11,9	19,8	13,2	21,1	19,8	17,2	16,7	19,0
2011	Betterowe Potagere	15,2	12,5	7,9	16,5	19,1	18,5	17,2	12,5	11,9	14,6	23,7
2040	Avon early	18,5	17,8	14,5	19,1	25,7	13,9	20,5	18,5	17,8	18,5	17,5
2221	Long Season Harris	10,6	11,9	7,3	9,9	31,7	17,2	11,9	15,2	16,5	14,7	45,9
2873	Bikor	15,8	15,8	9,9	13,9	17,2	16,5	21,1	17,2	19,8	16,4	18,7
3064	Прыгажуня	15,8	20,5	10,6	21,8	26,4	23,8	21,1	17,8	15,2	19,2	23,8
3113	Asmer Detroit 72	13,2	14,5	10,6	11,9	11,9	11,2	19,1	10,6	12,5	12,8	19,6
3160	Rouge noir plate d'Egypte	9,9	11,9	7,9	13,2	16,5	13,9	13,9	12,5	11,9	12,4	18,8
3196	Renova	8,6	17,2	8,6	11,2	22,4	15,8	11,9	11,2	15,2	13,6	31,3
3197	Betina	9,2	16,5	10,6	8,6	15,8	14,5	13,2	11,2	11,9	12,4	21,4
3599	Egypte	9,2	12,5	11,9	10,6	9,9	13,2	13,2	14,5	13,9	12,1	14,3
	$\overline{X}$	13,1	14,8	10,3	17,0	20,6	17,0	18,1	14,4	15,7		
	НСР05	1,1			2,7			0,9				

*Пушкин – НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», Майкоп – филиал Майкопская ОС ВИР, Москва – НИО Генофонда и биоресурсов растений (ВСТИСП)

Как видно из таблицы 3, изучаемые образцы столовой свеклы распределены нами по группам примерно в одинаковом соотношении (24–33%); исключение составляет группа среднего ареала (19% образцов). Стабильно высокой продуктивностью за годы исследований характеризовались сорта ‘Agyptische’ (к-642), ‘Detroit dark red turnip improved’ (к-1757), ‘Perfected Detroid Dark Red’ (к-1815) и ‘Gutz Green leaf’ (к-1825).

Таблица 3. Индекс экологической пластичности образцов столовой свеклы по пунктам изучения, т/га (2014–016 гг.)
Table 3. Index of environmental plasticity of table beet accessions in the sites of evaluation, t/ha (2014–2016)

№ п/п	№ ПК ВИР	Название образца	Сортотип	Jsp			
				Пушкин**	Майкоп**	Москва**	Ареал*
1	13	Rouge a salade de Trevise	Бордо	0,9	1,0	0,8	У
2	25	Lange dick edunkellaubige extra	Бордо	0,9	1,2	1,0	С
3	220	Kamerun	Зеленолистная	0,7	1,3	1,1	С
4	270	Goldier's super black beet	Бордо	1,1	1,5	1,1	Ш
5	642	Agyptische	Египетская плоская	1,0	1,1	1,1	Ш
6	1757	Detroit dark red turnip improved	Бордо	1,2	1,3	1,2	Ш
7	1815	Perfected Detroid Dark Red	Бордо	1,2	1,2	1,3	Ш
8	1825	Gutz Green leaf	Зеленолистная	0,7	0,9	0,8	ОУ
9	1862	Столовая	Кросби	1,0	0,7	0,9	У
10	1942	Catterall’s Intermediate	Цилиндрическая	1,2	1,1	1,1	Ш
11	1983	Round enoislongue	Кросби	1,3	0,8	1,2	С
12	2011	Betterowe Potagere	Кросби	0,9	1,0	0,9	У
13	2040	Avonearly	Кросби	1,3	1,1	1,2	Ш
14	2221	Long Season Harris	Зеленолистная	0,8	1,0	0,9	У
15	2873	Bikor	Бордо	1,1	0,9	1,2	С
16	3064	Прыгажуня	Бордо	1,2	1,3	1,1	Ш
17	3113	Asmer Detroit 72	Бордо	1,0	0,6	0,9	У

№ п/п	№ ПК ВИР	Название образца	Сортотип	Jsp			
				Пушкин**	Майкоп**	Москва**	Ареал*
18	3160	Rouge noir plate d'Egypte	Египетская плоская	0,8	0,8	0,8	ОУ
19	3196	Renova	Цилиндрическая	0,9	0,9	0,8	ОУ
20	3197	Betina	Кросби	0,9	0,7	0,8	ОУ
21	3599	Egypte	Египетская плоская	0,9	0,6	0,9	ОУ

*Ш – широкий ареал, С – средний, У – узкий и ОУ – очень узкий ареал
**Пушкин – НПБ Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР, Майкоп – филиал Майкопская ОС ВИР, Москва – НИО Генофонда и биоресурсов растений (ВСТИСП)

Связь широты ареала с сортотипом прослеживалась не четко (достоверных различий не выявлено). Можно отметить склонность к большей широте ареала (рис. 2) для сортов с округлой, округло-овальной и цилиндрической формой корнеплода (сортотипы Бордо и Цилиндрическая). Подобное сходство отмечалось нами ранее (Burenin et. al., 2009).

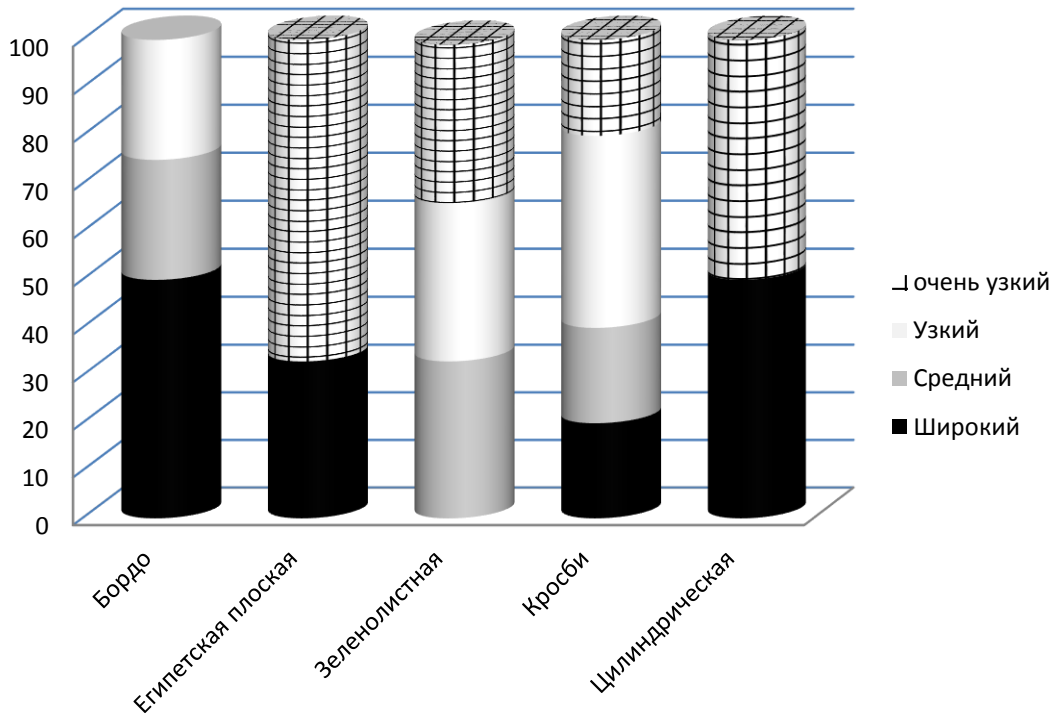


Рис. 2. Распределение сортотипов столовой свеклы по ареалам, %
Fig. 2. Distribution of table beet variety types according to their areas, %

На следующем этапе мы выделили наиболее пластичные сорта (табл. 4). Пластичность образцов оценивали по коэффициенту регрессии (bi), характеризующему среднюю реакцию сорта на изменение условий среды.

Таблица 4. Показатели адаптивности сортов столовой свеклы (2014–2016 гг.)
Table 4. Indicators of adaptability for table beet varieties (2014–2016)

№ ПК ВИР	Название образца	Сортотип	показатели	
			bi	σd²
13	Rouge a salade de Trevise	Бордо	1,18	2,12
25	Lange dick edunkellaubige extra	Бордо	1,82	2,65
220	Kamerun	Зеленолистная	1,19	5,71
270	Goldier's super black beet	Бордо	1,39	3,97
642	Agyptische	Египетская плоская	1,26	2,27
1757	Detroit dark red turnip improved	Бордо	1,58	2,76
1815	Perfected Detroid Dark Red	Бордо	1,87	2,30
1825	Gutz Greenleaf	Зеленолистная	1,33	1,80
1862	Столовая	Кросби	0,43	2,96
1942	Catterall’s Intermediate	Цилиндрическая	0,82	2,52
1983	Round enoislongue	Кросби	0,57	3,79
2011	Betterowe Potagere	Кросби	0,98	2,03
2040	Avonearly	Кросби	0,57	2,62
2221	Long Season Harris	Зеленолистная	1,24	5,31
2873	Bikor	Бордо	0,57	2,78
3064	Прыгажуня	Бордо	1,63	2,50
3113	Asmer Detroit 72	Бордо	0,4	3,41
3160	Rouge noir plate d'Egypte	Египетская плоская	–1,87	0,83
3196	Renova	Цилиндрическая	1,08	3,05
3197	Betina	Кросби	0,41	2,96
3599	Egypte	Египетская плоская	0,27	3,63
	r²		0,84	

Чем выше значение коэффициента bi (пластичность), тем сильнее изменяется урожайность в различных условиях среды. Такие сорта дадут максимальную отдачу при улучшении условий выращивания, но и резко негативно отреагируют на их ухудшение. В нашем опыте большей отзывчивостью на улучшение условий выращивания (bi >1,26) обладали сорта: ‘Lange dick edunkellaubige extra’ (Нидерланды), ‘Прыгажуня’ (Беларусь), ‘Goldier's super black beet’ (Великобритания), ‘Agyptische’ (Чехословакия), ‘Detroit dark red turnip improved’ (Чехословакия), ‘Perfected Detroid Dark Red’ (Канада) и ‘Gutz Green leaf’ (США).

Варианса стабильности σd² урожайности показывает, насколько надежно сорт соответствует той пластичности, которую оценил коэффициент регрес-

сии (bi). Чем меньше квадратичное отклонение, тем более стабилен сорт. Из наиболее стабильных ($\sigma d^2 < 2,3$) выделились: ‘Gutz Greenleaf’ (США), ‘Rouge noir plate d'Egypte’ (Алжир), ‘Rouge a saladede Trevise’ (Франция), ‘Betterowe Potagere’ (Алжир), ‘Agyptische’ (Чехословакия) и ‘Perfected Detroid Dark Red’ (Канада). При подборе наиболее пластичных и одновременно стабильных генотипов ориентировались на высокие показатели пластичности (bi) и меньшие коэффициенты стабильности (σd^2). По оптимальным параметрам пластичности и стабильности выделили группу образцов: ‘Goldier's super black beet’, ‘Agyptische’, ‘Detroit dark red turnip improved’, ‘Perfected Detroid Dark Red’, ‘Catterall’s Intermediate’ и ‘Прыгажуня’. Эти сорта столовой свеклы подходят для интенсивной технологии выращивания, они легко адаптируются к изменяющимся условиям среды. Коэффициент детерминации в нашем примере – 0,84, это означает, что расчетные характеристики модели на 84% объясняют зависимость между изучаемыми параметрами. Чем выше коэффициент детерминации, тем качественнее модель.

На последнем этапе оценки изучаемой группы образцов обобщили данные (см. табл. 3 и 4) и отобрали из группы адаптивных по статистическим показателям только те, которые проявили себя как образцы широкого ареала выращивания в течение трех лет изучения. В результате в признаковую группу адаптивных образцов столовой свеклы ВИР включили сорта: ‘Agyptische’ (к-642), ‘Detroit dark red turnip improved’ (к-1757), ‘Perfected Detroid Dark Red’ (к-1815) и ‘Прыгажуня’ (к-3064).

Заключение

Широкие географические испытания селекционного материала столовой свеклы выявили его неодинаковую экологическую пластичность: одни изучаемые образцы показывали стабильный урожай, другие сильно негативно реагировали на изменение условий окружающей среды. В результате проведенного изучения была сформирована признаковая группа наиболее адаптивных сортов столовой свеклы широкого ареала: ‘Agyptische’ (к-642), ‘Detroit dark red turnip improved’ (к-1757), ‘Perfected Detroid Dark Red’ (к-1815) и ‘Прыгажуня’ (к-3064). Идентифицированные сорта столовой свеклы показали наибольшую урожайность в различных почвенно-климатических зонах выращивания; они легко отзывчивы на улучшение условий выращивания и стабильно наращивают корнеплод даже при неблагоприятных погодных условиях. Выделенные образцы столовой свеклы могут быть рекомендованы для включения в селекционные схемы получения новых сортов и гибридов в качестве источника адаптивности.

References/Литература

Burenin V. I., Emeljanov A. V., Piskunova T. M., Sokolova D. V. Catalog of the world collection of VIR / Characterization of beet accessions in connection with problems of adaptability. Iss. 791. St. Petersburg, 2009. 38 p. [in Russian] (*Буренин В. И., Емельянов А. В., Пискунова Т. М., Соколова Д. В.* Каталог мировой коллекции ВИР / Характеристика образцов свеклы в связи с задачами на адаптивность. Вып. 791. СПб., 2009. 38 с.).

Burenin V. I., Methodical instructions for evaluation and maintenance of the world collection of root crops. Leningrad, 1989, 88 p. [in Russian] (*Буренин В. И.*, Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов. Ленинград, 1989, 88 с.).

*Eberhart S. A., Rassel W. A.*Stability parametrs for comparing varieties // Crop. Sci. 1966, vol. 6, no. 1, pp. 36–40.

Kravchenko R. V. Agrobiological basis for obtaining stable corn grain yields in the

conditions of the steppe zone of Central Ciscaucasia: monograph. Stavropol, 2010, 208 p. [in Russian] (*Кравченко Р. В.* Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья : монография. Ставрополь, 2010. 208 с.).

Pakudin V. Z., Lopatina L. M. Evaluation of ecological plasticity and stability of varieties of agricultural crops // Agricultural Biology. 1984, no. 4, pp. 103–113 [in Russian] (*Пакудин В. З., Лопатина Л. М.* Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 103–113).

SavitskyV. F. Genetics of sugar beet / Sveklovodstvo. Vol. 1. Kiev : Rosselkhozizdat, 1940, pp. 551–686 [in Russian] (*Савицкий В. Ф.* Генетика сахарной свеклы / Свекловодство. Т. 1. Киев : Россельхозиздат, 1940. С. 551–686).

Vavilov N. I. Breeding as a science // Semenovodstvo, 1934, no. 2, pp. 5–20 [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Селекция как наука // Семеноводство, 1934. № 2. С. 5–20).

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-118-130
УДК 581.4 582.635.1

И. С. Антонова,
А. С. Попова

Санкт-Петербургский государственный Университет,
199034, Россия, Санкт-Петербург,
Университетская наб., 7/9,
e-mail: ulmaceae@mail.ru

Ключевые слова:
зоны на побеге, прилистники, листовые зачатки, листья низовой формации, происхождение почечных чешуй, листовые органы.

Поступление:
29.01.2018

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

О МОРФОЛОГИИ ПОЧЕЧНЫХ ЧЕШУЙ И КАТАФИЛЛОВ *ULMUS GLABRA* HUDS. (ULMACEAE)

Актуальность. Исследование особенностей развития растений и механизмов, которые обеспечивают эти процессы прямо связаны со строением почек и, соответственно, листовых серий побегов. **Объект и методы**. Материалом исследования послужили побеги второго-пятого порядков ветвления девятнадцати особей генеративного возраста (G1, G2), произраставших в хорошо освещенных местообитаниях парка г. Петрозаводска и парка поселке Комарово (Санкт-Петербург). Исследованы все почки вегетативных и вегетативно-генеративных побегов (более 250 шт.). Под бинокуляром МБС-9 последовательно разобраны и измерены листовые органы семидесяти девяти сформированных вегетативных почек *Ulmus glabra* Huds. Развитие почечных чешуй при разворачивании почек позволяет увидеть структурные особенности недоступные при статическом изучении почек. **Результаты и выводы.** Выявлено, что развитие листовых органов серии происходит по-разному. Наружные почти полностью опробковевающие чешуи представляют собой сильно разрастающееся основание листа со слабо развитыми прилистниками. Первая – четвертая чешуи совсем не разрастаются при разворачивании почки. Пятая – шестая чешуи имеют слабый вставочный рост при раскрытии почки. Вершины седьмой – десятой чешуи опробковевают слабо и имеют две лопасти, сложенные колпачком, закрывающим верхушку почки. Чешуя, предшествующая появлению зачатка листа с листовой пластинкой, имеет на вершине выраженные лопасти и выемку между ними с округлым дном и волосками по краю. За ней следует зачаток с крупными раздельными прилистниками почти не выраженным основанием листа и дифференцированной листовой пластинкой, то есть наблюдается порог в дифференциации листовых зачатков. В пазухе каждой разрастающейся чешуи закладывается мелкая спящая почка. Таким образом, количество листовых органов на побеге при разворачивании составляет 10–15, а листьев срединной формации не более 3–5, при этом, у подавляющего большинства растений *U. glabra* в генеративном возрастном состоянии имеется только один период роста. На примере *U. glabra* представлена реализация порогового механизма генетической программы развития вегетативного побега.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-118-130

I. S. Antonova,
A. S. Popova

St. Petersburg State University,
7/9 Universitetskaya Emb., St. Petersburg, 199034, Russian Federation, e-mail: ulmaceae@mail.ru

Key words:
zones on the shoot, stipules, leaf sprouts, leaves of the lower formation, origin of bud scales, leaf organs

Received:
29.01.2018

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

ABOUT THE MORPHOLOGY OF BUD SCALES AND CATAPHYLLS OF *ULMUS GLABRA* HUDS. (ULMACEAE)

Background. Specific features of plant development and mechanisms ensuring such processes are expressly linked with the structure of buds and hence the leaf series formed on lateral shoots. **Materials and methods.** The material of the study was the shoots of the second to fifth orders of nineteen plant samples in their generative age (G1, G2) grown in the well-lighted habitats in the Park of Petrozavodsk and the Park of Komarovo Town (St. Petersburg). All buds on vegetative and vegetative-generative shoots (more than 250) were investigated. The leaf organs of the formed seventy-nine vegetative buds of *Ulmus glabra* Huds. were consistently disassembled and measured under an MBS-9 binocular. The analysis of the development of bud scales in unfolding buds made it possible to observe structural features unavailable in a static study of buds. **Results and conclusions.** The growth of the leaf organs in a series was found to occur in different ways. Almost completely suberized external scales represented a thickly grown leaf base fused with poorly developed stipules. The scales from the first to the fourth did not grow at all when the bud was unfolding. The fifth and the sixth scales showed weak intercalary growth during the unfolding. The tips of the seventh up to the tenth scales were weakly suberized and had two blades which formed a cap covering the tip of the bud. The scale which preceded the emergence of a leaf sprout with a leaf blade had on its tip pronounced lobes and a depression between them with a rounded bottom and hairs along the edge. It was followed by a sprout with large separated stipules, an almost unpronounced leaf base and a differentiated leaf blade; hence, there is a threshold in the differentiation of leaf sprouts. In the axil of each growing scale, a small dormant bud was set. Thus, the number of leaf organs on a shoot after unfolding was 10–15, while the leaves of the middle formation did not exceed 3–5, and besides only one growth period was observed in a majority of *U. glabra* plants in their generative age state. Using *U. glabra* as an example, the performance of the threshold mechanism within the genetic program of vegetative shoot development was demonstrated.

Введение

Строение побега – основа для понимания функционирования пространственно-временной системы кроны древесного растения. Накопление знаний о разнообразии почек и их развитии имеет значение для оценки свойств видов и их экологических возможностей, в частности, таких как продвижение растений к северу при интродукции. Об этом в 1972 году писала Т. И. Серебрякова (Serebrjakova, 1972) тем не менее, до настоящего времени в сведениях по этой тематике существуют значительные пробелы. Это подтвердилось на совещании по биоморфологии (Biological types, 2010), а также по материалам международной научной конференции (Biodiversity, 2017). Исследования жизненных форм растений в настоящее время направлены на понимание структуры растения, определяемой его взаимодействиями с внешней средой. «Выяснение особенностей и логически возможных путей развития растений и механизмов, обеспечивающих эти процессы в эволюционном развитии габитуса, тесно связаны со строением почек и, соответственно, листовых серий побегов...» (Savinykh, Cheryomushkina, 2017, p. 111).

Строение почки древесного растения представляет интерес с разных позиций. Во-первых, листья низовой формации защищают нежные меристематические зачатки зеленых листьев от высыхания и повреждений ветром и консументами первого порядка, раскрывая адаптивные возможности организма (Troll, 1935, 1954; Tahtadzhjan, 1948; Serebrjakov, 1952, 1962; Shilova, 1963, 1969). Во-вторых, отражают ритмический характер работы конуса нарастания и, соответственно, ритмический процесс развития побега, являясь видимым проявлением этой ритмики (Serebrjakov, 1964; Vitkovskij, 1979; Shilova, 1987; Mihalevskaja, 2002, 2008). В-третьих, создают материальную основу проводящих тканей для развития последующих листовых зачатков (Borisovskaya, 1966), создают возможность восстановления после пожаров (Burrows, Chisnall, 2006). В-четвертых, листья низовой формации отражают разный гормональный статус побега в разные периоды его жизни и различаются в разных возрастных состояниях организма (Zaugol'nova, 1971, Polevoj, Salamatova, 1991, Knjazeva, 2013).

Вопрос происхождения почечных чешуй у разных видов растений также не является окончательно решенным (Kostina, 2006; Pautov et al., 2012). Известно, что строение листовых органов низовой формации у побегов растений может существенно различаться (Troll, 1935, 1954; Tahtadzhjan, 1948). Это могут быть и полностью трансформированные листовые зачатки, или разросшиеся основания листа, или измененные прилистники или листовые пластинки. Различна выраженность их опробковения и способность к росту растяжением. Рассматривая динамику разворачивания почки можно видеть не только способность к росту листьев низовой формации (чешуевидных), но и то, из какой части листового зачатка произошла рассматриваемая чешуя.

Вяз гладкий – красивое парковое дерево, широко применяемое в озеленении. Вяз имеет множество сортов, отличающихся плакучей, узкоцилиндрической и загущенной кроной. Систематика вязовых разработана И. А. Грудзинской, с появлением молекулярной систематики была уточнена (Grudzinskaya, 1979; Wiedrefe et al., 1994) Для вида во взрослом состоянии характерно строго симподиальное нарастание.

О почечных чешуях видов рода *Ulmus* L. известно, что они образуются на конусах нарастания побегов следующим образом: из одного примордиального бугорка образуется либо одночленный примордий, который потом дает одну кроющую чешую, либо трехчленный примордий, образующий двухчленный примордий чешуи и далее две срединные чешуи или трехчленный

листовой примордий, из которого развивается один лист с двумя прилистниками (Grudzinskaya, 1974).

Цель данного исследования: определить, из какой части листового зачатка произошли листовые органы низовой формации, каковы особенности их роста при разворачивании, а также их количество в сравнении с листьями срединной формации, заложенных в почке.

Материалы и методы

Исследованы две группы растений, произраставшие в Курортном районе городе Санкт-Петербурга поселок Комарово и в городе Петрозаводске. Материал в виде фиксированных в семидесятиградусном спирте побегов нижней части кроны, собран с деревьев молодого генеративного возраста, произраставших в хорошо освещенных опушечных местообитаниях парка г. Петрозаводска и запущенного парка в поселке Комарово. В Петрозаводске исследованы десять особей, в Комарово – девять. Исследованы все почки как вегетативных, так и вегетативно-генеративных побегов (более 250шт.). Под бинокуляром МБС-9 последовательно разобраны и измерены листовые органы семидесяти девяти сформированных вегетативных почек *U. glabra* Huds. Почки фиксированы в феврале – марте до начала разворачивания. Вторая группа почек исследована в момент разворачивания через каждые три дня. Были сделаны поперечные срезы почек. Почечные чешуи просветляли по методу Г. Г. Фурст (Furst, 1979).

Результаты

Снаружи почка *U. glabra* обычно покрыта шестью плотными, темно-коричневыми, иногда слегка рыжеватыми почечными чешуями, черепитчато налегающими друг на друга. Отчетливо заметна двурядность расположения этих почечных чешуй по 3 с каждой стороны. Опробковение седьмой, восьмой и девятой чешуй существенно уменьшается (от седьмой к девятой), иногда до полного исчезновения (рис. 1).

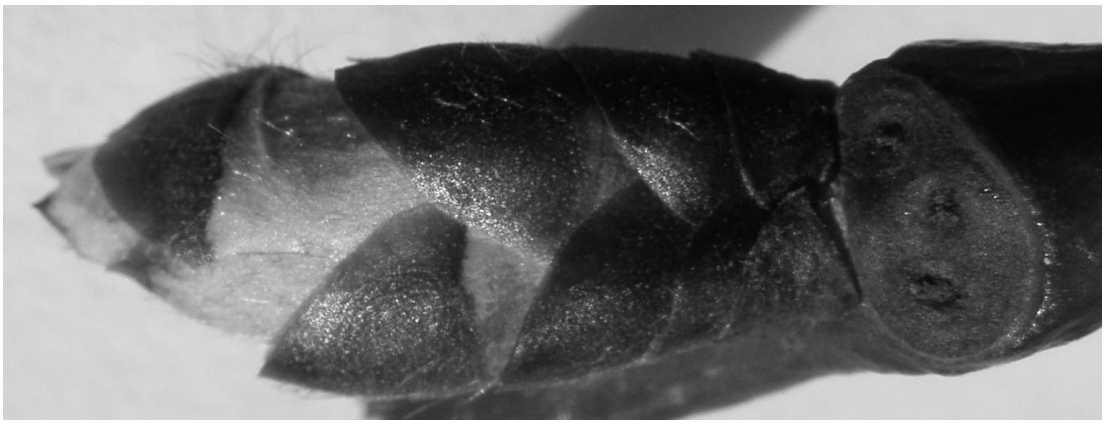


Рис. 1. Внешний вид разворачивающейся вегетативной почки *Ulmus glabra*
Fig. 1. The exterior of an unfolding vegetative bud of *Ulmus glabra*

Первые шесть чешуй имеют лентовидный листовой рубец с параллельными краями и одним рядом проводящих пучков. Листовой рубец охватывает до трех пятых окружности побега. Две первые чешуи имеют наиболее широкое основание (рис. 2). Их ширина превосходит длину чешуи не менее чем в 1,5 раза. Третья чешуя имеет примерно одинаковую длину и ширину, а начиная с четвертой, длина превосходит ширину. При разворачивании почки первые четыре чешуи не изменяются в размере, отодвигаются растущими внутренними зачатками и опадают.

Пятая и шестая чешуи способны за счет интеркалярного роста их оснований увеличиваться в размерах, при этом отношение опробковевшая/живая части чешуй составляет от 2/5 до 3/5. У седьмой чешуи в конце процесса роста при разворачивании опробковевшая часть составляет меньше половины. У последующих чешуй опробковение захватывает только самый верх.

Выпуклая абаксиальная поверхность первых шести чешуй покрыта редкими рыжеватыми волосками. По наружному краю чешуи имеют глянцевую неопушенную кайму. Вогнутая адаксиальная поверхность этих чешуй гладкая, глянцевая.

У всех исследуемых нами нижних чешуй на вершине имеется раздвоение (выемка), внешне схожее с трещинкой. Однако последующие исследование показало, что это сравнение не соответствует действительности, так как эти парные крыловидные образования имеют другую природу.

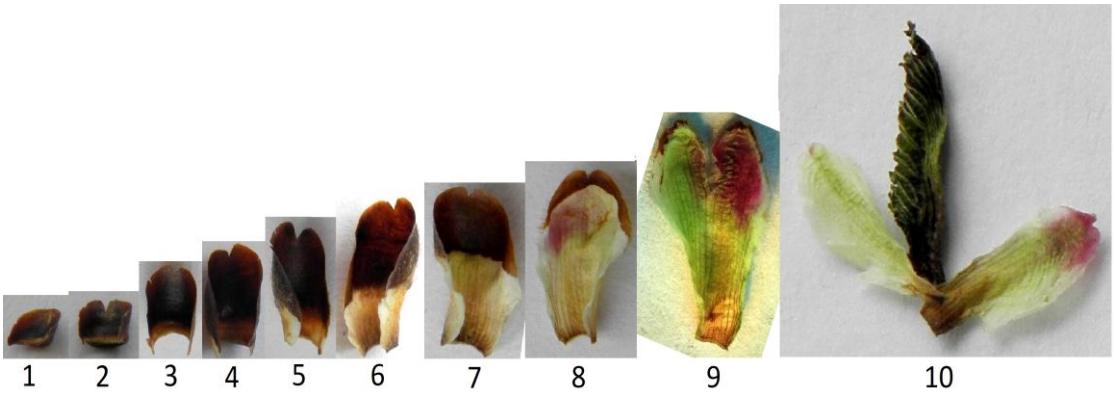


Рис. 2. Полная серия листьев *Ulmus glabra* низовой формации вегетативной почки и первый лист срединной формации (в одном масштабе).
1–10 – органы листовой серии почки
Fig. 2. A complete series of the lower formation leaves of an *Ulmus glabra* vegetative bud and the first leaf of the middle formation (on the same scale).
1–10 – organs of a bud's leaf series

В центральной части чешуи имеется зона, ограниченная с двух сторон крупными проводящими пучками, в верхней части этой зоны полностью отсутствуют проводящие элементы (рис. 3, 4). В нижней иногда присутствует проводящий пучок, идущий от листового следа и быстро теряющийся в тканях. Листовые следы седьмой-девятой чешуи в целом сходны. Различия в морфологии этих чешуй выражаются в степени опробковения и, соответственно, в способности к разрастанию в процессе разворачивания почки. В пазухах каждой разрастающейся почечной чешуи находится маленькая спящая почка.

Наибольший интерес представляет строение именно верхней части этих чешуй. Здесь, как видно на рисунке 3, присутствуют две округлые доли со слегка опробковевшими верхушками. У восьмой чешуи лопасти опробковевшей верхушки могут соприкасаться, или даже налегать друг на друга. Чешуя, таким образом, имеет вытянутую часть с параллельно идущими проводящими пучками, практически без анастомозов, и с иррадирующим их ветвлением только в самой нижней, особенно, краевой, части, и с двумя короткими лопастями наверху. У некоторых почек эти лопасти образуют своеобразный «колпачок», прикрывающий верхушку почки.

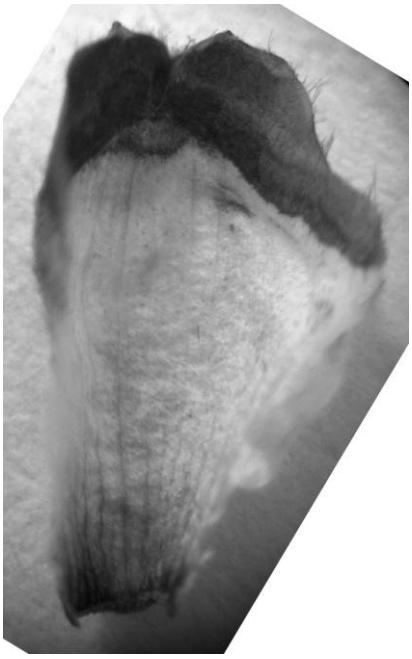


Рис. 3. Верхушечные лопасти, налегающие друг на друга, у восьмой почечной чешуи листовой серии вегетативной почки *Umus glabra*
Fig. 3. Overlapping upper lobes of the eighth bud scale in an *Ulmus glabra* vegetative bud

Рис. 4. Верхушечные лопасти девятой чешуи листовой серии вегетативной почки *Ulmus glabra*
Fig. 4. Upper lobes of the ninth scale in the leaf series of an *Ulmus glabra* vegetative bud

Следующая, девятая чешуя имеет такое же строение вытянутой части, но пространство между верхушечными лопастями имеет округлую выемку с уплощенным дном, по краю которой присутствуют волоски (рис. 4).

Нередко девятая чешуя совсем не имеет опробковения, а лопасти при разворачивании почки вытягиваются. Отношение базальной части к лопастям может доходить до 7 : 3. Еще раз подчеркнем, что к пространству между лопастями не подходят проводящие пучки. Такое строение чешуи наталкивает на мысль, что здесь имеет место сильно развитое основание листа с параллельно идущими жилками и парой прилистников, образовавшихся на верхушке чешуи. При этом заложение и формирование листовой пластинки между ними полностью отсутствует.

Неопробковевшая чешуя бледно-зеленая, обычно, с асимметрично расположенными антоциановыми пятнами, сформирована только паренхимыми клетками (см. рис. 2).

У разных по положению на побеге почек и у разных деревьев, исследованных нами, описанное явление наблюдается с 8 по 11 (12) чешую. Причем, раздвоение верхушки наблюдается у всех чешуй почки, а размер лопастей увеличивается очень постепенно. Чешуи с четки разделение на два крупных прилистника, встречаются примерно у тридцати пяти процентов исследуемых почек. Следующий же (8–12) листовой зачаток резко отличается по своему строению. Он состоит из двух крупных прилистников со слегка неравными основаниями, в которые входит по 6 (3) проводящих пучков, впоследствии неравномерно разветвляющихся. Основание, объединяющее эти два прилистника, едва заметно и ничтожно по протяженности. Между прилистниками развивается или крошечная листовая пластинка с мелким черешком, или достаточно крупная, то есть почти равная по длине прилистникам. В обоих случаях этот листовой зачаток превращается в первый фотосинтезирующий лист. Размер первого листа на побеге *U. glabra*, как известно, может варьировать от 6–8 мм^2 до 15 см^2. Последующие листовые зачатки имеют два прилистника и листовую пластинку, причем размеры прилистников постепенно убывают в ширину быстрее, чем в длину, становясь у пятого и шестого листа почти линейными. Характерная особенность прилистников – асимметрия их развития, один по площади и количеству жилок превышает другой, что связано с листосложением зачатков в почке. (Grudzinskaya, 1974) Наши наблюдения подтверждают мнение И. А. Грудзинской – асимметрия прилистников от первого настоящего листа к последующим постоянно возрастает.

Все пластинки зачатков листьев сложены вдоль и обращены к конусу роста нижней (адаксиальной) стороной полупластинки, при этом по одну сторону конуса роста находятся края листовых пластинок и наружного прилистника, по другую – средние жилки листьев и внутренние прилистники (Grudzinskaya, 1974).

Обычно в крупных верхушечных по положению почках можно наблюдать до восьми в разной степени сформированных зачатков зеленых листьев. Вопрос о емкости почек по составу листьев срединной формации освещен в целом ряде литературных источников (Grudzinskaya, 1962, 1974; Leonova, 1999).

Обсуждение результатов

А. Л. Тахтаджян, ссылаясь на Эйхлера и Бауэра, (Tahtadzhjan, 1948) отмечал, что меристематический зачаток листа первоначально разделяется на две части: базальную – гипоподиум, дающий основание листа и прилистники (из разрастающихся краев), и дистальную – эпиподиум, развивающуюся в листовую пластинку. Черешок листа развивается из средней

части на границе между будущими основанием листа и листовой пластинкой – мезоподиума. На фоне бурного развития гистологических исследований эта точка зрения оказалась забытой.

Если посмотреть на разворачивание программы развития листа во временном аспекте, то тогда ее остановка на ранних стадиях приводит к формированию только основания листа. Если программа развития проходит все стадии, то формируется основание листа, листовая пластинка и черешок. Используем термины «гипоподиум» и «эпиподиум» в этом аспекте.

В рассмотренных нами морфологических рядах серий листовых зачатков *U. glabra* виден плавный переход от наружных почечных чешуй к мягким внутренним, часто называемым катафиллами. (Novikova, 1976; Zhmylev et. all, 2005) Это видно по постепенному увеличению участка интеркалярного роста в основании листового зачатка.

Однако при этом четкая граница проходит между образованием из листового примордия катафиллов и началом формирования листьев срединной формации (с двумя прилистниками). Это происходит между 8–12 листовыми зачатками.

Отдельно остановимся на строении верхней части почечных чешуй и катафиллов. Лопасти, растущие по бокам области, развивающейся из гипоподиума – основания катафиллов, можно в полной мере считать прилистниками. Развития мезоподиума и эпиподиума не происходит, о чем можно судить по присутствию между лопастями прилистников выемки, увеличивающейся от зачатка к зачатку (см. рис. 2, 4). В области, предполагающей наличие эпиподиального и мезоподиального роста, отсутствует формирование проводящих элементов и каких-либо других специализированных структур.

Подробное изучение раздвоенной чешуи и катафилла у разных почек показало, что у некоторых менее крупных почек раздвоение может опускаться до полвины и даже несколько ниже. При этом ход проводящих пучков – параллельный без отклонений по всей длине листового органа – подталкивает к мысли о том, что это сросшиеся прилистники (рис. 5).

Никакого видимого присутствия листовой пластинки и соответствующих проводящих пучков у таких листовых органов не обнаруживалось. Таким образом, вопрос о том, из какой части листового зачатка происходят почечные чешуи, по-видимому, решается так: в период разделения зачатка на гипоподиум и эпиподиум у листовых органов листовой формации происходит торможение развития эпиподиума. Формирующийся зачаток, происходящий из гипоподиума, состоит из основания листа и развивающихся прилистников. При этом прилистники срастаются между собой.

Таким образом, исходя из последовательных серий листовых структур *U. glabra*, можно определить следующий характер развития листовых органов. Почечные чешуи образуются из листовых примордиев путем медленного роста гипоподиума и отсутствию развития эпиподиума. По небольшому трещинкообразному углублению и парным округлым выступающим образованиям можно судить о начальном этапе образования прилистников. Для расположенных выше катафиллов, при разворачивании почки характерен интенсивный интеркалярный рост основания листа, образованного из гипоподиума. На фоне отсутствия роста эпиподиума и мезоподиума становится заметной выемка между расходящимися прилистниками. Далее такая модель роста листового зачатка резко сменяется другой, при которой рост в основании гипоподиума крайне незначителен (менее 0,1 мм), а развитие эпиподиума приводит к формированию листовой пластинки. Прилистники по бокам от листовой пластинки хорошо развиты. Так формируются зеленые листья срединной формации.

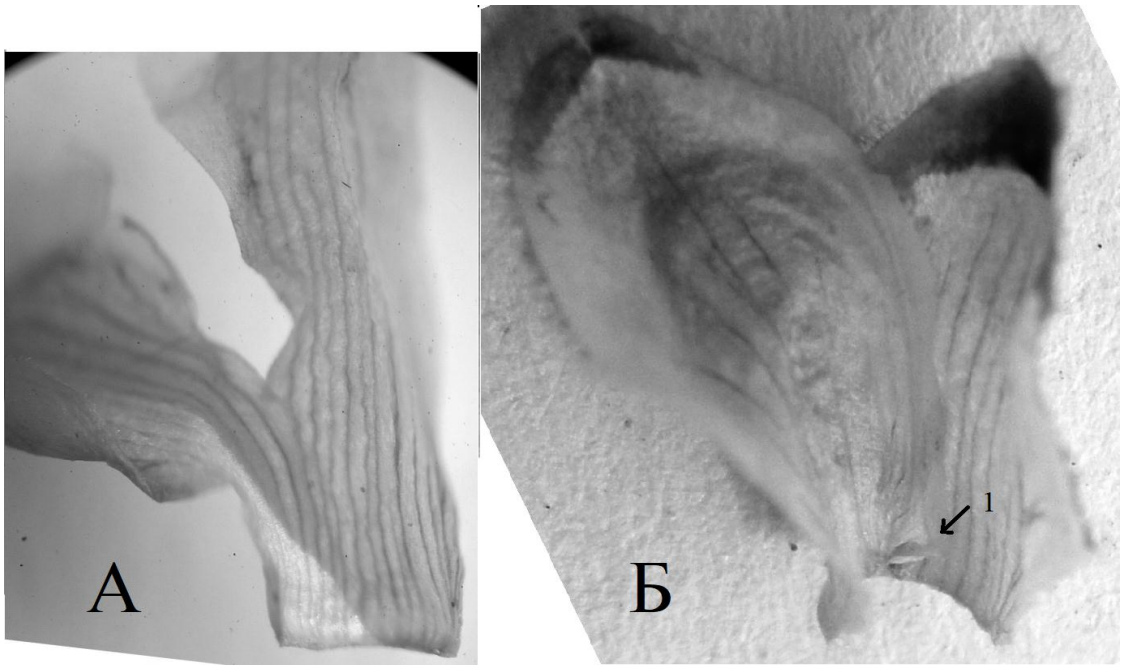


Рис. 5. А – основание последнего катафилла листовой серии, Б – вариант первого листа срединной формации, 1 – мелкий лист срединной формации между прилистниками

Fig. 5. A – the base of the last cataphyll in a leaf series; Б – a version of the first middle formation leaf; 1 – small leaf of the middle formation located between stipules

Заключение

Итак, первые семь-девять листьев низовой формации *U. glabra* развиваются из основания листа и имеют на вершине зачатки прилистников, затем происходит резкое, скачкообразное изменение в характере дифференциации листового зачатка и его дальнейшего роста, в результате чего образуются листья срединной формации. Таким образом проявляется пороговый механизм генетической программы развития вегетативного побега.

Интересно, что у видов рода *Tilia* L. (*T. cordata* Mill., *T. platanoides* Scop.) также предлистья в количестве двух-трех штук, закрывающие почку, резко сменяются трехчленными зачатками с хорошо развитой листовой пластинкой. (Antonova, 1987). Резкая смена строения зачатка при переходе от листьев низовой формации к зеленым листьями срединной формации описана Л. Б. Заугольновой на примере ясеня обыкновенного (Zaugol'nova, 1971). Приведенные примеры, являются отражением генетической программой развития вида, в которой зафиксированы пороговые смены одних процессов другими. У одних родов, например, у рода *Tilia*, смена предлистьев листьями происходит в начале листовой серии, это вероятно связано ее тропическим происхождением и довольно высокой организацией. У других, как у вяза, процесс образования чешуевидных защитных органов охватывает большое количество зачатков листовой серии.

Полученные результаты об общем количестве листьев на побеге и обнаруживают у *U. glabra* удивительную особенность: большинство листовых зачатков на побеге нижней части кроны выполняют защитную функцию. Восемь – десять чешуй и только четыре – шесть, редко – восемь, фотосинтезирующих листьев. При

этом у растений в генеративном возрастном состоянии такое строение имеет подавляющее большинство побегов.

Мелколистные виды вязов, обитающие в южных областях Евразии, имеют на побеге множество листьев и широко используются в озеленении (Grudzinskaya, 1979). Крупнолистные *U. glabra* и *U. laevis* Pall. распространены значительно севернее – до шестьдесят второго градуса северной широты. Ростовые процессы у мелколистных вязов начинаются весной и продолжаются в июне-июле, в результате чего развиваются длинные многолистные побеги с несколькими периодами роста и множество силлептических побегов. Побеги на деревьях крупнолистных вязов растут преимущественно весной, и лишь у немногих побегов рост продолжается летом (Grudzinskaya, 1960, 1979). Значительное количество защитных органов у почек *U. glabra*, а также присутствие на них опробковевших клеточных оболочек с суберином (Salamatova, 1983) отражает лучшую приспособленность к неблагоприятным температурным условиям.

Можно предположение, что в эволюции рода наблюдается тенденция к ограничению длительности ростового процесса, при этом большинство листовых органов на побеге представлены чешуями (катафиллами) и выполняют защитную функцию.

Исследование поддержано грантом РФФИ, проект № 16-04-01617

References/Литература

Antonova I. S. Structure of branches and shoots of *Tilia cordata* Mill. on different phases of its development in various environmental conditions (Struktura vetvej i pobegov Tilia cordata Mill. na raznyh fazah razvitija v razlichnyh jekologicheskih uslovijah) // Abstr. Cand. Diss., 1987, 22 p. [in Russian] (*Антонова И. С.* Структура ветвей и побегов *Tilia cordata* Mill. на разных фазах развития в различных экологических условиях: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1987. 22 с.).

Biological types of Christen Raunkier and modern botany (ed. N. P. Savinykh and Yu. A. Bobrova) (Biologicheskie tipy KHristena Raunkiera i sovremennaya botanika (pod red. N. P. Savinykh i YU. A. Bobrova). Kirov, 2010. – 419 P. [in Russian] (Биологические типы Христена Раункиера и современная ботаника (под ред. Н. П. Савиных и Ю. А. Боброва), Киров, 2010. – 419 с.).

Biodiversity: approaches to the study and conservation: proceedings of an international conference (ed. A. Notov) (Bioraznoobrazie: podkhody k izucheniyu i sokhraneniyu: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (red. A. A. Notov)). Tver, 2017. 438 P. [in Russian] (Биоразнообразие: подходы к изучению и сохранению: материалы международной научной конференции (ред. А. А. Нотов). Тверь, 2017. 438 с.).

Borisovskaja G. M. Development of conducting bunches in leaves of iliac (*Syringa vulgaris* L.) and horse chestnut (*Aesculus hippocastaneum*) // Vestnik Leningradskogo universiteta – Leningrad University bulletin. 1966, no. 2, pp. 49–60 [in Russian] (*Борисовская Г. М.* Развитие проводящего пучка в листе сирени (*Syringa vulgaris* L.) и конского каштана (*Aesculus hippocastaneum*) // Вестник Ленингр. Ун-та. 1966. № 9 С. 49–60).

Vitkovskij V. L. Research of growth dynamics of shoots, development of buds and flowers of fruit plants (Izuchenie dinamiki rosta pobegov, formirovanija pochek i cvetkov u plodovyh rastenij). Leningrad, 1979, 60 p. [in Russian] (*Витковский В. Л.* Изучение динамики роста побегов, формирования почек и цветков у плодовых растений. Л., 1979. 60 с.).

Grudzinskaia I. A. Summer shoot formation at woody plants and its classification (Letnee pobegoobrazovanie u drevesnyh rastenij i ego klassifikacija) // Botanicheskii Zhurnal – Botanical Journal, 1960,

vol. 45, no. 7, pp. 96–978 [in Russian] (*Грудзинская И. А.* Летнее побегообразование у древесных растений и его классификация // Ботан. журн. 1960. Т. 45, № 7. С. 968–978).

Grudzinskaia I. A. Features of monopodial and sympodial branching in tree species (on the example of oak and elm) (Osobennosti monopodial'nogo i simpodial'nogo vetvlenija u drevesnyh porod (na primere duba i vjaza) // Problemy botaniki – Problems of botany, 1962, vol. 6, pp. 219–231 [in Russian] (*Грудзинская И. Л.* Особенности моноподиального и симподиального ветвления у древесных пород (на примере дуба и вяза) // Пробл. бот. 1962. Т. 6. С. 219–231).

Grudzinskaia I. A. About heteroblastic development of *U. glabra* (O geteroblastnom razvitii *U. glabra*). *Botanicheskii Zhurnal – Botanical Journal*, 1974, vol. 59, no 8, pp. 1160–1171 [in Russian] (Грудзинская *И. А.* О гетеробластном развитии *U. glabra* // Ботан. журн. 1974. Т. 59, №8. С. 1160–1171).

Grudzinskaia I. A. Family Ulmaceae Mirb: Systematics, geography, organogenesis (Semejstvo Ulmaceae Mirb: Sistematika, geografija, vopr. organogeneza) // Abstr. Diss. Grand PhD in Biological scieces, 1979, 39 p. [in Russian] **(***Грудзинская И. А.* Семейство Ulmaceae Mirb: Систематика, география, вопр. органогенеза: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Л., 1979. 39 с.).

Zhmylev P. Ju., Alekseev Ju. A. et al. Biomorfology of plants / Illustrated dictionary, tutorial (Biomorfologija rastenij / illjustrirovannyj slovar', uchebnoe posobie). Moscow, 2005, 256 p. [in Russian] (*Жмылев П. Ю., Алексеев Ю. А.* и др., Биоморфология растений / иллюстрированный словарь, учебное пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. М., 2005. 256 с.).

Zaugol'nova L. B. Anatomical and morphological structure of leaves and buds of different age groups of ash (*Fraxinus excelsior* L.) (Anatomo-morfologicheskoe stroenie list'ev i pochek u raznyh vozrastnyh grupp jasenja obyknovennogo (*Fraxinus excelsior L.*) // Nauchnye doklady vysshej shkoly. Biologicheskie nauki – Scientific reports of the higher school. Biological sciences. 1971, no. 9, pp. 56–64 [in Russian] (*Заугольнова Л. Б.* Анатомо-морфологическое строение листьев и почек у разных возрастных групп ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1971. № 9. С. 56–64).

Knjaseva T. V. Plant growth regulators in Krasnodar region (Reguljatory rosta rastenij v Krasnodarskom krae). Krasnodar, 2013, 128 p. [in Russian] (*Князева Т. В.* Регуляторы роста растений в Краснодарском крае. Краснодар, 2013. 128 с.).

Kostina A. M. Origin of bud scales in Salicaceae familie (Priroda pochechnyh cheshuj v semejstve Salicaceae) // Botanicheskii Zhurnal – Botanical Journal, 2012, vol. 97, no. 5, pp. 58–594 [in Russian] (*Костина А. М.* Природа почечных чешуй в семействе Salicaceae // Ботан. журн. 2012. Т. 97, № 5. С. 583–594).

Leonova N. A. The structure of the coenopopulations of *U. glabra* and *U. laevis* in the plank and floodplain forests of central Russia (Struktura cenopopuljacij *U. glabra* i *U. laevis* v plakornyh i pojmennyh lesah central'noj Rossii). Moscow, 1999, 199 p. [in Russian] (*Леонова Н. А.* Структура ценопопуляций *U. glabra* и *U. laevis* в плакорных и пойменных лесах центральной России. М., 1999. 199 с.).

Mihalevskaja O. B. About the phases of developement of elementary shoots inside and outside bud at woody plants (O vnutri i vnepochechnoj fazah v razvitii jelementarnyh pobegov drevesnyh rastenij). Ontogenez – Ontogenesis, 2002, vol. 33, no. 4, pp. 258–263 [in Russian] (*Михалевская О. Б.* О внутри и внепочечной фазах в развитии элементарных побегов древесных растений // Отногенез. 2002. Т. 33, № 4. С. 258–263).

Mihalevskaja O. B. Growth rhythms at different stages of shoot morphogenesis in woody plants (Ritmy rosta na raznyh

jetapah morfogeneza pobega u drevesnyh rastenij) // Ontogenez – Ontogenesis, 2008, vol. 39, no. 2, pp. 85–93 [in Russian] (*Михалевская О. Б.* Ритмы роста на разных этапах морфогенеза побега у древесных растений // Онтогенез. 2008. Т. 39, № 2. С. 85–93).

Novikova A. A. Growth and development of buds in some woody plants (Rost i razvitie pochek u nekotoryh drevesnyh rastenij). Minsk, 1976, 119 p. [in Russian] (*Новикова А. А.* Рост и развитие почек у некоторых древесных растений. Минск, 1976. 119 с.).

Pautov A. A., Sanach Ju. O., Krylova E. G. Nodal anatomy of the bus integuments in poplars (Nodal'naja anatomija pochechnyh pokrovov u topolej) // Botanicheskii Zhurnal – Botanical Journal, 2012, vol. 97, no. 5, pp. 577–582 [in Russian] (*Паутов А. А., Санач Ю. О., Крылова Е. Г.* Нодальная анатомия почечных покровов у тополей // Ботан. журн. 2012. Т. 97, № 5. С. 577–582).

Polevoj V. V., Salamatova T. S. Physiology of plant growth and development (Fiziologija rosta i razvitija rastenij). Tutorial. Leningrad, 1991, 240 p. [in Russian] (*Полевой В. В., Саламатова Т. С.* Физиология роста и развития растений. Уч. пос. Л., 1991. 240 с.).

Salamatova T. S. Physiology of plant cell (Fiziologiya rastitel'noy kletki) Leningrad, 1983, 231 p. [in Russian] (*Саламатова Т. С.* Физиология растительной клетки Ленинград, 1983, 231 с.)

Savinykh N. P. Cheryomushkina A. V. Main directions of the conception of biomorphology in Russia. (Osnovnye napravleniya kontseptsii biomorfologii v Rossii) // In: Biomorphological studies on the contemporary stage: materials of Conf. with international participation "Modern problems of biomorphology" (Vladivostok 3-9 October 2017) ed. by T. A. Bezdeleva. Vladivostok: Mor. State University, pp. 160-163. [in Russian] (*Савиных Н. П.,Черемушкина В. А.* Основные направления концепции биоморфологии в России. // В кн.: Биоморфологические исследования на современном этапе: материалы конф. с международным участием «Современные проблемы биоморфологии» (Владивосток 3-9 октября 2017 г.) отв. ред. Т. А. Безделева. Владивосток: Мор. гос. ун-т. С. 160–163.)

Serebrjakov I. G. Comparative analysis of some signs of the rhythm of seasonal development of plants in various botanical and geographical zones of the USSR (Sravnitel'nyj analiz nekotoryh priznakov ritma sezonnogo razvitija rastenij razlichnyh botaniko-geograficheskih zon SSSR) // Bjulleten' MOIP – Bulletin MOIP, 1964, vol. 69, no. 5, pp. 62–75 [in Russian] (*Серебряков И. Г.* Сравнительный анализ некоторых признаков ритма сезонного развития растений различных ботанико-географических зон СССР // Бюллетень МОИП. 1964. Т. 69, вып. 5. С. 62–75).

Serebrjakov I. G. Morphology of vegetative organs of higher plants. (Morfologiya vegetativnykh organov vysshikh rasteniy.) Moscow, 1952, 390 p. [in Russian] (*Серебряков И. Г.* Морфология вегетативных органов высших растений. М., 1952. 390 с.)

Serebrjakov I. G. Ecological morphology of plants (Ekologicheskaya morfologiya rasteniy). Moscow, 1962, 377 p. [in Russian] (*Серебряков И. Г.* Экологическая морфология растений. – М., 1952. 390 с.)

Serebrjakova T. I. Doctrine of life forms of plants at the present stage // Results of science and technology (Uchenie o zhiznennykh formakh rasteniy na sovremennom etape) / Botany. vol. 1. M.: VINITI, 1972, pp. 84–169 [in Russian] (*Серебрякова Т.И.* Учение о жизненных формах растений на современном этапе // Итоги науки и техники / Ботаника. т.1. М.: ВИНИТИ, 1972. С. 84–169).

Tahtadzhjan A. L. Morphological evolution of angiosperms (Morfologicheskaja jevoljucija pokrytosemennyh). Moscow, 1948, 301 p. [in Russian] (*Тахта-*

джян А. Л. Морфологическая эволюция покрытосеменных. М., 1948. 301 с.).

Furst G. G. Methods of anatomo-histochemical study of plant tissues (Metody anatomo-gistohimicheskogo issledovanija rastitel'nyh tkanej). Moscow, 1979, 155 p. [in Russian] (*Фурст Г. Г.* Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. М., 1979. 155 с.).

Shilova N. V. About strucrure and periodicity of bud scales and leaves appearance in walnut (*Juglans regia* L.) (O stroenii i periodichnosti pojavlenija cheshuj i list'ev u greckogo oreha (*Juglans regia* L.) // Trudy Botanicheskogo instituta imeni V. L. Komarova AN SSSR – Proceedings of the Botanical Institute of V. L. Komarov USSR Academy of science, 1964, vol. 4, iss. 16, pp. 101–113 [in Russian] (*Шилова Н. В.* О строении и периодичности появления чешуй и листьев у грецкого ореха (*Juglans regia* L.) // Труды Ботанического ин-та им В. Л. Комарова АН СССР. 1963. Сер. 4. Вып. 16. С. 101–113).

Shilova N. V. Vegetative buds development of some species of genus *Crataegus* L. (Formirovanie vegetativnyh pochek u nekotoryh vidov roda *Crataegus* L.) // Botanicheskii Zhurnal – Botanical Journal, 1969, vol. 54, no. 8, pp. 1169–1185 [in Russian] (*Шилова Н. В.* Формирование вегетативных почек у некоторых видов рода *Crataegus* L. // Ботан. журн. 1969. Т. 54, № 8. С. 1169–1185).

Shilova N. V. Types of growth inside the bud and strucrure of plants mountainous North-East USSR (Tipy vnutripochechnogo rosta i stroenie rastenij gornogo Severno-Vostoka SSSR) // Abstr. Diss. Grand PhD in Biological scieces, 1987, 36 p. [in Russian] (*Шилова Н. В.* Типы внутрипочечного роста и строение растений горного Северно-Востока СССР: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Л., 1987. 36 с.).

Burrows G. E., Chisnall L. K. Buds buried in bark: the reason why Quercus suber (cork oak) is an excellent post-fire epicormic resprouter // Trees. Vol. 30. 2006, p. 241–254.

Foster A. S. Investigation on the morphology and comparative history of development of foliar organs // American Journal of Botany. 1929, vol. 16, no. 7, pp. 475–501.

Troll W. Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen Bd. 1. Berlin, 1935. 955 S.

Troll W. Praktische Einfuhrung in die Pflanzenmorfologie. Ester Teil: Der vegetative Aufbau. Jena, 1954. 258 S.

Wiegrefe S. J., Sytsma K. J., Guries R. P. Phylogeny of Elms (Ulmus, Ulmaceae): Molecular Evidence for a Sectional Classification // Systematic Botany. 1994, vol. 19, no. 4, pp. 590–612.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-131-139
УДК 582.31 (571.5)

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ПОЛЫНЬ СИВЕРСА *ARTEMISIA SIEVERSIANA* WILLD. В ЗАБАЙКАЛЬЕ: ОСОБЕННОСТИ ЦЕНОФЛОРЫ И ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

А. Б. Сахьяева,
Б. Б. Намзалов

Бурятский государственный университет,
670000, Россия, Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а,
e-mail: ayuna.sahyaeva@mail.ru, namzalov@rambler.ru

Ключевые слова:

ценокомплекс, жизненная форма, разновидность, морфотип, залежь, монокарпик.

Поступление:
22.12.2017

Принято:
21.05.2018

Актуальность. Полынь Сиверса – евроазиатский вид рода *Artemisia* L., относится к группе монокарпических одно- двулетних растений. Данный вид является не только сорным растением, но и одним из ценных лекарственных растений народной и тибетской медицины. Однако, сведения в области биологии и экологии вида весьма незначительны. Исследование и изучение ценофлоры с участием полыни Сиверса является одной из важных задач при всестороннем изучении вида. **Результаты.** В растительности Забайкалья полынь Сиверса представлена тремя морфотипами: (1) лесостепной – особи невысокие (до 20–25 см), характерно очень сжатое метельчатое соцветие, крупные корзинки, сидячие по одной на очень коротких цветоносах; (2) адвентивный – для него характерны крупные размеры, стебель в верхней половине ветвится в крупном метельчатом соцветии, высота растения достигает до 100 см; (3) залежный – это растения средней высоты (20–40 см), метелка хорошо развита, однако сравнительно слабо сформированы системы вторичных цветоносных побегов в пазухах верхних листьев. В сообществах с участием полыни Сиверса было выявлено 146 видов высших сосудистых растений, относящихся к 42 семействам и 74 родам. По количеству видов лидирующее положение занимают семейства Asteraceae (24%), Poaceae (11%), Fabaceae (7%), Rosaceae (7%), Brassicaceae (6%). Среди жизненных форм преобладают травянистые многолетние растения (48%), и также одно- двулетние травянистые монокарпики (28%). Широко представлены виды стержнекорневой (34,2%), длиннокорневищной (15,06%), кисте-корневой (9,5%) и корнеотпрысковой (7,5%) групп, что является результатом приспособления к резким колебаниям температур и недостатку влаги. Экологический анализ показал, что преобладающие позиции занимают ксерофиты (25%), мезоксерофиты (22%), ксеромезофиты (21%), что связано с резко континентальным климатом региона. Виды мезофитной группы (15%) представлены средне – это в основном растения умеренно влажных почв. В ценофлоре сиверсо-полынных сообществ по соотношению географических элементов преобладают лугово-степные и степные евразийские (23%), полизональные (сорные) голарктические (20%), а также участвуют центрально-азиатские опустыненно-степные виды (14%). **Выводы.** Проведенный анализ показывает особенности флоры сообществ с участием *A. sieversiana* Willd., для которой характерны виды лугово-степной поясно-зональной группы с широким ареалом. Отмечено преобладание стержнекорневых моно- и поликарпиков ксерофитной экологии. В условиях Забайкалья полынь Сиверса дифференцируется на три морфотипа. Лесостепной морфотип в сравнении адвентивным и залежным отличается комплексом признаков вегетативной и генеративной сферы, вероятно, выходящий на уровень особой разновидности.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-131-139

ORIGINAL ARTICLE

ARTEMISIA SIEVERSIANA WILLD. IN TRANSBAIKALIA: FEATURES OF CENOFLORA AND INTRASPECIFIC VARIABILITY

A. B. Sakhyaeva,
B. B. Namzalov

Buryat State University,
24a, Smolina St., Ulan-Ude,
670000, Russia,
e-mail: ayuna.sahyaeva@mail.ru,
namzalov@rambler.ru

Key words:
cenocomplex, *life form*, *variety*, *morphotype*, *fallow*, *monocarpicle*.

Received:
22.12.2017

Accepted:
21.05.2018

Background. *Artemisia sieversiana* Willd. is a Eurasian species of the genus *Artemisia* L., belonging to the group of monocarpic annual/biennial plants. This species is not only a weed, but also one of the valuable medicinal plants of folk and Tibetan medicine. However, the data about the species' biology and ecology are very scanty. The study of cenoflora with the occurrence of *A. sieversiana* is one of the main tasks for the understanding of the species. **Results.** In the Transbaikalian vegetation, *A. sieversiana* is represented by three morphotypes: (1) the forest-steppe morphotype, when individual plants are short (up to 20–25 cm) and characterized by a very compressed paniculate inflorescence, large baskets sitting one by one on very short stalks or peduncles; (2) the adventive one, characterized by large sizes, the stem in the upper half ramified into a large paniculate inflorescence, and the plant height reaching up to 100 cm; and (3) the fallow one, with plants of average height (20–40 cm), when the panicle is well developed, but systems of secondary flower-bearing shoots in the sinuses of the upper leaves are relatively poorly formed. In the flora of communities where *A. sieversiana* is present, 146 species of higher vascular plants belonging to 42 families and 74 genera were identified. Asteraceae (24%), Poaceae (11%), Fabaceae (7%), Rosaceae (7%), Brassicaceae (6%) occupy the leading position in the spectrum of multispecies families. Among the life forms, perennial herbaceous plants (48%) prevail as well as annual/biennial herbaceous monocarpicles (28%). Species belonging to the taproot (34.2%), long rhizome (15.06%), racemose root (9.5%) and root sucker (7.5%) groups are widely represented as a result of adaptation to abrupt temperature fluctuations and lack of moisture. Ecological analysis showed that xerophytes (25%), mesoxerophytes (22%) and xeromesophytes (21%) occupy the prevailing positions, which attests to the extreme continental climate in the region. Species of the mesophyte group (15%) are represented by medium-scale percentage; these are mostly the plants of more moderately moist soils. According to the ratio of geographic elements, meadow-steppe and steppe Eurasian (23%), polyzonal (weedy), and Holarctic (20%) species dominate in the cenoflora of *A. sieversiana* communities, with Central Asian desert-steppe species (14%) also present. **Conclusion.** The analysis shows the special features of the vegetation of plant communities with *A. sieversiana.* Species of the meadow-steppe geographic group with a wide range of distribution are typical for them. Predominance of taproot mono- and polycarpicles of xerophytic ecology was observed. In Transbaikalia, *A. sieversiana* is differentiated into three morphotypes. With this, the forest-steppe type, if compared with the adventive and fallow forms, is distinguished by a set of morphological traits in its vegetative and generative spheres, which may lead to its recognition as a separate botanical variety.

Введение

Регион Байкальской Сибири, в который входит Бурятия (рис. 1), представляет сложный фитогеографический узел на пересечении экосистем Северной и Центральной Азии. Уникальность биоты объясняется не только экотонным положением озера Байкал на территории евроазиатского континента, но и сложным рельефом территории. Для территории Западного Забайкалья характерны средневысотные хребты и обширные, вытянутые с юго-запада на северо-восток, долины (Гусиноозерская, Удинская, Тугнуйская и другие) с разницей относительных высот от 300 до 900 м. Большая часть региона представлена массивными и довольно пологими водоразделами. Прибайкалье характеризуется высокими хребтами, прилегающими к озеру Байкал, и межгорными котловинами (Тункинская, Баргузинская) разделяющими их. Для региона характерна большая амплитуда высот между хребтами и днищами котловин (Namzalov et al., 1998).

Рис. 1. Места полустационарных наблюдений и сбора коллекционных материалов на территории Бурятии

Условные обозначения: 1 – Баргузинская котловина; 2 – долина Джиды; 3 – Гусиноозерская котловина; 4 – Усть-Селенгинская впадина; 5 – долина Кижинги

Fig. 1. Sites of semi-stationary observations and collecting of plant material in Buryatia

Legend: 1 – Barguzin Hollow; 2 – Dzhida Valley; 3 – Gusinoozersk Hollow; 4 – Ust-Selenga Depression; 5 – Kizhinga Valley

Растительный мир Бурятии представлен многообразными видами, каждый из которых играет уникальную роль в природе региона. В познании вида растения невозможно обойтись без изучения широкого круга вопросов, включающие происхождение, распространение, биологию и экологию, а также ценотические связи.

Полынь Сиверса (*Artemisia sieversiana* Willd.) – евроазиатский вид секции *Absinthium* DC. рода *Artemisia* L., относящийся к группе монокарпических одно- и двулетних растений (Amel'chenko, 2006). По отношению к фактору влажности почвы принадлежит к мезоксерофитному типу. Необходимо отметить особо, что

полынь Сиверса является не только сорным растением, но и одним из ценных лекарственных растений народной и тибетской медицины (Bazaron, Aseeva, 1984).

Фармацевтические исследования выявили, что полынь Сиверса богата эфирными маслами, содержит флавоноиды и кумарины (Zhigzhitzhapova, 2009). Однако, сведения в области биологии и экологии вида весьма незначительны. Изучение ценофлоры с участием полыни Сиверса является одним из важных задач при всестороннем исследовании вида. Таким образом, целью работы является изучение внутривидовой изменчивости и видового состава сообществ полыни Сиверса в условиях Забайкалья.

Материалы и методы

Эколого-фитоценотические исследования полынных сообществ и популяций проводились маршрутным и полустационарным методами (Uranov et al., 1976) на территории Западного Забайкалья и Прибайкалья с 2013 по 2016 годы (рис. 1).

Растения определяли по «Флоре Сибири» (Flora Sibiri, 1997) и «Определителю растений Бурятии» (Opredelitel' rastenij, 2001). Проводились морфометрические замеры общей высоты растения, диаметр корзинок, длина черешка листа и длина пластинки листа. Учитывались окраска листиков обертки и опушение листа. Всего было исследовано 75 особей каждой разновидности в трех различных ценопопуляциях. Образцы семян собраны из исследованных популяций природной флоры. При изучении семянок было рассмотрено около 200 экземпляров под микроскопом МБИ-1 при увеличении 3,5x10. В биоморфологических исследованиях использована эколого-морфологическая характеристика жизненных форм И. Г. Серебрякова (Serebryakov, 1962). Для экологического анализа принята классификация А. В. Куминовой (Kuminova, 1960).

Результаты и обсуждение

На протяжении своего обширного ареала в масштабах евразийского континента полынь Сиверса входит в состав лесостепного флористического комплекса. Однако этот вид характерен на сукцессионно обусловленных местообитаниях с развитием первичных группировок на обнажениях коренных пород или песчано-мелкоземистых дефляционных поверхностях и при этом очень редко отмечается в сформированных сообществах лесостепи. Эти открытые экотопы с группировками видов как из степного и лесного окружения, так и некоторых видов-малолетников с участием *A. sieversiana*, встречаются в приопушечной полосе или на полянах, среди лесных сообществ. В целом в структуре лесостепного ландшафта подобные микроостровки пионерных группировок занимают незначительные площади. Отмеченный выше инвазийный тип в экологической стратегии полыни Сиверса не позволил ей занять ведущие ценотические позиции в растительности лесостепи. Однако способность осваивать свободные ниши, позволила этому виду проявить себя в качестве активного ценозообразователя на первичных стадиях зарастания заброшенных пахотных угодий и, в целом, в процессах демутации залежей. Последующая адаптация к условиям трансформированных степных и лесостепных экосистем, в режиме залежных земель с их контрастными экотопами, способствовала формированию особых типов биоморф полыни Сиверса, наряду с рудеральными.

В растительности Забайкалья полынь Сиверса представлена тремя морфотипами – лесостепной, адвентивный и залежный. Последний из них – наиболее широко распространен на залежах Забайкалья, где полынь Сиверса является одним из фоновых видов, формируя разнообразные сообщества и ценопопуляции (Sah'yaeva, 2016).

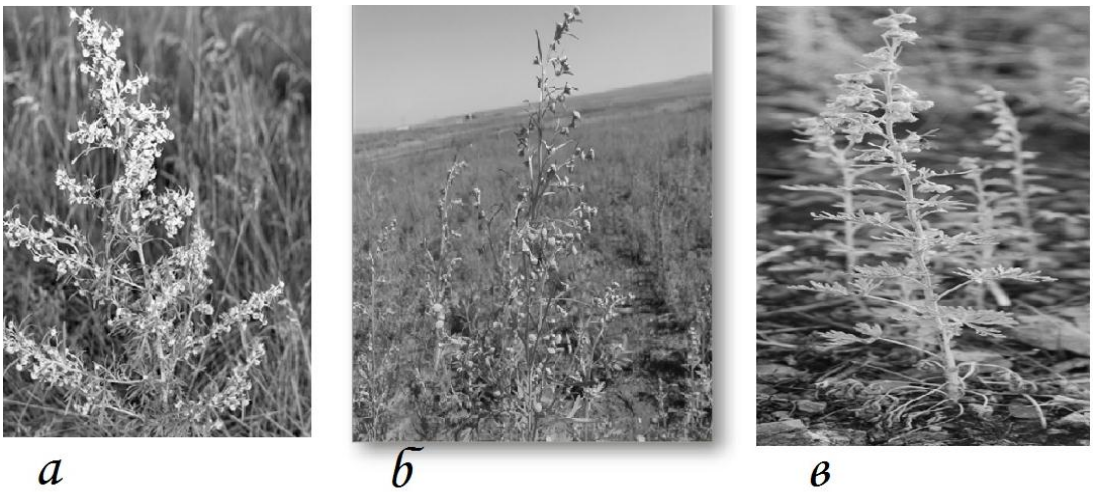


Рис. 2. Морфотипы полыни Сиверса
Примечание: а – залежный; б – адвентивный; в – лесостепной.
Fig. 2. Morphotypes of *Artemisia sieversiana* Willd.
Annotation: a – the fallow; b – the adventive; c – the forest-steppe

В условиях залежей, в сообществах бурьянистой и корневищной группировок растительности, полынь Сиверса обладает биоморфой, отличающей ее от типичного адвентивного морфотипа. Это растения средней высоты (20–40 см), метелка хорошо развита, однако сравнительно слабо сформированы системы вторичных цветоносных побегов в пазухах верхних листьев.

Типично адвентивный морфотип произрастает на рудеральных местообитаниях, пустырях или по окраинам пашен, на богатых почвах в условиях достаточного увлажнения и почти в отсутствии конкуренции. Для данной формы характерны крупные размеры, высота растения достигает 100 см. Стебель в верхней половине ветвится в крупном метельчатом соцветии. Все растение сизое от коротких прижатых волосков. Пластинка средних стеблевых листьев широкоромбическая, надрезана на неглубоко раздельные доли, реже сегменты, несущие по краю различное количество долек. Надрезы широкотреугольные, постепенно заужены к верху и шиповидно заостренные, плоские. Лист сверху и снизу имеет серовато-зеленый оттенок.

И третий морфотип, характерный на первичных экотопах, на конусах выноса, на бедных супесчаных и мелкощебнистых отложениях в растительности лесостепи. Особи данного морфотипа невысокие (до 20–25 см). Для данной формы характерно очень сжатое метельчатое соцветие, крупные корзинки, сидячие по одной на очень коротких цветоносах. Стебель простой, в верхней части, т. е. соцветие не ветвится. Растение зеленовато-сизое от покрова волосков. Волоски длинные и прижатые. В морфологии семян выявлены существенные отличия – глянцево-кожистая поверхность семенной кожуры, удлиненно вытянутый и слегка изогнутый апикальный полюс, в отличие от семян залежной и адвентивной форм. Также для нее свойственна изящная жизненная форма растения в целом и мелкие размеры листьев. При этом пластинка средних листьев овальная, рассеченная на множество сегментов и сегментиков, имеющая разное количество долек. Листовая пластинка имеет наиболее густое опушение, особенно с нижней стороны.

Полынь Сиверса – адвентивный вид, экотопом для которого могут служить как рудеральные местонахождения, так и залежные, придомовые и придорожные участки. Наиболее характерным местообитанием полыни Сиверса как было отмечено выше, являются залежи. Поэтому нами обобщены сведения по фитоценотической роли вида в растительности залежей.

При анализе ценокомплекса вида (Nekratova, 2005.) или ценофлоры сооб-

ществ с участием полыни Сиверса использованы традиционные методы флористических исследований – таксономического, ареалогического, биоморфологического и экологического анализа флоры (Malyshev, Peshkova, 1984).

Во флоре сообществ с участием полыни Сиверса было выявлено 146 видов высших сосудистых растений, относящихся к 42 семействам и 74 родам. По количеству видов (рис. 3) лидирующее положение занимают семейства Asteraceae (24%), Poaceae (11%), Fabaceae (7%), Rosaceae (7%), Brassicaceae (6%).

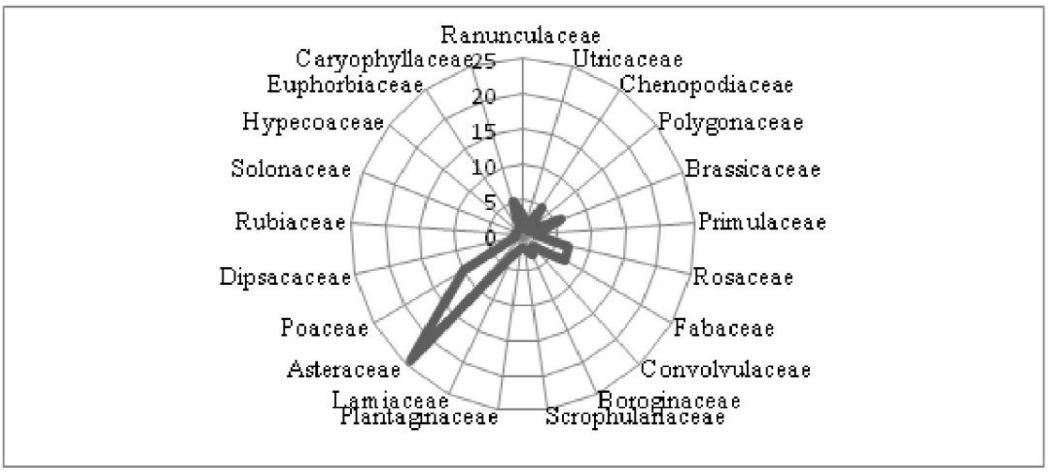


Рис. 3. Спектр ведущих семейств ценофлоры *Artemisia sieversiana* Willd.
Fig. 3. Spectrum of the leading plant families in the cenoflora of *Artemisia sieversiana* Willd.

Видовое богатство семейств Asteraceae, Poaceae и Fabaceae характеризует аридные черты флоры – степной и лесостепной природы (Yurcev, 1968). В то же время в видовом богатстве Rosaceae, Brassicaceae и Caryophyllaceae проявляются черты гумидности климата.

Высокий процент видов семейства Asteraceae (24%), объясняется присутствием адвентивных видов (*Neopalassia pectinata* Pall., *Artemisia sieversiana*, *Cirsium setosum* Willd.), что объясняется экологической пластичностью и разнообразием приспособлений к переносу семян в семействе (видоизмененные листочки обертки, паппус и др.), что способствует большой амплитуде распространения. Высокое процентное значение занимает семейство Poaceae (11%). Злаковые растения весьма устойчивые в посевах, однако, они не являются широко распространенными сорными растениями. В данных сообществах присутствие представителей семейства свидетельствует о восстановления степной растительности. Согласно Н. Н. Цвелеву (Tzvelev, 1976) данная группа растений заняла ключевые позиции во многих флорах благодаря эколого-биологическим особенностям (мощная корневая система, формирующая вегетативную среду обитания, вегетативная подвижность и др.). Довольно высокое положение семейства Rosaceae (8%) обусловлено большим разнообразием крупнейшего рода этого семейства – *Potentilla* L. (Tzvelev, 1976).

Таким образом, выявленные ведущие семейства указывают на смешанный, бореально-степной характер флоры.

Среди жизненных форм преобладают травянистые многолетние растения (48%), и также одно – и двулетние травянистые монокарпики (28%). Широко представлены виды стержнекорневой (34,2%) (*Artemisia sieversiana*, *Lappula squarrosa* Retz., *Nonea pulla* L.), длиннокорневищной (15,06%) (*Silene repens* Patrin., *Galium verum* L.), кисте-корневой (9,5%) (*Potentilla bifurca* L., *Artemisia vulgaris* L., *Cirsium setosum*), корнеотпрысковой (7,5%) (*Convolvulus arvensis* L., *Linaria vulgaris* Mill.) группы, что

является результатом приспособления к разнообразным экотопам в условиях резкого колебания температур и недостатка влаги.

Экологический анализ показал, что преобладающие позиции занимают ксерофиты (25%) (*Cleistogenes squarrosa* Trin., *Salsola collina* Pall., *Neopallasia pectinata*), мезоксерофиты (22%) (*Heteropappus altaicus* Willd., *Artemisia scoparia* Walds.), ксеромезофиты (21%) (*Medicago falcate* L., *Galium verum*), что говорит о резкоконтинентальном климате региона (рис. 4). Виды мезофитной группы (15%) представлены характерными видами (*Chenopodium album* L., *Plantago media* L., *Cirsium setosum*) – это в основном растения умеренно влажных почв.

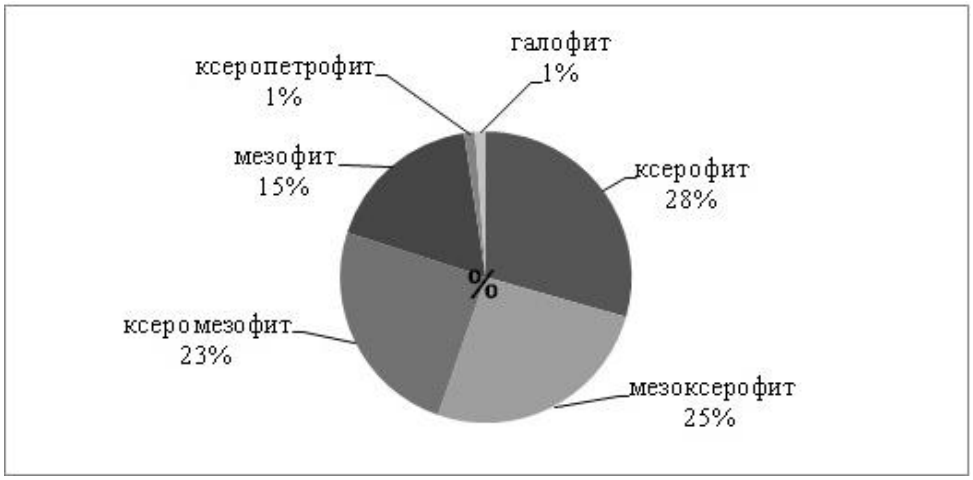


Рис. 4. Распределение видов по экологическим группам в ценофлоре *Artemisia sieversiana* Willd.

Fig. 4. Distribution of species by their ecological groups in the cenoflora of *Artemisia sieversiana* Willd.

Во флоре сиверсополынных сообществ по соотношению географических элементов преобладают лугово-степные и степные евразийские (*Artemisia scoparia, Nonea pulla, Medicago falcate* и т. д.) (23%), полизональные (сорные) голарктические виды (*Chenopodium album, Brassica campestris* L. и т. д.) (20%), а также участвуют центрально-азиатские опустыненно-степные виды, в их числе высока встречаемость *Neopallasia pectinata* (14%). Преобладание степных видов, в первую очередь, определяется зональным положением территории обследования. Высокий показатель участия сорных видов определяется тем, что данная группа является фоновой на залежных участках, где представители полизональной группы занимают одно из ведущих положений. В целом, соотношение геоэлементов в ценофлоре указывают на то, что в ней преобладают виды с широким ареалом и это указывает на древность формирования и смещении их в более южные районы по мере увеличения сухости климата.

Заключение

Сорные растения, как известно, легко адвентирующиеся виды занимают первичные или трансформированные экотопы, наиболее подготовлены к интродукции, процессу введения их в культуру (Chukhina, 2007). К таковым относится полынь Сиверса, сформировавшая в ходе микроэволюционных процессов, спонтанные интродукционные популяции на залежных землях всего умеренного пояса Евразии, в том числе и в Забайкалье. Результаты скрупулезного анализа ценокомплекса *Artemisia sieversiana* в даль-

нейшем позволят глубже понять экологический потенциал ценного лекарственного растения. Полученные данные необходимы для создания высокопродуктивных и фитохимически насыщенных интродукционных популяций вида в целях решения вопроса по обеспечению растительным сырьем для нужд традиционной и современной комплиментарной медицины.

В ценофлоре полынных сообществ выявлено 146 видов высших сосудистых растений, относящихся к 42 семействам и 74 родам. Лидирующее место занимают семейства Asteraceae (24%), Poaceae (11%), Fabaceae (7%), Rosaceae (7%), Brassicaceae (6%).

Биоморфологический анализ выявил, что в ценофлоре преобладают стержнекорневые моно- и поликарпики (34%), а также высок показатель по присутствию длиннокорневищных многолетних и однолетних растений (15,06%).

Экологический спектр показал, что преобладающими группами являются ксерофиты (28%), мезоксерофиты (25%), ксеромезофиты (23%).

В составе географических элементов преобладают лугово-степные и степные евразийские (23%), полизональные (сорные) голарктические виды (20%), а также велико участие центрально-азиатских опустыненно-степных видов (14%).

На территории исследования нами выделены три морфотипа *A. sieversiana*: лесостепной, залежный и адвентивный. При этом рудеральные и залежные морфотипы полыни по комплексу признаков в наибольшей степени соответствуют типовой разновидности *A. sieversiana* var. *sieversiana*. Третий морфотип, лесостепной, отличается комплексом морфологических признаков вегетативных и генеративных органов особенно формой и размерами семянок, что дает некоторые основания для выделения самостоятельной разновидности (Sah'yaeva, 2016), для чего необходимы дополнительные исследования. Вариабельность особей в популяциях полыни отражает особенности индивидуального развития, связанные с адаптивным потенциалом вида, а также указывает на некоторые факторы, связанные с деятельностью человека.

References/Литература

Amel'chenko V. P. Biosistematika polynej Sibiri. Kemerovo : KREHOO «Irbis», 2006. 238 p. [in Russsian] (*Амельченко В. П.* Биосистематика полыней Сибири. Кемерово : КРЭОО «Ирбис», 2006. 238 с.).

Bazaron Eh. G., Aseeva T. A. «Vajdur'ya-Onbo» – traktat indo-tibetskoj mediciny. Novosibirsk : Nauka, 1984. 118 p. [in Russsian] (*Базарон Э. Г.*, *Асеева Т. А.* «Вайдурья-Онбо» – трактат индо-тибетской медицины. Новосибирск : Наука, 1984. 118 с.).

Namzalov B. B., Bogdanova K. M., Bikov I. P. Buryatiya. The vegetation kingdom. Ulan-Ude : Buryat State University, 1997, 250 p. [in Russsian] (*Намзалов Б. Б., Богданова К. М., Быков И. П.* Бурятия. Растительный мир. Улан-Удэ : Издательство Бурятского государственного университета, 1997. 250 с.).

Cenopopulyaciya rastenij / Uranov A. A., Zaugol'nova L. B., Smirnova O. V. Moscow : Nauka, 1976. 217 p. [in Russsian] (*Ценопопуляция растений* / Уранов А. А., Заугольнова Л. Б., Смирнова О. В. М. : Наука, 1976. 217 с.).

Chukhina I. G. Kul'turnye rasteniya i ih dikie sorodichi (metody izucheniya i sohraneniya raznoobraziya). Barnaul: Azbuka, 2007. 40 p. [in Russsian] (*Чухина И. Г.* Культурные растения и их дикие сородичи (методы изучения и сохранения разнообразия). Барнаул: АзБука, 2007. 40 с.).

Tzvelev N. N. Poaceae URSSR. Leningrad: Nauka, 1976. 788 p. [in Russsian] (*Цвелев Н. Н.* Злаки СССР. Л. : Наука, 1976. 788 с.).

Flora Sibiriae. Tomus 13. Asteraceae (Compositae). Novosibirsk, 1997, 472 p. (Flora Sibiri. Tom 13. Asteraceae (Com-

positae) / Ed. I. M. Krasnoborov. Novosibirsk, 1997, 472 p. [in Russsian] (*Флора Сибири* Том 13: Asteraceae (Compositae / Под редакцией И. М. Красноборова. Новосибирск. 1997, 472 с.).

Kuminova A. V. Rastitel'nyj pokrov Altaya. Novosibirsk: RIO SO AN SSSR, 1960. – 450 p. [in Russsian] (*Куминова А. В.* Растительный покров Алтая. Новосибирск: РИО СО АН СССР, 1960. 450 с.).

Malyshev L. I., Peshkova G. A. Features and genesis of the flora of Siberia (Prebaicakalia and Transbaikalia). Novosibirsk: Nauka, 1984. 265 p. [in Russsian] (*Малышев Л. И., Пешкова Г. А.* Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука, 1984. 265 с.).

Nekratova N. A., Nekratov N. F. Lekarstvennye rasteniya Altae-Sayanskoj gornoj oblasti. Resursy, ehkologiya, cenokompleksy, populyacionnaya biologiya, racional'noe ispol'zovanie: nauchnoe izdanie. Tomsk: Iz-vo Tom. un-ta, 2005. 228 p. [in Russsian] (*Некратова Н. А., Нектаров Н. Ф.* Лекарственные растения Алтае-Саянской горной области. Ресурсы, экология, ценокомплексы, популяционная биология, рациональное использование: научное издание. Томск: Из-во Том. ун-та, 2005. 228 с.).

Opredelitel' rastenij Buryatii / Anenhonov O. A., Pychalova T. D., Osipov K. I. et all. Ulan-Ude, 2001. 672 p. [in Russsian] (*Определитель* растений Бурятии / *Аненхонов О. А., Пыхалова Т. Д., Осипов К. И.* [и др.] Улан-Удэ, 2001. 672 с.).

Sah'yaeva A. B. Osobennosti biologii i ehkologii novoj raznovidnosti *Artemisia sieversiana* Willd. v usloviyah Zapadnogo Zabajkal'ya // Vestnik BGU. Biologiya. Geografiya. Iss. 2–3, 2016. pp. 164–67 [in Russsian] (*Сахьяева А. Б.* Особенности биологии и экологии новой разновидности *Artemisia sieversiana* Willd. в условиях Западного Забайкалья // Вестник БГУ. Биология. География. Вып. 2–3, 2016. С. 164–167.

Serebryakov I. G. Ekologicheskaya morfologiya rastenij. Moscow: izd-vo Vysshaya shkola, 1962. 378 p. [in Russsian] (*Серебряков И. Г.* Экологическая морфология растений. Москва: изд-во Высшая школа, 1962. 378 с.).

Yurcev B. A. Flora Suntar-Hayata: problemy istorii vysokogornyh landshaftov Severo-Vostoka Sibiri. Leningrad : Nauka, 1968. 233 p. [in Russsian] (*Юрцев Б. А.* Флора Сунтар-Хаята: проблемы истории высокогорных ландшафтов Северо-Востока Сибири. Ленинград: Наука, 1968. 233 с.).

Zhigzhitzhapova S. V. et all. Efirnoe maslo *Artemisia sieversiana* Willd. i razrabotka ehmul'sionnyh kompozicij na ego osnove // Himiko-farmacevticheskij zhurnal. 2017, vol. 51, no. 5, pp. 44–46 [in Russsian] (*Жигжитжапова С. В.* и др. Эфирное масло *Artemisia sieversiana* Willd. и разработка эмульсионных композиций на его основе // Химико-фармацевтический журнал. 2017. Т. 51, № 5. С. 44–46).

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-140-150
УДК 577.21:633.11:632.937.14

Е. И. Гультяева[1],
Е. Л. Шайдаюк[1],
К. М. Абдуллаев[2]

[1]Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
196608 Россия, г. Санкт-Петербург-Пушкин, ш. Подбельского, 3,
eigultyaeva@gmail.com

[2]Филиал Дагестанская опытная станция Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений
имени Н. И. Вавилова (ВИР),
368612 Дагестан, Дербентский р-н,
с. Вавилово

Ключевые слова:
бурая ржавчина, Puccinia triticina, вирулентность, Lr-гены.

Поступление:
23.12.2017

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ *PUCCINIA TRITICINA* В ДАГЕСТАНЕ

Актуальность. Бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.) – значимое заболевание пшеницы, эгилопсов и тритикале в Дагестане. На экспериментальном поле филиала Дагестанская опытная станция ВИР (ДОС ВИР) ежегодно изучаются коллекции образцов мягкой пшеницы и других видов родов *Triticum* L. и *Aegilops* L., которые оценивают по устойчивости к бурой ржавчине. Мониторинг вирулентности патогена позволяет оценить динамику изменчивости гриба и скорректировать результаты фитопатологических оценок, выполненных в разные периоды времени. Изучение дербентской популяции имеет длительную историю и проводится с 1970 г. Цель данной работы – анализ вирулентности *P. triticina* в 2008–2017 гг. **Материалы и методы**. Инфекционный материал был представлен листьями мягкой пшеницы с урединиепустулами, собранными на экспериментальном поле ДОС ВИР в 2008, 2009, 2011, 2014, 2016, 2017 гг. Образцы популяций были клонированы. Для получения монопустульных изолятов и анализа вирулентности использовали лабораторный метод отрезков листьев, помещенных в раствор бензимидазола. Всего по признаку вирулентности изучено 144 изолята: 32 в 2008 г., 37 в 2009 г., 14 в 2011 г., 14 в 2014 г., 26 в 2016 г., 21 в 2017 г. **Результаты и обсуждение**. Высокой эффективностью характеризовались гены *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr41*, *Lr42*, *Lr45*, *Lr47*, *Lr50*, *Lr51*, *Lr53* и *Lr65*. Соответственно, образцы пшеницы, защищенные данными генами, будут иметь высокий уровень устойчивости в южном Дагестане. Варьирование в частотах вирулентности отмечено на линиях Thatcher (Tc) с генами *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3a*, *Lr3bg*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr20* и *Lr26.* С использованием 20 почти изогенных линий Thatcher (Tc*Lr*) выявлено 20 фенотипов (pac) патогена. Индексы генетических расстояний Hея и Fst указывали на отличие структуры дербентской популяции в 2014–2016 г. по сравнению с 2008–2011 гг. Анализ многолетней (1970–2017 гг.) динамики вирулентности дербентской популяции *P. triticina* с использованием 10 Tc*Lr*-линий указывал на определенную стабильность структуры дербентской популяции в 1970–2011 гг. и ее изменение в последующий период.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-140-150

E. I. Gultyaeva[1],
E. L. Shaydayuk[1],
K. M. Abdullaev[2]

[1]All-Russian Institute of Plant Protection,
3 Shosse Podbelskogo, St. Petersburg – Pushkin, 196608 Russia,
eigultyaeva@gmail.com

[2]Dagestan Experiment Station, branch of the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), Vavilovo Village, Derbent District, 368612 Dagestan

Key words:
leaf rust, Puccinia triticina, wheat, virulence, Lr genes.

Received:
23.12.2017

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

POPULATION GENETICS STUDY OF THE WHEAT LEAF RUST AGENT *PUCCINIA TRITICINA* IN DAGESTAN

Background. Leaf rust (causative agent *Puccinia triticina* Erikss.) is a harmful disease of wheat, *Aegilops* and triticale in Dagestan. Germplasm collections of bread wheat and other *Triticum* and *Aegilops* species are studied every year in the experimental field at the Dagestan Experimental Station of VIR (DES VIR), and evaluated for leaf rust resistance. Monitoring of the pathogen's virulence makes it possible to assess the dynamics of the fungus's variability and correct the results of phytopathological scores performed in different years. The study of the Derbent population has a long history, and has been conducted since 1970. The aim of this work is to analyze the virulence of the *P. triticina* population in 2008–2017. **Materials and methods.** Infectious material was represented by leaves of bread wheat with uredopustules collected in the experimental field of DES VIR in 2008, 2009, 2011, 2014, 2016, and 2017. Populations were cloned to obtain monopustule isolates. For this and for virulence analysis, the laboratory technique of detached leaves preserved in the benzimidazole solution was used. In total, 144 isolates were employed in virulence studies: 32 in 2008, 37 in 2009, 14 in 2011, 14 in 2014, 26 in 2016, and 21 in 2017. **Results and discussion.** The genes *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr41*, *Lr42*, *Lr45*, *Lr47*, *Lr50*, *Lr51*, *Lr53*, and *Lr65* were characterized by high efficiency. This means that wheat samples protected by these genes will demonstrate high-level resistance in the fields of southern Dagestan. Variations in virulence frequencies were recorded in Thatcher lines (Tc) with the genes *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3a*, *Lr3bg*, *Lr15*, *Lr16*, *Lr20* and *Lr26*. Using 20 almost isogenic Thatcher lines (Tc*Lr*), 20 phenotypes (races) of the pathogen were identified. Indexes of genetic distances (Nei and Fst) indicated at the changes in the structure of the Derbent population in 2014–2017, when compared with 2008–2011. The long-term dynamics analysis (1970–2017) of *P. triticina* virulence using 10 Tc*Lr* lines revealed certain stability in the Derbent population structure in 1970–2011 and its changes in the subsequent period.

Введение

Бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.) – значимое заболевание пшеницы, эгилопсов и тритикале в Дагестане. На экспериментальном поле Филиала Дагестанская опытная станция ВИР (ДОС ВИР, Дербентский район) ежегодно изучаются коллекции образцов мягкой пшеницы и других видов родов *Triticum* L. и *Aegilops* L., которые оценивают по устойчивости к бурой ржавчине. Дербентская популяция *P. triticina* имеет исключительно благоприятные условия для развития. Зона характеризуется теплым и влажным климатом. Высокое разнообразие растений-хозяев на коллекционных посевах и широкая их представленность в естественных ценозах, а именно: *Aegilops tauschii* Coss., *Ae. cylindrica* Host, *Ae. triuncialis* L., *Ae. biuncialis* Vis., *Ae. triaristata* Willd., *Ttiticum persicum* Vav. ex Zhuk., *T. dicoccum* (Schrank) Schubl. (Berljand-Kozhevnikov et. al., 1978; Dorofeev et all. 1987; Boguslavskij, Golik, 2003) способствуют поддержанию высокого полиморфизма по вирулентности дербентской популяции *P. triticina*. Л. А. Михайлова показала, что клоны бурой ржавчины на пырее, эгилопсах, произрастающих в естественных ценозах, и на пшенице, выращиваемой на коллекционном посеве, представляют собой единую популяцию патогена (Mikhailova, 1973).

Длительный мониторинг вирулентности патогена позволяет оценить его динамику, связанную с естественным отбором и другими механизмами изменчивости. Исследования дербентской популяции *P. triticina* имеют долгую историю (Mikhailova, 1973; Dmitriev, 1975; Dmitriev et al., 1976; Berljand-Kozhevnikov et. all., 1978; Mikhailova et. all., 1997). До 1971 г. состав популяции изучали с использованием стандартного набора сортов-дифференциаторов (‘Malakof’, ‘Carina’, ‘Brevit’, ‘Webster’, ‘Loros’, ‘Mediterranean’, ‘Hussar’, ‘Democrat’). С 1971 г. стали использовать моногенные линии сорта ‘Thatcher’; с 1987 г. – оригинальный набор сортов-дифференциаторов (Tyryshkin, Mikhailova, 1989), а с 2000 г. – международный набор линий-дифференциаторов (Tc*Lr*-линий) (Long, Kolmer, 1989). Во всех этих наборах присутствовали сорта или линии с генами устойчивости *Lr1*, *Lr2a*, *Lr3a* и *Lr26*, что позволяет оценить многолетнюю динамику вирулентности дербентской популяции патогена. На основании исследований 1970–1995 гг. показано, что радикальная смена состава дербентской популяции происходила два раза – в 1975 и 1991 гг. (Mikhailova et al., 1997). Показана асинхронность изменений в составе популяций в Краснодарском крае и Дербенте. Было сделано предположение, что дербентская популяция является независимой от краснодарской и других северокавказских популяций, а также европейских. При этом она характеризуется высоким сходством с грузинскими, азербайджанскими, осетинскими и другими кавказскими популяциями, на основании чего ее отнесли к кавказской группе (Mikhailova, 2006). Анализ вирулентности, проведенный нами в 1995–2007 гг., не выявил существенных изменений в составе дербентской популяции в указанный промежуток времени (Mikhailova et al., 2002; Gultyaeva et al., 2009).

Цель данной работы – продолжение мониторинга вирулентности дербентской популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы в 2008–2017 гг.

Материал и методы

Инфекционный материал был представлен листьями мягкой пшеницы с урединиепустулами, собранными на экспериментальном поле ДОС ВИР в 2008, 2009, 2011, 2014, 2016 и 2017 гг. В 2008–2016 гг. в анализе была использована сборная популяция *P. triticina*, полученная с высоко восприимчивых образцов мягкой пшеницы в период массового развития болезни. В 2017 г. листья были собраны с трех сортов озимой пшеницы ‘Гром’,

‘Васса’ и ‘Донской маяк’ в конце вегетации.

Методы лабораторного культивирования патогена использовали для получения монопустульных изолятов и характеристики вирулентности *P. triticina* в 2008–2016 гг. (Mikhailova et al., 2000). В 2017 г. анализ вирулентности проводили на интактных проростках (Gultyaeva, Solodukhina, 2008). По 2–4 зерна каждой изогенной линии сорта ‘Thatcher’ (Тс*Lr*-линии) сеяли в почву. 10-14-дневные проростки (фаза первого листа) инокулировали суспензией возбудителя и помещали в камеру искусственного климата (Sanyo, Versatille Environmental Test Chamber) при температуре 22°С и влажности 75%.

Тип реакции Тс*Lr*-линий определяли по шкале E. B. Mains, H. S. Jackson (1926), где: 0 – отсутствие симптомов; 0; – некрозы без пустул; 1 – очень мелкие пустулы, окруженные некрозом; 2 – пустулы среднего размера, окруженные некрозом или хлорозом; 3 – пустулы среднего размера без некроза, 4 – крупные пустулы без некроза, X – пустулы на одном и том же листе разных типов, присутствуют хлорозы и некрозы. Растения, поражение которых составляло 0 – 2 балла, относили к устойчивым, а 3, 4 и X – к восприимчивым.

Всего изучено 144 монопустульных изолята: 32 в 2008 г., 37 в 2009 г., 14 в 2011 г., 14 в 2014 г., 30 в 2016 г., 21 в 2017 г. Обозначение фенотипов (рас) патогена выполнено по североамериканской номенклатуре (Long, Kolmer, 1989), основанной на определении вирулентности к группам Тс*Lr*–линий. В данной работе использовали следующие группы: 1 – *Lr1, Lr2a, Lr2c, Lr3a*; 2 – *Lr9, Lr16, Lr24, Lr26*; 3 – *Lr3ka, Lr11, Lr17, Lr30*; 4 – *Lr2b, Lr3bg, Lr14a, Lr14b*; 5 – *Lr15, Lr18, Lr19, Lr20* (Gultyaeva et al., 2017).

Оценку эффективности *Lr*-генов в фазе проростков проводили на расширенном наборе Тс*Lr*-линий (*Lr1 – Lr53, Lr64, Lr65*). Для инокуляции использовали сборную популяцию гриба.

Буквенный код фенотипов, среднее число аллелей вирулентности (AVC – Average virulence complexity), частоты вирулентности и индексы внутрипопуляционного разнообразия Нея (Hs) и Шеннона (Sh) определяли в пакете программ Virulence Analysis Tool (VAT) (Kosman et al., 2008).

Генетическую дифференциацию дербентской популяции в 2008–2017 гг. определяли по индексам Fst и Нея (Nei D, Nei genetic distance), которые были рассчитаны с использованием алгоритма AMOVA (GenAlEx). Многомерная диаграмма генетических расстояний между изолятами патогена в разные годы исследований построена в пакете программ GenAlEx (PCoA parametrs) по индексу Fst.

Результаты и обсуждение

Высокой эффективностью в фазе проростков, при инокуляции сборной популяцией *P. triticina*, характеризовались гены *Lr9, Lr19, Lr24, Lr28, Lr29, Lr41, Lr42, Lr45, Lr47, Lr50, Lr51, Lr53, Lr65* (тип реакции 0 и 0;). Варьирование частот вирулентности отмечено на линиях Тс*Lr1*, Тс*Lr2a*, Тс*Lr2b*, Тс*Lr2c*, Тс*Lr3a*, Тс*Lr3bg*, Тс*Lr15*, Тс*Lr16*, Тс*Lr20* и Тс*Lr26* (табл. 1). Частоты вирулентности клонов на других *Lr*-линиях достигали 100%. Снижение частоты вирулентных клонов к Тс*Lr11* в 2016–2017 гг., видимо, обусловлено использованием в анализе новой, аутентичной, репродукции этой линии, полученной из Сиднейского Университета (Австралия). Низкие показатели частот вирулентности к Тс*Lr11* в 2016, 2017 гг. согласуются с данными, полученными J. Kolmer и соавторами (2013, 2014) при изучении западноевропейских и российских популяций бурой ржавчины.

Таблица 1. Частоты клонов, вирулентных к линиям Thatcher, в дербентской популяции *P. triticina*, %
Table 1. Frequencies of the clones virulent to Thatcher lines in the Derbent population of *P. triticina*, %

Тс*Lr*-линия	2008	2009	2011	2014	2016	2017	Среднее
9, 19, 24, 28, 29, 41, 42, 45, 47	0	0	0	0	0	0	0
51, 53, 65	–	–	–	0	0	0	0
1	9,4	32,4	71	100	57,7	100	51,4
2a	9,4	32,4	7,1	7,1	0	0	11,8
2b	56,3	100	78,6	100	100	66,7	73,6
2c	96,9	100	78,6	100	100	66,7	93,1
3a	100	973	100	100	100	100	99,3
3bg	100	97,3	100	100	100	100	99,3
11	100	100	100	100	30,8	0	72,9
15	9,4	32,4	7,1	7,1	0	0	11,8
16	100	100	100	92,9	100	66,7	94,4
20	93,8	94,6	64,3	35,7	76,9	66,7	78,5
26	100	97,3	28,6	100	100	100	92,4
3ka, 10, 14a, 14b, 17, 18, 30, 32, 33, 34, 48, 49, 64	100	100	100	100	100	100	100

Отмечены различия в дифференциации изолятов *P. triticina* на линиях Тс*Lr11* и Тс*Lr16* при использовании метода отрезков листьев и живых растений (фаза первого листа пшеницы). Тип реакции на отрезках был выше, чем на растениях. На других Тс*Lr*-линиях наблюдали совпадение результатов обоих анализов.

При тестировании на 20 линиях-дифференциаторах выявлено 20 фенотипов (рас) патогена (4 в 2008 г., 5 в 2009 г., 7 в 2011 г., 4 в 2014 г., 5 в 2016 г., 3 в 2017 г. (табл. 2). Фенотипы вирулентности FHTTG, FHTTH, THTTR были наиболее представленными в 2008–2011 гг., а PHPTG, PHPTH – в 2016–2017 гг.

Таблица 2. Фенотипический состав дербентской популяции *P. triticina* в 2008–2017 гг.

Table 2. Phenotypic composition of the Derbent population of *P. triticina* in 2008–2017

Фено-типы	Авирулентность/вирулентность на Tc*Lr*-линиях	Частоты фенотипов *P. triticina*, %					
		2008	2009	2011	2014	2016	2017
CGTKH	*1,2a,2b,2c,9,15,19,24,26/3a,3bg, 3ka,11,14a,14b,16,17,18,20,30*	0	0	14,3	0	0	0
CHTKH	*1,2a,2b,2c,9,15,19,24/3a,3bg,3ka, 11,14a,14b,16,17,18,20, 26,30,*	0	0	7,1	0	0	0
DHTPH	*1,2a,3a,9,15,19,24/2b,2c,3bg,3ka, 11,14a,14b,16,17,18,20, 26,30*	0	2,7	0	0	0	0
FGTTH	*1,2a,9,15,19,24,26/2b,2c,3a,3bg, 3ka,11,14a,14b,16,17,18,20,30*	0	0	28,6	0	0	0
FGTTG	*1,2a,9,15,19,20,24,26/2b,2c,3a,3bg, 3ka,11,14a,14b, 16,17, 18,30*	0	0	21,4	0	0	0
FHTKH	*1,2a,2b,9,15,19,24/2c,3a,3bg,3ka, 11,14a,14b,16,17,18,20, 26,30*	43,8	0	0	0	0	0
FHPTH	*1,2a, 9,11,15,19,24/2b,2c,3a,3bg, 3ka,14a,14b,16,17,18,20, 26,30*	0	0	0	0	38,5	0
FHTTG	*1,2a,9,15,19,20,24/2b,2c,3a,3bg, 3ka,11, 14a,14b,16,17,18, 26,30*	6,3	5,4	14,3	0	0	0
FHTTH	*1,2a,9,15,19,24/2b,2c,3a,3bg,3ka, 11, 14a,14b,16,17,18,20, 26,30*	40,6	59,5	7,1	0	0	0
MCPKH	*2a,2b,2c,9,11,15,16,19,24/1,3a,3bg,3ka, 14a,14b,17,18,20,26,30*	0	0	0	0	0	33,3
PCTKH	*2a,2b,9,15,16,19,24/1,2c,3a,3bg, 3ka,11,14a,14b,17,18,20,26,30*	0	0	0	71	0	0
PHPKH	*2a, 2b,9,11,15,19,24/1, 2c,3a,3bg, 3ka,14a,14b,16,17,18,20,26,30*	0	0	0	0	38	0
PHPTG	*2a,9,11,15,19,20,24/1,2b,2c,3a, 3bg,3ka,14a,14b,16,17,18,26,30*	0	0	0	0	23,1	33,3
PHPTH	*2a,9,11,15,19,24/1,2b,2c,3a,3bg, 3ka,14a,14b,16,17,18,20,26,30*	0	0	0	0	3,8	33,3
PHTKG	*2a,2b,9,15,19,20,24/1,2c,3a,3bg, 3ka,11,14a,14b,16,17,18,26,30*	0	0	0	57,1	0	0
PHTKH	*2a,2b,9,15,19,24/1,2c,3a,3bg,3ka, 11,14a,14b,16,17,18,20, 26,30*	0	0	0	28,6	0	0
PHTTH	*2a,9,15,19,24/1,2b,2c,3a,3bg,3ka, 11,14a,14b,16,17,18,20,26,30*	0	0	0	0	30,8	0
TGTTR	*9,19,24,26/1,2a,2b,2c,3a,3bg,3ka, 11,14a,14b,15,16,17,18,20,30*	0	2,7	7,1	0	0	0
THTTQ	*9,19,20,24/1,2a,2b,2c,3a,3bg,3ka, 11,14a,14b,15,16,17,18, 26,30*	0	0	0	7,1	0	0
THTTR	*9,19,24/1,2a,2b,2c,3a,3bg,3ka,11, 14a,14b,15,16,17,18,20,26,30*	9,4	29,7	0	0	0	0

Индекс генетических расстояний Нея (Nei genetic distance), оценивающий различия между популяциями по частотам аллелей вирулентности, указывал на высокое сходство дербентской популяции *P. triticina* в 2008–2011 гг. (N = 0,03–0,06) и в 2014–2017 гг. (N = 0,05–0,09), и выявил различие между популяциями гриба, собранными на ДОС ВИР в эти временные интервалы (N = 0,12–0,18). Аналогичные результаты получены по индексу генетических расстояний Fst (стандартизированная дисперсия частот аллелей) (рис. 1).

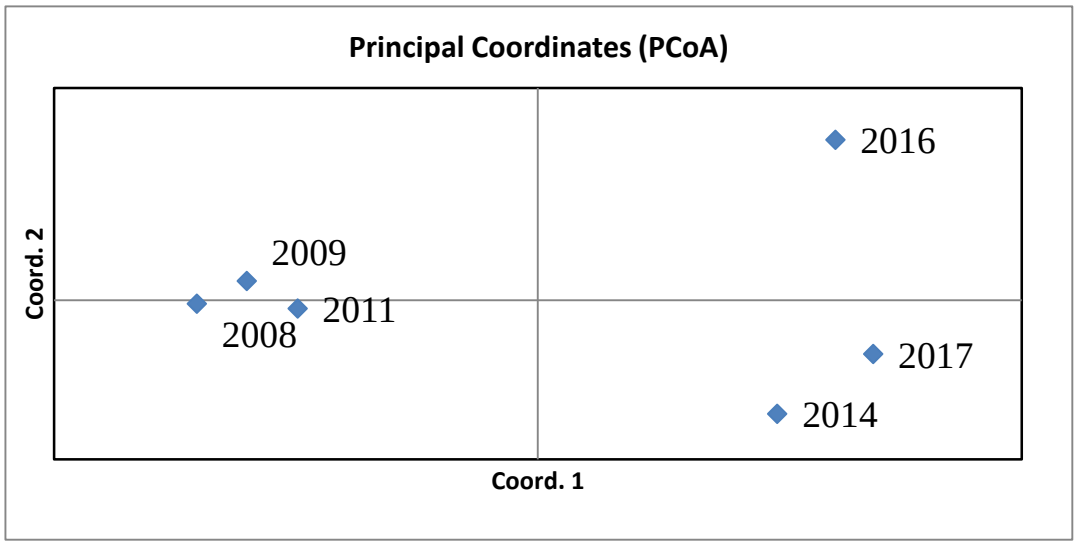


Рис. 1. Многомерная диаграмма генетических расстояний по вирулентности между образцами дербентской популяции *P. triticina* в 2008–2017 гг. (по индексу Fst)
Fig. 1. Multidimensional diagram of genetic distances in virulence between the samples in the Derbent population of *P. triticina* in 2008–2017 (Fst index)

Сравнительный анализ дербентской популяции и популяций из других регионов РФ в 2006–2017 гг. показал ее умеренное сходство с северокавказскими из Краснодарского и Ставропольского краев и центрально-европейскими (Gultyaeva et al., 2017). Наличие общих фенотипов в дербентской, краснодарской и других европейских популяциях *P. triticina* в изученный период времени подтверждает полученные ранее сведения о возможности миграции спор гриба на данной территории (Mikhailova, 2006; Gultyaeva et al., 2017).

Многолетний анализ вирулентности дербентской популяции (1970–2017 гг.) на линиях Tc*Lr1*, Tc*Lr2a*, Tc*Lr3a*, Tc*Lr10*, Tc*Lr14*, Tc*Lr16*, Tc*Lr17*, Tc*Lr18* и Tc*Lr26* позволил оценить ее динамику. Частоты вирулентности к линиям Tc*Lr3a*, Tc*Lr10*, Tc*Lr14a*, Tc*Lr16*, Tc*Lr18* были высокими во все годы исследований (от 70 до 100%). Вирулентность к Tc*Lr17* варьировала от 32 до 100% в 1970–1982 гг. и достигала 100% в 1983–2017 гг. Как и в период до 1995 г. (Mikhailova et al., 1997), изменения дербентской популяции в 1996–2017 гг. преимущественно затрагивали частоту встречаемости клонов, вирулентных к линиям Tc*Lr1*, Tc*Lr2a* и Tc*Lr26* (рис. 2). С 1970 по 1974 г. наблюдалось плавное нарастание численности клонов, вирулентных к *Lr1* и *Lr2a* (p1p2a). С 1980 г. оно сменилось процессом такого же плавного снижения их численности до практически полного отсутствия вирулентных клонов в периоды 1986–1989 и 1991–1993 гг. В 1985 и 1990 гг. наблюдалось скачкообразное увеличение численности клонов, авирулентных к *Lr1*, *Lr2a* (P1P2a), затем следовали периоды низкой их численности. В 1994–1995 гг. численность клонов P1, P2 несколько выросла, но оставалась относительно стабильной до 2011 г. С 2011 г. наблюдается резкое изменение популяции. До 2011 г. наблюдали ассоциацию аллелей p1p2a или P1P2a, т. е. изоляты, авирулентные (вирулентные) к *TcLr1*, были также авирулентны (вирулентны) к Tc*Lr2a*. С 2011 г. в дербентской популяции, как и в других российских, наблюдается повышение частот вирулентности к гену *Lr1*, при отсутствии изменении в частотах к гену *Lr2a* (см. рис. 2). Вирулентность к гену *Lr26* нарастает скачкообразно с 2001 г. по 2010 г. и спонтанно варьирует в последующий период.

Проведенный анализ вирулентности дербентской популяции показал, что основная ее изменчивость была связана с

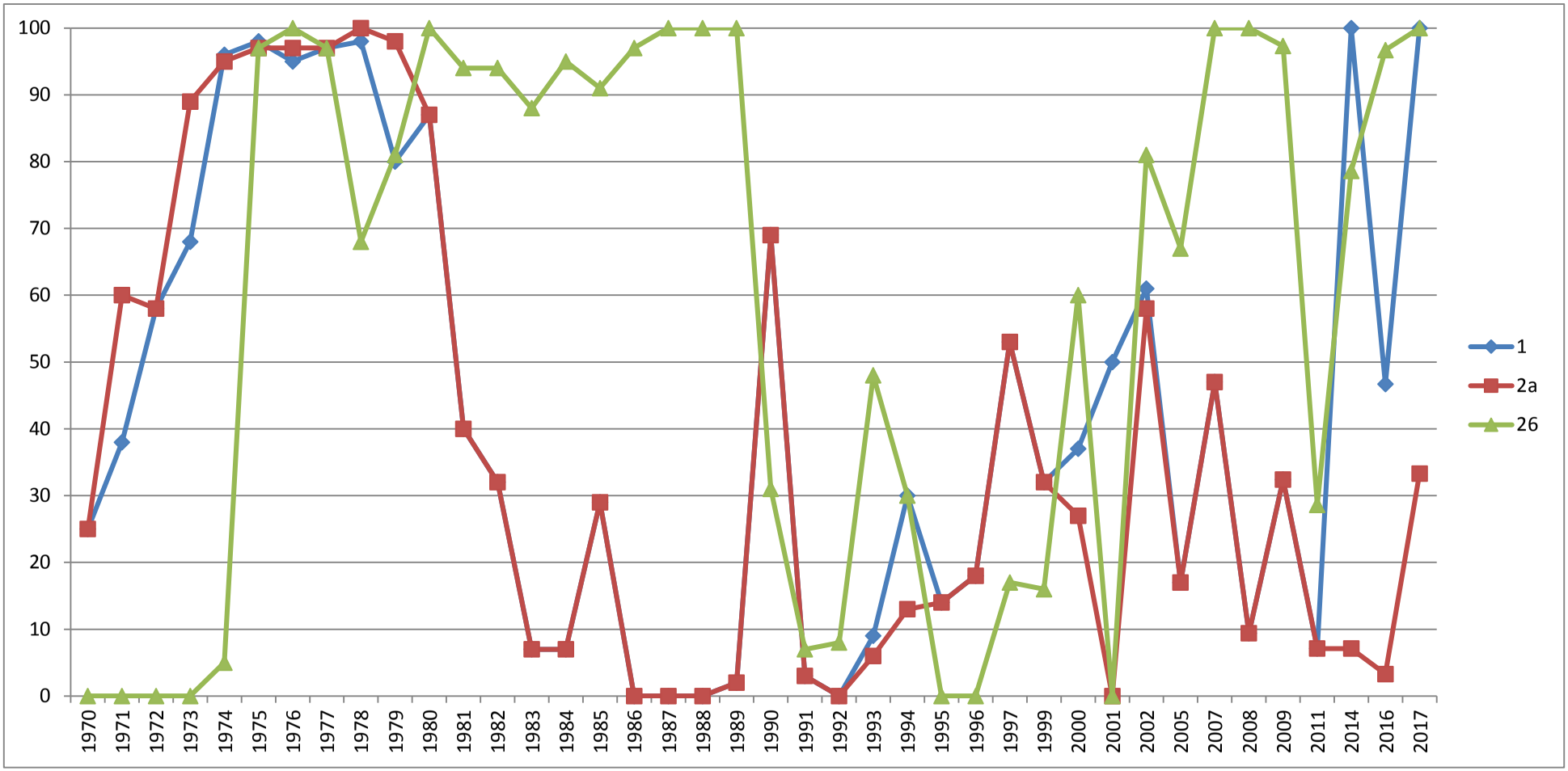


Рисунок 2. Частота клонов, вирулентных к линиям Тс*Lr1*, Тс*Lr2a* и Тс*Lr26*, в дербентской популяции *P. triticina* в 1970–2017 гг.

Figure 2. Frequency of the clones virulent to Тс*Lr1*, Тс*Lr2a* and Тс*Lr26* in the Derbent population of *P. triticina* in 1970–2017

варьированием частот вирулентности к линиям с малоэффективными генами *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr16* и *Lr26*. При этом, длительный «срок полезной жизни» сохраняется для генов *Lr9* и *Lr19*, несмотря на то, что их эффективность утрачена в других регионах России: *Lr9* – в Западно-Сибирском, *Lr19* – в Поволжье. Вероятно, это обусловлено слабым генным потоком между популяциями *P. triticina* в данных регионах, а также высоким генетическим разнообразием изучаемых на ДОС ВИР образцов пшеницы. Следует отметить, что повышение частот вирулентности к гену *Lr1*, при отсутствии изменений в частотах к гену *Lr2a*, с начала 2010 г. отмечается и в других российских популяциях (Gultyaeva et al., 2017).

Заключение

Мониторинг вирулентности дагестанской популяции *P. triticina* в 2008–2017 гг. позволил охарактеризовать эффективность *Lr*-генов, динамику изменчивости частот вирулентности и фенотипического состава патогена. Высокой эффективностью характеризовались гены *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr41*, *Lr42*, *Lr45*, *Lr47*, *Lr50*, *Lr51*, *Lr53*, *Lr65*, соответственно образцы пшеницы, защищенные данными генами, будут иметь высокий уровень устойчивости в южном Дагестане. Индексы генетических расстояний (Нея и Fst) указывали на стабильность структуры дербентской популяции *P. triticina* в 2008–2011 гг. и ее изменение в последующий период.

Анализ многолетней (1970–2017 гг.) динамики дербентской популяции *P. triticina* по вирулентности к 10 Тс*Lr*-линиям не выявил ее радикальных изменений в 1970–2011 гг. В последующий период отмечается повышение частот вирулентности к гену *Lr1* при относительно низких частотах вирулентности к гену *Lr2a*.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания ФАНО России (проект № 0665-2018-0003).

References/Литература

Berljand-Kozhevnikov V. M., Dmitriev A. P., Budashkina E. B., Shitova I. T., Rejter V. G. Resistance of wheat to leaf rust (Genetic diversity of fungus populations and host plant. (Ustojchivost' pshenicy k buroj rzhavchine (Geneticheskoe raznoobrazie populjacij griba i rastenija-hozjaina). Novosibirsk: Nauka, 1978, 442 p. [in Russian] (*Берлянд-Кожевников В. М., Дмитриев А. П., Будашкина Е. Б., Шитова И. Т., Рейтер В. Г.* Устойчивость пшеницы к бурой ржавчине (Генетическое разнообразие популяций гриба и растения-хозяина). Новосибирск: Наука, 1978. 442 с.).

Boguslavskij R. L., Golik O. V. Genus *Aegilops* L. as a genetic resource of breeding (Rod *Aegilops* L. kak geneticheskij resurs selekcii). Har'kov, 2004, 236 p. [in Russian] (*Богуславский Р. Л., Голик О. В.* Род *Aegilops* L. как генетический ресурс селекции. Харьков, 2004. 236 с.).

Gultyaeva E. I., Aristova M. K., Shaidayu, E. L., Mironenko N. V., Kazartcev I. A., Akhmetova A., Kosman E. Genetic differentiation of *Puccinia triticina* Erikss. in Russia // Russ. J. Genet. 2017, vol. 53 (9), pp. 998–1005.

Gultyaeva E. I., Baranova O. A., Dmitriev A. P. Virulence and *Puccinia triticina* population structure in the Russian Federation in 2007 (Virulentnost' i struktura populjacij *Puccinia triticina* v Rossijskoj Federacii v 2007 godu) // Vestnik zashhity rastenij – Plant protection news, 2009, no. 4, pp. 333–338 [in Russian] (*Гультяева Е. И., Баранова О. А., Дмитриев А. П.* Вирулентность и структура популяций *Puccinia triticina* в Российской Федерации в 2007

году // Вестник защиты растений. 2009. № 4. С. 333–338).

Gultyaeva E. I., Solodukhina O. V. Rusts diseases of cereal crops (Rzhavchinnue bolezni zernovuh kul'tur) // Izuchenie geneticheskih resursov zernovuh kul'tur po ustoichivosti k vrednum organizmam. 2008, pp. 5–11 [in Russian] (*Гультяева Е. И., Солодухина О. В.* Ржавчинные болезни зерновых культур // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. 2008. С. 5–11).

Dmitriev A. P. Investigation of intrapopulation processes in *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss.and gene pool of resistance of the Transcaucasian wheat to leaf rust (Issledovanie vnutripopuljacionnyh processov u *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss. i genofonda ustojchivosti pshenic Zakavkaz'ja k buroj rzhavchine // Avtoref. diss. … doc. biol. nauk. Leningrad, 1975, 25 p. [in Russian] (*Дмитриев А. П.* Исследование внутрипопуляционных процессов у *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss.и генофонда устойчивости пшениц Закавказья к бурой ржавчине // Автореф. дисс. … канд. биол. наук. Ленинград, 1975. 25 с.).

Dmitriev A. P., Mihailova L. A., Shelomova L. F., Derevjankin A. I. Investigation races and genotypes composition Derbent' population of *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. in 1972–1973 (Issledovanie rasovogo i genotipicheskogo sostava derbentskoj populjacii *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. v 1972–1973 gg.) // Mikologija i fitopatologija – Mycology and phytopathology, 1976, vol. 10, no. 4, pp. 61–64 [in Russian] (*Дмитриев А. П., Михайлова Л. А., Шеломова Л. Ф., Деревянкин А. И.* Исследование расового и генотипического состава дербентской популяции *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. в 1972–1973 гг. // Микология и фитопатология. 1976. Т. 10, № 4. С. 61–64).

Dorofeev V. F., Udachin R. A., Semenova L. V. et. all. Wheat of the world (Pshenicy mira). Leningrad: Kolos, 1987, 487 p. (*Дорофеев В. Ф., Удачин Р. А., Семенова Л. В.* и др. Пшеницы мира. Л.: Колос, 1987. 487 с.).

Kolmer J. A., Hanzalova A., Goyeau H., Bayles R., Morgounov A. Genetic differentiation of the wheat leaf rust fungus *Puccinia triticina* in Europe // Plant Pathology, 2013, vol. 62, pp. 21–31.

Kolmer J. A., Kabdulova M. G., Mustafina M. A., Zhemchuzhina N. S., Dubovoy V. Russian populations of *Puccinia triticina* in distant regions are not differentiated for virulence and molecular genotype // Plant Pathology, 2014, vol. 64 (2), pp. 328–336.

Kosman E. Virulence Analysis Tool (VAT). / E. Kosman, A. Dinoor, A. Herrmann, G. A Schachtel. // User Manual, 2008. http://www.tau.ac.il/lifesci/departments/plants/members/kosman/VAT.html.

Long D. L., Kolmer J. A. A North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* // Phytopathology, 1989, vol. 79, pp. 525–529.

Mains E. B., Jackson H. S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat; *Puccinia triticina* Erikss. // Phytopathology, 1926, vol. 16. pp. 89–120.

Mihailova L. A. Population and genetic study of the causes agent of leaf wheat rust *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* in Derbent (Populjacionno-geneticheskoe issledovanie vozbuditelja buroj rzhavchiny pshenicy Puccinia recondita Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* v Derbente) // Avtoref. diss. … doc. biol. nauk. Leningrad, 1973. 23 p. [in Russian] (*Михайлова Л. А.* Популяционно-генетическое исследование возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* в Дербенте // Автореф. дис. … канд. биол. наук. Ленинград, 1973. 23 с.).

Mihailova L. A., AbdullaevK. M., Shelomova L. F. Shifts of *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* population structyre in Derbent environs (Dagestan) during 1970–1995 (Izmenenie struktury populjacii Ruccinia recondita Rob. ex

Desm. f. sp. *triticiv* okrestnostjah Derbenta (Dagestan) v 1970–1995 gg.). Mikologija i fitopatologija – Mycology and phytopathology, 1976, vol. 31, no. 2, pp. 71–77 [in Russian] (*Михайлова Л. А., Абдуллаев К. М., Шеломова Л. Ф.* Изменение структуры популяции *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* в окрестностях Дербента (Дагестан) в 1970–1995 гг. // Микология и фитопатология. 1997. Т. 31, № 2. С. 71–77).

Mihailova L. A., Gultyaeva E. I., Mironenko N. V. Research methods for genetic diversity of populations structure of wheat brown rust *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*. (Metody issledovanij struktury populjacij vozbuditelja buroj rzhavchiny pshenicy *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*) // Immunogeneticheskie metody sozdanija ustojchivyh k vrednym organizmam sortov). St. Petersburg, 2000, 26 p. [in Russian] (*Михайлова Л. А., Гультяева Е. И., Мироненко Н. В.* Методы исследований структуры популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* // Иммуно-генетические методы создания устойчивых к вредным организмам сортов. СПб., 2000. 26 с.).

Mikhailova L. A., Gultyaeva E. I., Walter U., Kophanke D. An attempt to review *Puccinia recondita* f. sp. *triciti* populations in western and eastern Europe together with the Asian part of Russia // Journal of Russian Phytopathological Society, Moskow, 2002, no. 3, pp. 1–6.

Mihailova L. A. Genetics of relationship of brown rust activator and wheat / Ed. by M. M. Levitin (Genetika vzaimootnoshenij vozbuditelja buroj rzhavchiny i pshenicy). St. Petersburg : VIZR, 2006, 80 p. [in Russian] (*Михайлова Л. А.* Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы / Под ред. акад. РАСХН М. М. Левитина. Санкт-Петербург: ВИЗР, 2006. 80 с.).

Tyryshkin L. G., Mikhailova L. A., The population structure of the causative agent of wheat brown rust. 1. Selection of differenciating varieties // Mycology and phytopathology, 1989, vol. 23, no. 4, pp. 396–403 [in Russian] (*Тырышкин Л. Г., Михайлова Л. А.* Структура популяций возбудителя бурой ржавчины. 1. Подбор сортов-дифференциаторов // Микология и фитопатология. 1989. Т. 23, № 4. С. 396–403).

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-151-158
УДК 631.527:575.222

З. З. Евдокимова,
М. В. Калашник

ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «Белогорка»
188338, Россия, Ленинградская область, Гатчинский район, д. Белогорка, ул. Институтская, д. 1,
e-mail: lenniish@mail.ru

Ключевые слова:
картофель, фитофтороз, устойчивость, продуктивность, агрономические качества.

Поступление:
15.03.2018

Принято:
21.05.2018

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УСТОЙЧИВОСТЬ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ ВТОРОГО КЛУБНЕВОГО ПОКОЛЕНИЯ К ПОЛЕВОЙ ПОПУЛЯЦИИ *PHYTOPHTORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY И ВЫДЕЛЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ КЛОНОВ

В условиях естественного инфекционного фона при эпифитотийном развитии фитофтороза в 2016, 2017 гг. проведен анализ межвидовых гибридов различного происхождения по признаку полевой устойчивости ботвы и клубней. Оценено потомство второго клубневого поколения по продуктивности и качеству клубней. Наибольшее количество высокоустойчивых к фитофторозу генотипов выделено и отобрано в потомстве популяций: Свитанак Киевский × 96133/16, 9451/9 × 94110/8, 943/6 × Gitte, 9685/1 × 943/9, Сударыня × 9674/38, Чародей × 943/9, Скарб × 94155/1, Чародей × 91102/12, а также в потомстве от самоопыления сортов ‘Удача’, ‘Чародей’, ‘Браво’, ‘Амур’, ‘Вектар’, 'Кортни’, ‘Янка’, ‘Журавинка’, ‘Фрителла’, ‘Реал’, ‘Матушка’, ‘Ирбитский’; образцов К-22890, 28-06, 85-06.
Анализ устойчивости к фитофторозу на ранних этапах селекционного процесса повышает информативность и дает возможность выделять перспективные образцы с различным уровнем полевой устойчивости и комплексом хозяйственно ценных признаков. В результате исследований выделены генотипы с повышенной продуктивностью и хорошими столовыми качествами клубней на фоне высокой и средней степени устойчивости к патогену. Оригинальный гибридный материал будет использован в качестве исходных форм в селекции на полевую устойчивость к фитофторозу. Селекционную работу с данными образцами планируется продолжать и совершенствовать в части устойчивости к другим заболеваниям и стрессовым факторам среды.

DOI:
10.30901/2227-8834-2018-2-151-158

Z. Z. Evdokimova,
M. V. Kalashnik

Leningrad Research Institute
of Agriculture "Belogorka",
1, Institutskaya St., Belogorka,
Gatchina District, Leningrad
Province, 188338, Russia,
e-mail: lenniish@mail.ru

Key words:
potato, late blight, resistance, yield, agronomic quality.

Received:
15.03.2018

Accepted:
21.05.2018

ORIGINAL ARTICLE

RESISTANCE OF POTATO HYBRIDS FROM THE SECOND TUBER GENERATION TO THE LOCAL POPULATION OF *PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT.) DE BARY AND SELECTION OF ADVANCED CLONES

Interspecific potato hybrids of various origins were analysed in the field under a strong *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary invasion in the epidemic 2016 and 2017 seasons for foliar and tuber resistance to late blight. Clones of the second generation were assessed for their productivity and tuber quality. Genotypes with the highest resistance to late blight were selected within the populations derived from the following cross combinations: 'Svitanok Kievsky' × 96133/16, 9451/9 × 94110/8, 943/6 × 'Gitte', 9685/1 × 943/9, 'Sudarynya' × 9674/38, 'Charodey' × 943/9, 'Skarb' × 94155/1, 'Charodey' × 91102/12 as well as in the progeny obtained after self-pollination of the varieties: 'Udacha', 'Charodey', 'Bravo', 'Amur', 'Vektar', 'Cortney', 'Yanka', 'Zhuravinka', 'Frittella', 'Real', 'Matushka', 'Irbitsky', and accessions K-22890, 28-06 and 85-06. Analysis of late blight resistance at early stages of the breeding process increases informativity and helps to identify promising accessions with different field resistance levels and a set of economically valuable traits. As a result of this research, genotypes with increased productivity and good table quality of tubers were selected among the material possessing high and medium resistance to the pathogen. Original hybrids will be used as source material in the breeding programs targeted at the development of cultivars with field resistance to late blight. There are plans to continue and improve breeding work with such accessions in the context of their resistance to other diseases and environmental stress factors.

Введение

Селекционная работа по картофелю в ФГБНУ «Ленинградский НИИСХ «Белогорка» направлена на увеличение потенциала урожайности и качества клубней, разработку стратегии борьбы с биотическими стрессами, выведение сортов, адаптированных к разнообразным почвенно-климатическим условиям.

Большие потери урожая вызывают различные болезни, которым подвержены многие сорта картофеля. Среди них, одной из наиболее вредоносных, является фитофтороз, вызываемый оомицетом *Phytophtora infestans* (Mont.) de Bary. У *Ph. infestans* найдены два типа совместимости (A1 и A2), которые обеспечивают половое воспроизводство патогена (Deahl et al.1991, Sujkowski 1994, Inglis et al. 1996). В результате, в течение одного полевого сезона, при достаточном количестве инокулюма, появляются новые, более сложные по составу генов вирулентности, штаммы (Cooke et al. 2012; Fry, 2008). Широкий спектр генов вирулентности идентифицирован в разные годы в изолятах, выделенных из популяций *Ph. infestans*, распространенных в Лениградской области (Zoteyeva, Patrikeeva, 2011). Сильное распространение инфекции в годы, благоприятствующие ее развитию, требует проведения большого числа химических обработок (Schwinn, Margot, 1991). Химические обработки ведут к большим финансовым затратам и отрицательно влияют на качество потребляемого продукта. Лучшим решением проблемы защиты окружающей среды и здоровья потребителей остается выведение устойчивых сортов, выращивание которых позволяет существенно сократить число химических обработок (Douches et al., 2005).

Устойчивость картофеля к фитофторозу, который представляет наибольшую угрозу на Северо-Западе РФ ввиду высокой генетической изменчивости возбудителя, ведущей к формированию новых высокоагрессивных штаммов, является актуальной задачей. В связи с этим возрастает роль сортов с высокой степенью полевой устойчивости, которые могут противостоять постоянно варьирующей агрессивности патогена.

Эффективность селекционной работы при создании скороспелых, высокопродуктивных сортов картофеля, устойчивых или слабовосприимчивых к фитофторозу, в значительной степени зависит от наличия исходного материала для гибридизации. В практической работе мы используем лучшие, ранее отработанные комбинации, с высоким уровнем проявления требуемых признаков в потомстве. Трудности при создании скороспелых гибридов, устойчивых к фитофторозу, заключаются в отрицательной корреляционной связи между данными признаками. Многолетние целенаправленные исследования и отборы фитофтороустойчивых генотипов в годы эпифитотий болезни среди различных по происхождению межвидовых гибридов позволили выделить хозяйственно ценные скороспелые сортообразцы со слабой восприимчивостью к фитофторозу ботвы и высокой устойчивостью клубней.

Цель данной работы – изучить оригинальный гибридный материал из питомника второго клубневого поколения по устойчивости к полевой популяции *Ph. infestans* и выделить высокопродуктивные, с хорошим качеством клубней образцы, устойчивые или слабовосприимчивые к фитофторозу.

Материал и методика исследований

Материалом для исследований послужили межвидовые гибриды, выведенные с участием видов: *Solanum demissum* Lindl., *S. stoloniferum* Schltdl. et Bouche, *S. vernei* Bitt. et Wittm. ex Engl., *S. tuberosum* L. subsp. *andigenum* (Yuz. & Bukasov) Hawkes, а также образцы, полученные от самоопыления фитофтороустойчивых сортов. Оценку гибридного материала к фитофторозу ботвы проводили в полевых условиях на естественном инфекционном фоне в 2016, 2017 гг. при раннем эпифитотийном развитии болезни. Анализ клубней осуществлялся

в лабораторных условиях в соответствии с Методическими указаниями по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к фитофторозу, ризоктониозу, бактериальным болезням и механическим повреждениям (Shnejder, et al., 1980). Закладку опытов, учет урожая, содержание сухого вещества, в том числе крахмала в клубнях, столовые качества, проводили согласно Методики исследований по технологии селекционного процесса картофеля (Simakov et al., 2006). Степень устойчивости ботвы и клубней к фитофторозу определена по Международному классификатору СЭВ (Bukasov et al., 1984):

1–2 балла – очень низкая устойчивость;

3–4 балла – низкая устойчивость;

5–6 баллов – средняя устойчивость;

7–8 баллов – высокая устойчивость;

9 баллов – очень высокая устойчивость.

Результаты исследований и обсуждение

Поиск источников устойчивости к возбудителю *Ph. infestans* ежегодно проводится в коллекционном питомнике и питомнике исходного материала, включающего от 250 до 400 образцов. В данной работе оценка на устойчивость к местной популяции *Ph. infestans* проведена на оригинальном гибридном материале из питомника второго клубневого поколения с тем, чтобы на более ранних этапах отобрать и дифференцировать генотипы по направлению их использования в дальнейшей работе. В 2016 г. изучали 194 гибридных образца, в 2017 г. – 140 гибридов различного происхождения. Нами представлены данные распределения гибридного материала по устойчивости ботвы и клубней к полевой популяции патогена (рисунок).

Полученные результаты свидетельствуют о сильном поражении гибридов в 2016 г. ко времени уборки (10 – 15 августа), когда устойчивых образцов не выделилось, количество среднеустойчивых было незначительным (3,0%), а слабовосприимчивых оказалось 12,0%. У подавляющего большинства изучаемых образцов (85,0%) вегетативная масса полностью погибла от поражения фитофторозом. Среднеустойчивые гибриды выделены в комбинациях: 9451/9 × 94110/8, 943/6 × Gitte, Чародей × 943/9, 9685/1 × 943/9, а также в потомствах сортов ‘Журавинка’, ‘Удача’, ‘Браво’, ‘Реал’, ‘Амур’ и гибридов 28-06, К-22890. По данным анализа устойчивости клубней в 2016 г. получены хорошие результаты: 67,0% образцов были высокоустойчивыми (9–8 баллов), 21,0% оказались среднеустойчивыми (7–6 баллов), слабовосприимчивых выделено 11,0% и восприимчивых лишь 5,0%.

В условиях эпифитотии фитофтороза в 2017 г. вегетативная масса исследуемых образцов картофеля характеризовалась следующим образом: 47% – высокоустойчивые, 32% – среднеустойчивые, 11% – слабовосприимчивые и 10% – восприимчивые (рисунок). Оценка устойчивости клубней к фитофторозу исследуемых генотипов в 2017 г. показала, что подавляющее большинство гибридов (69%) имели незначительные симптомы болезни (9–8 баллов) и 28% оценены баллами 6 и 7. Восприимчивых образцов среди изучаемых гибридов не выявлено. Наибольший интерес в практической селекционной работе представляют гибриды, с устойчивостью к фитофторозу ботвы и клубней, которые выделены в комбинациях Скарб × 94155/1 и Сударыня × 9674/38, а также в потомствах от самоопыления сортов ‘Чародей’, ‘Кортни’, ‘Янка’, ‘Вектар’ и гибрида 85-06.

Устойчивость ботвы к фитофторозу, % (2016 г.)

Устойчивость клубней к фитофторозу, % (2016 г.)

Устойчивость ботвы к фитофторозу, % (2017 г.)

Устойчивость клубней к фитофторозу, % (2017 г.)

Рисунок. Распределение межвидовых гибридов картофеля (второе клубневое поколение) по устойчивости ботвы и клубней к полевой популяции *Phytophthora infestans*; 2016, 2017 гг.
Figure. Distribution of interspecific potato hybrids (second generation of tubers) according to their foliar and tuber field resistance to *Phytophthora infestans*; 2016, 2017

Успехи селекции в направлении фитофтороустойчивости базируются на отборе генотипов, сочетающих полевую устойчивость к возбудителю фитофтороза с комплексом хозяйственно ценных признаков. В своей работе мы используем фитофтороустойчивые сорта, а также гибриды, созданные с участием нескольких видов, у которых при самоопылении выделяются устойчивые образцы. При таком подходе можно значительно сократить сроки создания новых сортов, повысить устойчивость и продуктивность, что в конечном итоге определяет результативность отбора. Данные по оценке образцов картофеля второго клубневого поколения, обладающих наряду с устойчивостью к фитофторозу ботвы и клубней повышенной продуктивностью и хорошим качеством клубней, представлены в таблице.

Таблица. Оценка продуктивности и качества клубней гибридов картофеля, устойчивых к фитофторозу по ботве и клубням, 2017 г.
Table. Evaluation of potato hybrids with foliar and tuber resistance to late blight for their productivity and tuber quality, 2017

Селекционный номер	Устойчивость к фитофторозу (балл 1-9)		Продуктивность товарных клубней и ее элементы			Качество клубней		
	ботвы на 15.08	клубней	г/куст	средняя масса 1 товарн. клубня, г	товарность %	Содержание крахмала, %	содержание сухого вещества, %	вкус (балл 9–3)
113/3	7	8	600	73	92	11,2	17,0	7,0
113/4	7	9	580	80	88	13,8	19,6	6,0
713/7	6	8	780	81	83	9,0	14,8	6,0
1113/5	6	8	750	92	99	7,6	13,4	6,0
114/4	6	8	700	108	95	8,1	13,8	6,5
114/6	7	8	640	91	94	10,5	16,2	6,5
114/11	5	9	660	115	92	12,7	18,4	7,0
714/3	8	9	710	80	78	10,2	16,0	6,5
814/1	7	8	710	85	94	10,0	15,7	6,0
914/1	7	8	760	100	97	10,0	15,7	6,5
1414/1	5	9	1330	106	95	11,4	17,2	7,0

Из представленных 11 генотипов на 15.08 – 6 обладали высокой степенью устойчивости ботвы (8–7 баллов), остальные были среднеустойчивыми (6–5 баллов). Клубни отдельных гибридов поражались незначительно (8 баллов), 4 гибрида (113/4, 114/11, 714/3, 1414/1) оставались без симптомов поражения.

Учитывая короткий период вегетации растений картофеля (65–70 дней) в 2017 г., продуктивность товарных клубней была на достаточно высоком уровне – от 580 до 1330 г/куст. Средняя масса 1 товарного клубня варьировала от 73 до 115 г, товарность клубней – от 78 до 99%. В данном полевом сезоне столовые качества и биохимические характеристики клубней уступали показателям прошлых лет. Содержание сухого вещества находилось на уровне 13,4–19,6%, крахмала – 7,6–13,8%. Полученные данные свидетельствуют о влиянии агрометеорологических условий на накопление питательных веществ.

Таким образом, экспериментальные данные, полученные в результате исследования на фоне неблагоприятных условий для роста и развития картофеля (2016, 2017 гг.) позволили выделить и отобрать генотипы, устойчивые к фитофторозу ботвы и клубней с комплексом хозяйственно ценных признаков.

Выводы

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее эффективными комбинациями, дающими фитофтороустойчивое потомство, оказались: 9451/9 × 94110/8, Свитанак Киевский × 96133/16, Чародей × 91102/12, 943/6 × Gitte, Чародей × 943/9, Скарб × 94155/1, Сударыня × 9674/38, 9685/1 × 943/9.

2. Значительный выход фитофтороустойчивых клонов получен в потомстве от самоопыления сортов: ‘Удача’, ‘Реал’, ‘Амур’, ‘Браво’, ‘Чародей’, ‘Кортни’, ‘Янка’, ‘Журавинка’, ‘Вектар’, ‘Фрителла’, ‘Матушка’, ‘Ирбитский’ и образцов К-22890, 28-06, 85-06.

3. За непродолжительный период вегетации (60–70 дней) отдельные образцы сформировали урожай товарных клубней на уровне 580–1330 г/куст; средняя продуктивность товарных клубней по питомнику составила 590 г/куст.

4. Столовые и биохимические качества клубней были невысокими, ввиду негативного влияния агрометеорологических условий.

5. Полученный оригинальный селекционный материал является ценным источником устойчивости к фитофторозу, который будет использован в дальнейшей работе.

References/Литература

Bukasov S. M., Kameraz A. Y., Lekhnovitch V. S. The international comecon classifier list of descriptors of potato species of the section *Tuberarium* (Dun.) Buk. of the genus *Solanum* L. Mezhdunarodnyj klassifikator SEV vidov kartofelya sekcii Tuberarium (Dun.) Buk. roda *Solanum* L. 1984, 40 p. [in Russian] (*Букасов С. М., Камераз А. Я., Лехнович В. С.* Международный классификатор СЭВ видов картофеля секции *Tuberarium* (Dun.) Buk. рода *Solanum* L. 1984. 40 с.).

Cooke D. E., Cano L. M., Raffaele S., Bain R. A., Cooke L. R., Etherington G. J., Deahl K. L., Farrer R. A., Gilroy E. M., Goss E. M. et all. Genome analyses of an aggressive and invasive lineage of the Irish potato famine pathogen / Ed. Peter Dodds // PLOS Pathogens, 2012, pp. 8 (10): e1002940. https: doi. org/: 10.1371/journal.ppat.1002940.

Deahl K. L., Goth R. W., Young R., Sinden S. L., Gallegly M. E. Occurrence of the A2 mating type of *Phytophthora infestans* in the United States and Canada // Am. Potato J., 1991, vol. 68, pp. 717–725.

Douches D. S., Thill C. A., Groza H., Thompson A. L. Evaluation of potato late blight management utilizing host plant resistance and reduced rates and frequencies of fungicide applications // Crop Prot., 2005, vol. 24, pp. 961–970. DOI: 10.1016/j.cropro.

Fry W. Phytophthora infestans: the plant (and *R* gene) destroyer // Mol. Plant Pathol., 2008, vol. 9, pp. 385–402.

Inglis D. A., Johnson D. A., Legard D. E., Fry W. E., Hamm P. B. Relative resistances of potato clones in response to new and old populations of *Phytophthora infestans* // Plant Diseases, 1996, vol. 80, pp. 575–578.

Shnejder Y. I., Yashina I. M., Erohina S. A., Filina N. I., Volovik A. S., Zaharova L. N. Methodical guidelines for the assessment of potato breeding material for resistance to late blight, rhizoctonia, bacterial diseases and mechanical damage. (Metodicheskie ukazaniya po ocenke selekcionnogo materiala kartofelya na ustojchivost' k fitoftorozu, rizoktoniozu, bakterial'nym boleznyam i mekhanicheskim povrezhdeniyam). Moscow, 1980, 52 p. [in Russian] (*Шнейдер Ю. И., Яшина И. М., Ерохина С. А., Филина Н. И., Воловик А. С., Захарова Л. Н.* Методические указания по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к фитофторозу, ризоктониозу, бактериальным болезням и

механическим повреждениям. М., 1980. 52 с.).

Schwinn F. J., Margot P. Phytophtora infestans, the cause of late blight of potato. Control with chemicals // In: Advances in Plant Pathology. Ingram DS, Williams PH (ed) London: Academic Press Limited, San Diego, CA, USA, 1991, no. 7, pp. 225–265.

Simakov E. A., Sklarova N. P., Yashina I. M. Methodology of research on technology of potato breeding process // Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2006. Achievements of Science and Technology of the AIC, 2006. 70 p. [in Russian] (*Симаков Е. А., Склярова Н. П., Яшина И. М.* Методика исследований по технологии селекционного процесса картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2006. 70 с.).

Sujkowski L. S., Goodwin S.B., Dyer A. T., Fry W. E. Increased genotypic diversity via migration and occurrence of sexual reproduction of *Phytophthora infestans* in Poland // Phytopathology, 1994, vol. 84, pp. 201–207.

Zoteyeva N. M., Patrikeeva M. V. Phenotypic characteristics of North-West Russian populations of *Phytophthora infestans* (2003–2008) // PRO-Special report / Eds. H. T. A. M. Schepers. Wageningen, 2011, no. 14, pp. 213–216.

Научное издание

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 179, ВЫПУСК 2**

Научный редактор *Е. А. Соколова*
Компьютерная верстка *Н.И. Летюка*
Корректор *Ю. С. Чепель-Малая*

Подписано в печать 20.06.2018. Формат бумаги 70×100 $^1/_8$
Бумага офсетная. Печать офсетная
Печ. л. 20. Тираж 300 экз. Зак.2006/18

Сектор редакционно–издательской деятельности ВИР
190000, Санкт-Петербург, Большая Морская ул., 42, 44

ООО «Р – КОПИ»
Санкт-Петербург, пер. Гривцова, 6^Б