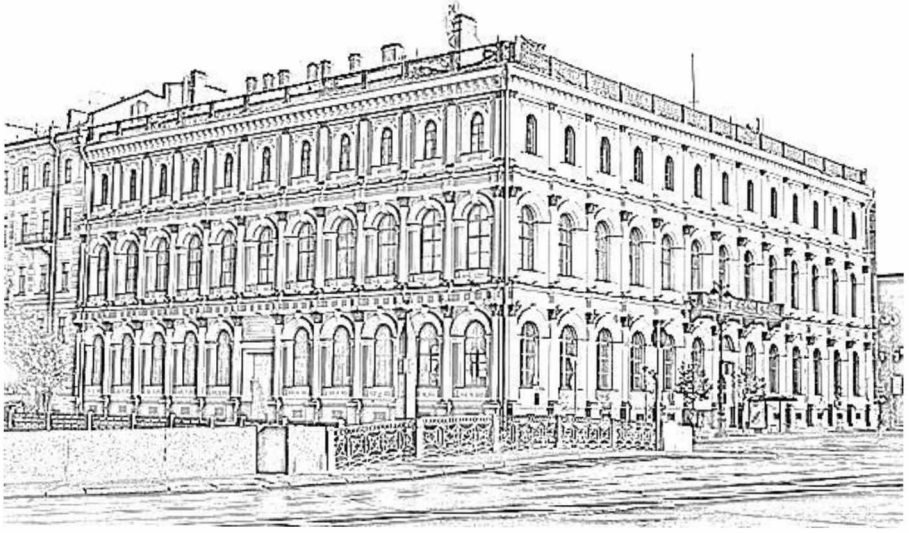

N. I. VAVILOV ALL-RUSSIAN INSTITUTE
OF PLANT GENETIC RESOURCES (VIR)

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING

volume 177
issue 1

Editorial board

O. S. Afanasenko, I. N. Anisimova, G. A. Batalova, L. A. Bespalova, N. B. Brutch, Y. V. Chesnokov, A. Diederichsen, M. V. Duka, N. I. Dzyubenko (Chief Editor), *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, N. I. Savelyev, Z. Sh. Shamsutdinov, M. M. Silantyeva, T. N. Smekalova, I. A. Tikhonovich, J. Turok, E. K. Turuspekov, M. A. Vishnyakova.*

Editor in charge of this issue: *E. K. Potokina*

ST. PETERSBURG

2016

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
РАСТЕНИЙ имени Н. И. ВАВИЛОВА (ВИР)

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ

том 177
выпуск 1

Редакционная коллегия

И. Н. Анисимова, О. С. Афанасенко, Г. А. Баталова, Л. А. Беспалова, Н. Б. Брач, М. А. Вишнякова, А. Дидериксен, Н. И. Дзюбенко (главный редактор), *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, Н. И. Савельев, М. М. Силантьева, Т. Н. Смекалова, И. А. Тихонович, Й. Турок, Е. К. Туруспеков, Н. В. Фризен, Ю. В. Чесноков, К. Хаммер, З. Ш. Шамсутдинов.*

Ответственный редактор выпуска *Е. К. Потокина*

САНКТ–ПЕТЕРБУРГ

2016

DOI:10.30901/2227-8834-2016-1
УДК 58:631.52:633/635(066)

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ. Т. 177. Вып. 1. СПб., 2016. 128 с.

Обсуждаются последние достижения в изучении и мобилизации генетических ресурсов культурных растений. Приведены результаты ревизии гербарных образцов чилийских видов картофеля в гербарии ВИР. Описаны результаты изучения природного генофонда груш Кавказа, а также достижения в селекции яблони на юге Западной Сибири. Приведена сравнительная оценка сортов овощного гороха в условиях Краснодарского края. Обсуждается спектр цитогенетических аномалий у ярового ячменя под влиянием свинца. Представлена 90-летняя история экспедиционных работ по сбору образцов семян пустынных сельскохозяйственных культур.

Табл. 7, рис. 9, библиогр. 142 назв.

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

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING. Vol. 177. Iss. 1. SPb., 2016. 128 p.

The latest advances in research and mobilization of genetic resources of cultivated plants are discussed. Results of review of the herbarium specimens of Chilean potato species maintained at VIR are presented. Achievements in breeding of apple trees in the south of Western Siberia as well as the study of the pears natural gene pool in Caucasus are described. The comparative evaluation of vegetable pea varieties in Krasnodar region is presented. There are new data concerning the spectrum of cytogenetic abnormalities in spring barley induced by plumbum pollution. An historical overview of the work to create a collection of genetic resources of fruit crops of VIR, celebrating its 90th anniversary is presented. The 90-year history of VIR expeditions to collect germplasm collection of desert crops is described.

Tabl. 7, Fig. 9, Ref. 142.

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, 2016

ИСТОРИЯ ВИР. СЛАВНЫЕ ИМЕНА
HISTORY OF VIR. NAMES OF RENOWN

DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-5-34
УДК 631.617: 929-052

РОЛЬ Н. И. ВАВИЛОВА И УЧЕНЫХ ВИР В ОСВОЕНИИ ПУСТЫНЬ

Н. И. Дзюбенко, А. А. Кочегина
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: akochegina@rambler.ru

Статья посвящена истокам становления борьбы с опустыниванием в России и странах СНГ, развитию планов Н. И. Вавилова по комплексным проблемам освоения пустынь и полупустынь СССР, агролесомелиоративным исследованиям; проблемам южных технических культур, формированию устойчивой кормовой базы животноводства, созданию оазисов в пустыне. Исследования по этой тематике проводили Репетекская песчано-пустынная станция (в ведении ВИР с 1925 по 1941 гг.) с опорным пунктом в Кара-Богаз-Голе, Приаральская опытная станция (организована в 1933 г.), Туркменская опытная станция ВИР в поселке Кара-Кала (создана в 1927 г.), Азербайджанское отделение ВИР на Апшеронском полуострове (организовано в 1926 г.).

Сотрудники Репетекской песчано-пустынной станции, единственной в мире по стационарному изучению песков, изучили типологию юго-восточной части Каракумских песков, характер их движения, провели почвенно-ботанические и гидрологические исследования в районе постройки Каракумского канала. Впервые в мире они предложили использовать фитомелиорацию псаммофитами подвижных песков, провели успешные опыты по введению в культуру черного саксаула, жузгуна, песчаной акации, выявили влажный конденсационный горизонт, создающий запасы влаги в барханных песках.

Создание Бюро пустынь ВИР послужило фундаментом для развертывания исследований по всей Средней Азии и Казахстане. Были проведены разносторонние исследования почв и растительности пустынь и полупустынь СССР. Оценена их пригодность к богарному и поливному земледелию, а также продуктивность естественных пастбищ, сенокосов, саксаульников. Изучались ценные пищевые, кормовые и технические растения. Разработки сотрудников Приаральской опытной станции ВИР технологий богарного, орошаемого и траншейного земледелия, закрепления и облесения песков юго-востока и востока европейской части страны, созданию оазисов в пустыне были удостоены Государственной премии (Е. А. Малюгин, А. Г. Гаель и другие). Многочисленные экспедиции в Казахстан и республики Средней Азии позволили собрать и изучить

ценный исходный материал гермоплазмы для мировых коллекций генетических ресурсов культурных растений пустынной флоры и их диких родичей: зерновых, крупяных, кормовых, овощных, плодово-ягодных. На современном уровне для оценки солетолерантности люцерны был применен транскриптомный анализ. На основе исходного материала коллекций селекционерами Приаральской опытной станции, а также учреждений страны и ряда зарубежных стран были созданы многочисленные сорта.

Ключевые слова: освоение пустынь, Бюро пустынь ВИР, Репетекская песчано-пустынная станция, Приаральская опытная станция, коллекция мировых генетических ресурсов пустынных сельскохозяйственных культур.

THE ROLE OF N. I. VAVILOV AND VIR'S SCIENTISTS IN DESERT RECLAMATION

N. I. Dzyubenko, A. A. Kochegina
Federal Research center the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,
42-44, ul. Bolshaya Morskaya, St. Petersburg, Russia, 190000
e-mail: akochegina@rambler.ru
DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-5-34

The article is devoted to the origins of the fight against desert expansion in Russia and former Soviet Republics of Central Asia and Kazakhstan, and N. I. Vavilov's plans to solve the complex problems of desert and semi-desert reclamation in the areas of the USSR; afforestation, melioration and climatic studies; problems of southern industrial crops; formation of sustainable forage crop cultivation for livestock, and establishment of oases.

The research on this topic was conducted by the Repetek Sand Desert Station (run by VIR from 1925 to 1941) with a supporting site in the Kara-Bogaz-Gol, the Aral Experimental Station (organized in 1933), the Turkmen Research Station of VIR in Kara-Kala (established in 1927), the Azerbaijani branch VIR on the Apsheron Peninsula (organized in 1926).

Investigations of the desert were started by the Repetek Sand Desert Station, the only one in the world involved in the stationary study of sands. Its staff examined the typology of sands in the southeastern Karakum, the nature of their movement, conducted edaphic, botanical and hydrological studies in the area of construction of the Karakum Channel. They were the first in the world to suggest using phytomelioration by psammophytes of moving sands, conducted successful experiments in the introduction of black saxaul, calligonum and sandy acacia into cultivation and discovered the wet condensation subsurface horizon creating reserves of moisture in the sand dunes.

In 1932, when the Bureau of Deserts was founded, its coordination plan served as the foundation for the deployment of investigations throughout sands of Russia and Central Asian Republics. Huge work was carried out on integrated geobotanical,

geological, hydrological studies of soil and vegetation of deserts and semi-deserts (Astrakhan, Pridon, Terek-Kuma, Uilskie, Naryn sands, the Karakum, Kyzylkum, Betpakdala, Mangyshlak, Aral Sea region, Muyunkum, etc.), as well as evaluation of their suitability for rainfed and irrigated agriculture, productivity of natural pastures, hayfields, saxaul forests. Valuable food, fodder and technical plants were studied.

Scientists of the Aral Experimental Station received the State Prize for the development of rainfed, irrigated and trench cultivation of cereals, forages, vegetables, fruits and ornamental crops and for making oases in a desert environment. They selected, bred, propagated and introduced into the agriculture of Kazakhstan more than 40 varieties of different agricultural crops. Development and implementation of the technology for consolidation and afforestation of sands in the southeast and east of the European part of the country and development of the first cultivar of saxaul Priaralskiy 1 also won the State Prize. After the transfer of the Aral Experimental Station under the jurisdiction of the Republic of Kazakhstan, expeditions collecting desert plant genetic resources, their study and building up a collection of worldwide genetic resources of desert crops were continued. At the present level, to assess salt tolerance of alfalfa transcriptome analysis was applied. Employees of the Department of Perennial Forage Crop Genetic Resources of VIR took part in the mapping of arid areas and sustainable fodder plant distribution for the Internet publication "Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds." On the basis of the world collection of desert agricultural cultivars breeders of the Aral Experimental Station, as well as the institutions of the country and some foreign countries developed numerous varieties.

Key words: desert reclamation, the Bureau of Deserts, Repetek Sand Desert Station, Aral Experimental Station, a collection of worldwide genetic resources of desert crops.

Введение

Результаты глобальных климатических изменений на Земле в последние годы особенно заметны. Международная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) подготовила доклад, в котором представлен прогноз климатических изменений в XXI веке (Shamsutdinov, Shamsutdinova, 2011). Согласно этому документу, в связи с быстрым ростом содержания углекислоты и других парниковых газов в атмосфере произойдет глобальное потепление климата. Повышение планетарной температуры составит уже к середине столетия от 2 до 5°С, а с учетом широтных изменений температуры – к полюсам до 12°С, а в средних и высоких широтах – до 7–8°С. Это повышение температуры будет сопровождаться уменьшением количества осадков и уменьшением влажности почвы, то есть аридизацией. Поэтому для аридных зон России

площадь опустынивания существенно возрастет. Сухие степи Калмыкии и Астраханской области сменятся на пустыню среднеазиатского типа, как и значительная часть Казахстана. Возрастет степень аридности Заволжья, Южного Урала и прилегающих к этому региону степных областей Южной Сибири.

В настоящее время площадь полупустынных земель стремительно возрастает, ежегодно на 40–50 тыс. га. Особенно интенсивно эти процессы наблюдаются в Калмыкии, где они охватывают до 80% территории. Масштабы опустынивания в Прикаспии достигли критического уровня. В Астраханской области количество земель, подвергшихся дефляции и деградации, на 1998 г. составляло более 1,3 млн. га (это 31%), причем более 400 тыс. га перешло в разряд развеваемых песков. При проведении мониторинга биоценозов степи и пастбищ Астраханской области исследователи отмечают изменение их ботанического состава. За последние 20 лет площадь опустыненных земель в Российской Федерации, по данным К. Н. Кулика (Kulik, 2009), возросла в 1,6 раз и составила более 100 млн. га. На этой территории проживает более 50% населения и производится более 70% сельскохозяйственной продукции. В результате страна недополучает около 47 млн. т растениеводческой продукции.

Для устойчивого управления земельными ресурсами в РФ была разработана Федеральная целевая программа «Сохранение и восстановление плодородия почв, земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 гг. и на период до 2021 г.» В рамках этой программы ведущая роль принадлежит адаптивно-ландшафтному обустройству сельскохозяйственных территорий. Еще большие площади процессы опустынивания охватывают в аридных областях стран СНГ и других стран земного шара с аридным климатом.

Начало работы по изучению и освоению пустынь Средней Азии

У истоков борьбы с опустыниванием стояли ученые ВИР. Первым о введении в культуру аридных пустынных растений (фитомелиорантов) писал Г. Н. Высоцкий, сотрудник Бюро по прикладной ботанике, учрежденного в 1894 г. Фактическая деятельность Бюро началась в 1905 г., когда его директором был назначен известный ботаник Р. Э. Регель (Regel, 1908). На основе этого Бюро впоследствии был организован ВИР. Выдающийся ученый Г. Н. Высоцкий для

полупустынь Северного Прикаспия еще в 1915 г. предлагал заменить культуру лиственных лесных пород соле- и засухоустойчивыми безлистными деревьями и кустарниками: тамариксом, саксаулом, жузгуном, прутняком и другими.

Огромный вклад в освоение пустынных территорий страны внес Н. И. Вавилов, который писал в 1932 г.: «Половина суши земного шара занята пустынями. Сотни миллионов гектаров заняты в нашей стране песчаными, глинистыми и каменистыми пустынями, надо начать наступление на пустыню, использовать хотя бы часть пространства для пастбищ, для насаждения засухоустойчивых трав, для искусственных лесонасаждений. Для Туркмении, Узбекистана, Таджикистана, Казахстана борьба с пустынями – вопрос первостепенной важности» (Vavilov, 1965, p. 557).

В системе ВИР первой организацией, деятельность которой была направлена на решение проблем опустынивания, была Репетекская песчано-пустынная станция (в ведении ВИР с 1925 по 1941 гг.).

На новый уровень исследования по сельскохозяйственному освоению пустынь СССР были подняты в 1930-е годы, с организацией Бюро пустынь. Первое Всесоюзное совещание по сельскохозяйственному освоению пустынь было проведено в Ленинграде в марте 1932 г. Его проведение было поручено ВИР, а председателем оргкомитета был назначен Н. И. Вавилов. На совещании присутствовали известные исследователи, связанные с этой проблемой: М. П. Петров, М. Г. Попов, Д. А. Морозов, Л. А. Березин, С. А. Попов и другие (The results…, 1932). Были заслушаны доклады первых специалистов по освоению пустынь: Р. И. Аболина «В поход за хозяйственное освоение пустынь», Б. Н. Семевского и А. Г. Гаеля «Наступление на пустыню», Б. Н. Семевского «Освоение пустынных и полупустынных пространств в административно-географическом разрезе». Результатом совещания стал первый в истории изучения пустынных территорий СССР Сводный скоординированный план научных исследований по вопросам освоения пустынь и полупустынь СССР. В плане были выдвинуты социально-экономические и организационно-хозяйственные мероприятия: комплексные проблемы освоения пустынь и методические вопросы их разработки; агролесометеорологические и климатические исследования; проблемы южных технических культур и формирование устойчивой кормовой базы для животноводства; лесоразведка и др. План послужил фундаментом для развертывания исследований по всей Средней Азии.

Был решен вопрос об организации секции освоения пустынь в ВИР. Впоследствии эта секция в 1932 г. была переименована в Бюро пустынь, которое стало ведущим научным учреждением в стране по этой проблеме. Первым заведующим Бюро был назначен Р. И. Аболин, ученик В. Н. Сукачева, известный почвовед и геоботаник. Его заместителем стал А. Г. Гаель. В 1921–1922 гг. Р. И. Аболин совместно с М. Г. Поповым, Е. П. Коровиным и М. В. Культиасовым составили ботаническую и почвенную карту Туркестана для Всесоюзной сельскохозяйственной выставки в Москве (Economic development…, 1934). В 1933 г. вышел в свет первый сборник трудов Бюро пустынь ВИР «Проблемы растениеводческого освоения пустынь», посвященный предстоящему большому автомобильному пробегу Москва – Каракумы – Москва. Н. И. Вавилов добился включения в состав участников автопробега представителей Бюро пустынь Р. И. Аболина, А. Г. Гаеля, М. П. Петрова Б. Н. Семевского. Пробег продолжительностью 86 дней и протяженностью 9500 км проходил через самый центр Каракумов. Во время автопробега ученые собрали ценные сведения о флоре и фауне, обеспеченности водой, пастбищах. Более 1000 км проходили по сыпучим пескам Каракумов. Материалы, собранные этой экспедицией, положили начало научному изучению Центральных Каракумов (Semevsky, 1933). Р. И. Аболин объединил вокруг себя лучших геоботаников и почвоведов страны. Уже в то время ученые использовали в работе биогеоценотический метод. Были созданы новые пустынные станции, в том числе: Приаральская опытная станция ВИР в Казахстане (1933 г.), Туркменская опытная станция ВИР в Западной Туркмении, Азербайджанское отделение ВИР на Апшеронском полуострове.

Были проведены комплексные геоботанические, геологические, гидрологические исследования почв и растительности пустынь и полупустынь СССР (Астраханские, Придонские, Терско-Кумские, Уильские, Нарынские пески, Каракумы, Кызылкумы, Бетпакдала, Мангышлак, Приаралье, Муюнкумы и другие). Оценена их пригодность к богарному и поливному земледелию, изучена продуктивность естественных пастбищ, сенокосов, саксаульников. Исследовались ценные пищевые, кормовые и технические растения. Для резкого расширения богарного земледелия, создания прочной кормовой базы для животноводства и освоения пустынь и полупустынь планировалось использовать многолетние травянистые и древесные культуры (Abolin, 1932, 1933; Gael, 1939; Gael, Ostanin, 1939). В 1938 г. Р. И. Аболин участвовал в работе специальной Комиссии ВАСХНИЛ по освоению

пустынь и полупустынь СССР, но его работа была прервана арестом и гибелью в застенках НКВД. Работу продолжил заместитель А. Г. Гаель (Gael, 1939).

Репетекская песчано-пустынная станция

Одной их первых организаций, начавших «наступление на пустыню», была Репетекская песчано-пустынная станция, организованная Русским географическим обществом в 1912 г. (при ст. Репетек среднеазиатской железной дороги в Туркестане, самая южная территория Российской Империи). Станция была основана в крайне тяжелых аридных условиях, среднегодовое количество осадков 93,9 мм, минимальное – 24,3 (1917 г.), максимальное – 170,1 (1913 г.), среднее многолетнее – 70–75. В летние месяцы нагрев на поверхности песчаной почвы 75–80°С, зимой – морозы до –30°С, при отсутствии снежного покрова.

В 1925 г. станция была передана в ведение фитомелиоративного подотдела нового детища Н. И. Вавилова – Института прикладной ботаники и новых культур, организованного в 1924 г., который вскоре приобрел мировую известность. В 1930 г. Институт был переименован во Всесоюзный институт растениеводства (ВИР) – первое в мире уникальное научное учреждение, осуществляющее сбор и сохранение всего мирового генетического разнообразия видов культурных растений и их диких родичей (мировая коллекция растений). Заведующим Репетекской песчано-пустынной станцией был назначен В. А. Дубянский, который был руководителем этой станции в 1912–1918 гг. В статье «Юго-Восточные Каракумы» В. А. Дубянский (Dubyanskij, 1928) особый упор делает на саксауловые леса в пустыне, имеющие не только пескоукрепительное значение, но и дающие ценное топливо, а также служащие кормом для животных. Среди проблем освоения пустынь оставались кормовые запасы песчаных пустынь, влияние выпаса на состояние песчаных массивов, запасы пресной воды. Отдельно стояли проблемы освоения сельскохозяйственных территорий при строительстве ирригационных каналов (Каракумский канал), облесение территорий. Впервые в мировой практике поднимались вопросы фитомелиорации псаммофитами подвижных песков.

Репетекская опытная станция ВИР с опорным пунктом в Кара-Богаз-Голе в течение длительного времени оставалась единственной в мире по стационарному изучению песков. Сотрудники станции В. М. Арциховский, Б. П. Орлов, В. А. Дубянский составили подробную

типологию юго-восточной части Каракумских песков площадью 50 тыс. кв. км. Были выполнены почвенно-ботанические и гидрологические исследования в районе постройки Каракумского канала, определен характер движения барханных песков, их механический состав, физико-химические свойства вытяжек.

Сотрудниками Репетекской песчано-пустынной станции впервые было показано наличие в барханах под слоем сыпучего сухого песка (влажностью 0,1–0,3%) подповерхностного горизонта с влажностью около 2%, залегающего на глубине 40–120 см. Слой впоследствии был назван конденсационным горизонтом. Помимо барханных песков, эти горизонты были изучены в котловинах и в зарослях. Таким образом, древесные и кустарниковые породы с глубоко проникающей корневой системой обеспечены влагой в пустыне в течение года. В. А. Дубянский подчеркивал значение барханных полос для ирригации, для скотоводства, а саксауловых лесов (солончаковый саксаул с кустарниками) – для верблюдоводства и овцеводства. Несмотря на то, что конденсационное водоснабжение незначительно (10–15%), однако его практическое значение очень велико. Было выяснено, что в периоды без осадков корни кустарников, расположенные на глубине 50–200 см, могут получать за счет этой влаги до 200 мм за год, а за вегетационный период – 120–130 мм. Следовательно, почти вся кустарниковая и полукустарниковая растительность песчаных пустынь живет преимущественно за счет этой влаги.

В 1930–1933 гг. сотрудники Репетекской песчано-пустынной станции В. М. Арциховский (Arcikhovskiy, 1930), И. М. Васильев (Vasil`ev, 1930), В. К. Василевская (Vasilevskaya, 1933), М. П. Петров (Petrov, 1933) изучали физиологию и анатомию Репетекских псаммофитов, водный режим, транспирацию, устьичный аппарат, содержание влаги в ассимилирующих органах, развитие корневых систем саксаула песчаного, солончакового, жузгуна голова медузы и других видов. Эти работы по физиологии и анатомии растений песчаной пустыни Каракумы явились ценным вкладом в науку об экологии пустынных растений и послужили фундаментом для развития новых направлений.

В дальнейшем Н. И. Вавилов поставил перед Репетекской станцией задачу создания оазисов в условиях пустыни. В 1933–35 гг. начались опыты по выращиванию арбуза на песчаных сероземных почвах на поливе грунтовыми водами с использованием ветряного двигателя (Semevsky, 1938). Однако урожай был низким – 15–28 ц/га. При обогащении почвы органическими и минеральными удобрениями (например, золой саксаула),

мульчировании лунок тростником, установке защит урожай арбуза поднялся до 176 ц/га.

В 1936 г. на железнодорожном карьере глубиною 5 м, дно которого находилось на расстоянии 0,6–1,5 м от уровня слабосолоноватых грунтовых вод, были проведены первые опыты с культурой арбуза. В первый же год был получен урожай арбуза сорта ‘Азовский пудовик’ 740 ц/га, ‘Белый американский’ – 660, ‘Крымский победитель’ – 459 ц/га. Средний урожай второго года – 870 ц/га.

В центральных Каракумах туркмены издавна занимались бахчеводством на небольших площадях у такыров. Предположив, что принципы местной селекции арбуза в Каракумах включали отбор по признакам засухоустойчивости и морозоустойчивости, в 1937 г. сотрудники станции организовали экспедицию по сбору семян арбузов и дынь. В дальнейшем при изучении образцов выделилась форма арбуза, устойчивая к заморозкам в –5,8°С. Кроме бахчевых культур, были проведены успешные опыты по выращиванию томата, лука на перо, батата, баклажана, огурца. Е. И. Калашников успешно применил в Репетеке посадку люцерны корнями на песчаных сероземах при орошении (при уровне грунтовых вод 9 м). На третий год на богаре люцерна достигла высоты 35 см, цвела и плодоносила. Кроме люцерны в котловинах оказались перспективными для выращивания суданская трава и подсолнечник.

На основе работ в Репетеке и на опорном пункте в Кара-Богаз-Голе научными сотрудниками станции Е. И. Калашниковым и Е. А. Павловой были разработаны приемы траншейного земледелия на ракушечных песках восточного побережья Каспийского моря (Kalashnikov, 1945).

На центральной усадьбе станции в 1935 г. были высажены на богаре 40 чубуков винограда (сорта ‘Тойфи розовый’, ‘Тербеш’, ‘Караузюм’). Лучшими оказались ‘Тойфи розовый’ и ‘Караузюм’.

В 1934 г. В. Л. Леонтьев начал работы по подбору древесных пород, переносящих полив слабосолоноватыми грунтовыми водами и наиболее пригодных для озеленения. Из 15 интродуцированных древесных пород были отобраны лучшие. Производственный опыт (1780 двухлетних саженцев шелковицы (*Morus* L.) и карагача (*Ulmus minor* Mill.), сеянцев лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia* L.) и тамарикса (*Tamarix gracilis* Willd.) был заложен осенью 1936 г. у стойбищ 22 колодцев в четырех совхозах, расположенных в восточных Каракумах. Лучшие результаты (приживаемость 91%) была отмечена у карагача. Директор станции Б. Н. Семевский в своем отчете указывал, что сотрудники станции провели

успешные опыты по введению в культуру саксаула (*Haloxylon* Bunge), жузгуна (*Calligonum* L.), песчаной акации (*Ammodendron conollyi* Bunge ex Boiss.) и других пустынных растений (Semevsky, 1936).

В 1939 г. были опубликованы Материалы Комиссии по освоению пустынь, полупустынь и высокогорий, в которых в статье А. Г. Гаеля «Пески СССР и опытная сеть на них» было указано, что в 1938 г. среди 40 опытных учреждений, осуществлявших работу на песках, насчитывалось 20 институтов. Однако стационарные экспериментальные базы (опытные станции и опорные пункты) имели только Наркомземы союзных республик, агролесомелиоративные институты и ВИР (Gael, 1939). Решением Комиссии для южных пустынь было рекомендовано внедрить разработку Репетекской песчано-пустынной станции ВИР – Инструкцию по заготовке и культуре саксаула для обеспечения правильной эксплуатации саксауловых зарослей, нормального семенного возобновления саксаульников и других пород, ценных в топливном отношении.

Приаральская опытная станция ВИР

В царское время основной отраслью сельского хозяйства центрального Казахстана было кочевое животноводство. Приоритетной задачей молодого государства СССР был переход животноводов от кочевого образа жизни к оседлому. Местное население не имело навыков земледельческой работы, не было знакомо с сельскохозяйственными культурами, которые могли обеспечить продуктами питания и кормами. Особенно страдал скот от бескормицы в зимнее время, вызванной обледенением пастбищ. Только в 1931–32 гг. население Приаралья начало заниматься выращиванием проса и бахчевых культур, но при этом были допущены грубейшие агротехнические ошибки, что вызвало большие сомнения в возможности создания в Приаралье собственной продовольственной базы.

Организации Приаральской опытной станции ВИР предшествовала песчано-комплексная экспедиция, организованная Наркомземом Казахской ССР в 1932 г. (Malugin, 1935) под руководством А. Г. Гаеля. Четыре отряда экспедиции провели изучение более 2 млн. га песков Приаралья (Каракумы, Большие и Малые Барсуки, пески по реке Иргиз). Впервые было проведено тщательное исследование природы песков, составлены карты типов песков, а также почвенно-ботанические, гидрологические, хозяйственные и другие. Это изучение показало

высокую хозяйственную ценность этих песков, которые ранее считались бросовыми и непригодными для освоения.

На основании этих исследований был поставлен вопрос об организации здесь стационарного научно-исследовательского учреждения. В марте 1933 г. Актюбинским Облисполкомом при деятельном участии А. Г. Гаеля было принято решение об организации Приаральской опытной станции при Бюро пустынь ВИР, на станции Челкар Оренбургской железной дороги (бывшей Ташкентской). Средства на организацию станции были выделены из местного бюджета. Н. И. Вавилов поручил организовать Приаральскую опытную станцию старшему научному сотруднику Бюро пустынь ВИР Е. А. Малюгину, который был одним из начальников отряда песчано-комплексной экспедиции, обследовавшей пески Приаралья. Е. А. Малюгин являлся директором станции с 1933 по 1945 гг. и был одним из «отцов-пустынников», как шутливо называл его Н. И. Вавилов. В зону обслуживания Приаральской опытной станции ВИР, расположенной на юге Актюбинской области на легких почвах, вошли следующие районы Актюбинской области: Челкарский, Иргизский, Тургайский, Аральский, Пабынский, а также район Южно-Казахстанской области севернее низовьев Сыр-Дарьи (Сырдарьи).

Возделывание сельскохозяйственных культур на Приаральской опытной станции ВИР проходило в крайне жестких аридных условиях. Центральная усадьба станции находится в г. Челкаре, на северо-западной окраине песчаного массива Большие Барсуки, в районе абсолютной континентальной пустыни. Среднегодовое количество осадков на станции Челкар Актюбинской области по многолетним данным – 150 мм, с колебаниями по годам от 48 до 220 мм. Летние температуры воздуха повышаются до 35–42°С, а зимой понижаются до –30, –40°С. Абсолютный минимум зимой –45°С, абсолютный максимум летом +42°С. Безморозный период длится 150 дней, с колебаниями по годам 128–183 дня. Снежный покров незначителен или совсем отсутствует (на сильно стравленных участках и зяби). Число дней с бурями – до 33 в год, на станции дуют сильные ветры северо-восточного и юго-западного направления со скоростью 18–23 м/сек. Часто гибель посевов, разрушение почвы, активное передвижение разбитых бугристых и барханных песков вызывает ветер. Почвы светло-каштановые и бурые, с низким содержанием гумуса в пахотном слое (0,7–1,6%).

В первые годы освоения под руководством Е. А. Малюгина были заложены 3 опытных участка (Malugin, 1935). В апреле 1933 г. сотрудники станции провели первые опытные посевы на богарном участке (25 различных культур, свыше 200 образцов) на площади 0,5 га, но саранча уничтожила все посевы.

С 1934 г. начались плановые работы по изучению и освоению песчаных территорий Приаралья. Программа работ на 3–4-летний период включала пять исследовательских тем (Malugin, 1935):

1. Испытание и сортоизучение главнейших сельскохозяйственных культур: пищевых, кормовых, отбор наиболее ценных и продуктивных (руководитель – Малюгин Е. А.).

2. Новые культуры и способы их возделывания в Приаралье (руководитель – сотрудник отдела новых культур ВИР М. А. Федотов).

3. Естественные кормовые угодья Приаралья, их освоение и способы увеличения кормовых ресурсов (руководитель – старший научный сотрудник Бюро пустынь М. С. Коликов).

4. Агротехника богарного и орошаемого земледелия в условиях Аральской пустыни (руководитель – Е. А. Малюгин).

5. Песчаные территории Приаралья, способы их мелиорации и пути освоения (руководитель – Е. А. Малюгин).

В 1934 г. Приаральскую опытную станцию посетил Н. И. Вавилов (Ivanov, 1971), который остался доволен результатами работы сотрудников (рис. 1).

Рис. 1. Посещение Николаем Ивановичем Вавиловым (второй слева) Приаральской опытной станции ВИР в 1934 г.
Fig. 1. The visit of Nikolai Ivanovich Vavilov (second from the left) to the Near-Aral Experimental Station of VIR in 1934

Исследование песчаных территорий Приаралья, начатое в 1931–32 гг. песчано-мелиоративной экспедицией ВИР, было продолжено в последующие годы сотрудниками Приаральской опытной станции А. Г. Гаелем, М. С. Коликовым, Е. А. Малюгиным, Е. С. Останиным (Gael, 1939; Gael, Ostanin, 1939, Gael et al., 1950). На площади свыше 10 млн. га было проведено геоботаническое изучение и картирование песков Западного Казахстана (Большие и Малые Барсуки, Иргизские, Тургайские, Сарысуйские, Приаральские Каракумы, пески Урало-Эмбенского и Волжско-Уральского междуречий, Муюнкумы) и разработаны мероприятия по освоению каждого песчаного массива. Ученые изучили водно-солевой режим песков, разработали приемы гидромелиорации (каптаж грунтовых вод и орошение), физико-химической мелиорации (использование различных смесей растворов, цементирующих пески) и методы закрепления подвижных песков.

Фитомелиорация

Пескоукрепительные работы и облесение песков было начато в Челкаре в начале XX века в связи с постройкой железной дороги, но положительных результатов они не дали из-за промерзания песчаного грунта, недостатка питания и повреждения древесных культур вредителями (Malugin, 1954). Сотрудники станции разработали в дальнейшем принципиально новую технологию лесопосадочных работ (Ivanov, 1971), которая учитывала гидрологические характеристики и рельеф почвы. Для голых котловин с уровнем грунтовых вод не глубже 0,3–0,4 м применяли посадку хлыстов ивы и тополя устилочным способом в борозды, нарезанные через 2 м. При глубине грунтовых вод на участке ниже 0,4–0,6 м посадку черенков ивы, тополя или лоха производили в канавы или скважины, просверленные буром Розанова до грунтовых вод. При более глубоком залегании грунтовых вод (0,7–1,5м) лесопосадочные работы вели в скважинах-шурфах или в траншеях. Во всех случаях требовалось внесение азотных минеральных удобрений. При использовании такой технологии лесные культуры сосны, тополя бальзамического, ивы и лоха узколистного хорошо приживались, и ее внедрили в Больше-Барсукском лесхозе, Челкарском лесопитомнике и других учреждениях лесного хозяйства Казахстана.

За разработку и внедрение технологии закрепления и облесения песков юго-востока и востока европейской части страны А. Г. Гаель, работавший к тому времени в системе лесного хозяйства, вместе с группой коллег в 1986 г. получили Государственную премию СССР (Pavlukhin,

Soskov, 1994). В 1989 г. А. Г. Гаель посетил Приаральскую опытную станцию (рис. 2) для осмотра состояния лесозащитных полос и лесонасаждений.

В 1970-х годах исследования по облесению песков были продолжены директором Приаральской опытной станции А. И. Ивановым и старшим научным сотрудником ВИР Ю. Д. Сосковым. Ученые выявили ценные пескоукрепительные свойства одного из видов жузгуна – *Calligonum aphyllum* (Pall.) Gürke. В условиях Приаралья семена жузгуна давали хорошие всходы и быстро развивали мощную корневую систему. Растения второго года жизни достигали высоты 1 м, отличались хорошей облиственностью и плодоносили.

Первые полезащитные полосы на богарном участке станции были заложены в 1939–1940 гг. Е. А. Малюгиным. Трехрядные лесозащитные полосы включали вяз мелколистный (карагач), лох узколистный и тамарикс. Расстояние между рядами – 3 м, в центре через 2 м чередовались карагач и лох, в крайних рядах – тамарикс и лох. Ширина межполосного пространства – 14,5 м. Лесополосы способствовали накоплению влаги в межполосном пространстве, а также устраняли развеивание песка ветром. Практика последующих лет показала, что в условиях Северного Приаралья лесополосы лучше закладывать двух- или однорядные из-за сильного иссушения почвы в летний период. С учетом розы ветров направление закладки лесополос должно быть поперек господствующих в зимнее время ветров.

В последующие годы ученые наметили использовать культуру черного саксаула. Под руководством А. Г. Гаеля в 1953 г. на станции Соленая (50 км к северу от Челкара) в полосе отчуждения железной дороги на легкосуглинистых бурых почвах были заложены первые лесозащитные полосы саксаула черного. Эти посадки культуры саксаула существуют до сих пор (Gael, 1981).

В 1974 г. на Приаральской опытной станции ВИР были собраны семена саксаула местных популяций, проведены его посевы и посадки однолетних сеянцев. Затем разработку приемов агротехники саксаульных насаждений взял на себя Казахский НИИ лесного хозяйства на базе лесхоза Большие Барсуки. Были разработаны способы выращивания однолетних сеянцев саксаула черного и заложены первые пастбищезащитные полосы саксаула в этом регионе, которые позволили повысить продуктивность пастбищ в два и более раз, создан сорт саксаула черного ‘Приаральский 1’. В дальнейшем сотрудники Приаральской опытной станции С. Х. Хусаинов и другие (рис. 3) совместно с Ю. Д. Сосковым выращивали около 1 млн.

сеянцев саксаула ежегодно. Кроме того, культивировали сеянцы терескена, кохии простертой, чингиля, а также саженцы тамарикса и жузгуна для посадки их в хозяйствах Актюбинской области и предотвращения ветровой эрозии почв и песчаных заносов.

Рис. 2. У защитных лесонасаждений сосны в Чиевнике, 1989 г. А. Г. Гаель (в центре), крайний слева – директор станции Н. И. Дзюбенко, крайний справа – С. Х. Хусаинов, заведующий отделом кормовых культур
Fig. 2. Near the protective pine forests in Chiyevnik, 1989. A. G. Gael (center), N. I. Dzyubenko, Director of the Station (first from the left), and S. Kh. Khusainov, Head of the Department of Fodder Crops (first from the right)

Естественные кормовые угодья Приаралья

В довоенные годы эта тема включала изучение естественной кормовой растительности сенокосов и пастбищ, их динамику, запасы, качественные характеристики (химический состав, поедаемость, переваримость); нормы выпаса и пастбищеобороты на различных типах песков; пути сохранения и повышения продуктивности естественных пастбищ.

Были определены оптимальные нормы стравливания, емкость пастбищ, предельно допустимая нагрузка на пастбища и показаны преимущества регулируемого выпаса перед бессистемным. Кроме того, был изучен химизм основных кормовых растений Приаралья (житняк, полынь,

кохия простертая, ковыль, типчак) по фазам развития. Продуктивность естественных пастбищ не превышала 2 ц/га сухой кормовой массы.

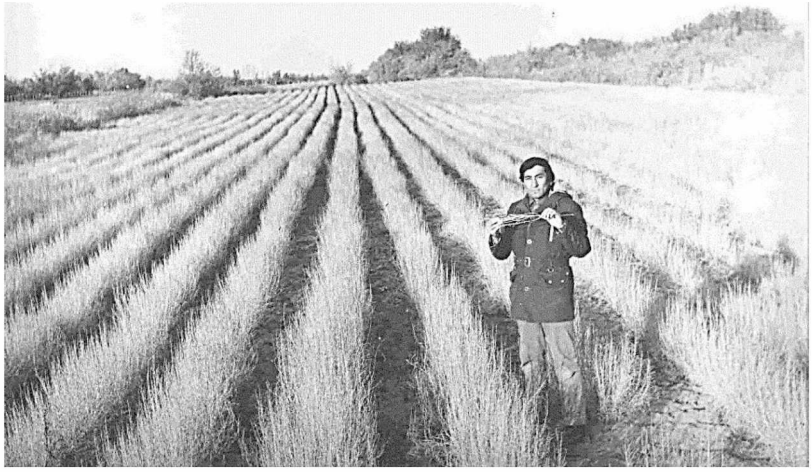

Рис. 3. Однолетние сеянцы саксаула черного. Сорт 'Приаральский 1', 1978 г. На переднем плане – С. Х. Хусаинов
Fig 3. Annual seedlings of black saxaul 'Priaralsky 1', 1978. In the foreground – S. Kh. Khusainov

Наиболее ценным злаком в Приаралье является житняк сибирский, обладающий уникальными эколого-биологическими свойствами: высокой засухо- и жаростойкостью, устойчивостью к низким температурам и некоторой солевыносливостью. По этим причинам М. С. Коликов в 1936 г. начал изучение естественных кормовых угодий с житняка сибирского в составе естественных злаково-полынных пастбищ и сенокосов песчаного массива Большие Барсуки (Kolikov, 1939). На урочище Лайгак площадь укоса составила 5 га. Запасы житняковой растительности и нагрузка на пастбища были определены на песчаных светло-каштановых почвах в составе житнякового зеленополынника, а также в житняковом белополыннике на легких супесчаных слабосолонцеватых почвах. Он отмечал, что высокое содержание сырого протеина и других питательных веществ при одновременном снижении содержания клетчатки имеют листья житняка. Именно этим объясняется то, что все виды животных более охотно поедают листья даже в подсохшем состоянии, чем стебли.

В кормопроизводстве житняк ценят не только за высокую засухоустойчивость, но и высокое качество его кормовой массы. В 100 кг

травы содержится 28 кормовых единиц и 4,8 кг переваримого протеина; в 100 кг сухой массы – 7,4 кг переваримого протеина и 53 кормовые единицы. В зеленой массе сортов житняка в фазе выход в трубку-начало полного колошения на одну кормовую единицу приходится 146–187 г переваримого протеина, что сравнимо с его содержанием в зеленой массе бобовых культур.

На естественных пастбищах в житняковом белополыннике урожайность житняка составляет 3,0–4,5 ц/га сухой кормовой массы, в зеленополыннике – 2–3 ц/га. Перспективные сорта житняка были изучены сотрудниками станции на богаре в тридцатые годы. В посевах со второго года жизни его урожайность составляла 7–10 ц/га.

Сотрудники станции разработали метод коренного улучшения естественных пастбищ путем посева многолетних трав (люцерны, житняка) и засухоустойчивых крупяных культур (зерновое просо, сорго, африканское просо, суданская трава) (Kolikov, 1939).

Резко засушливый климат Приаралья не позволяет возделывать в этой зоне полевые культуры, поэтому и в послевоенные годы основные площади (96,5%) были заняты пастбищами и сенокосами (1,8%), а основной отраслью хозяйств этой зоны являлось овцеводство и табунное коневодство. Свыше 70% кормов получали с пастбищных угодий, причем удельный вес пастбищных трав и сена с естественных угодий в общем объеме грубых кормов достигал 90%.

Для коренной фитомелиорации деградированных пастбищных ценозов в конце 70-х годов прошлого века сотрудниками станции и директором Приаральской опытной станции (1974–1979 гг.) З. С. Виноградовым были предложены местные формы кохии простертой, терескена, кейреука, различных видов полыни, которые должны высеваться под защитой черносаксауловых лесополос (Kulikov, Vinogradov, 1981). Другое перспективное направление в развитии интенсивного полевого кормопроизводства – лиманное орошение с использованием вод местного стока, что позволило повысить урожай сена в 2–3 раза по сравнению с урожаем с суходольных сенокосов.

Богарное земледелие.

Осенью 1933 г. в 3 км от города был заложен новый богарный участок (Каульджурский богарный) в открытой супесчаной злаково-белополынной степи на площади 2,5 га, где пресные грунтовые воды находились на глубине 3 м. Под зиму 1933 г. здесь были высеяны подсолнечник и сорго. Был получен урожай подсолнечника 10 ц/га. Посевы сорго не удались.

В сортоиспытаниях на богарном участке в 1934 г. участвовали хлебные злаки – 2 культуры (92 сорта), зерновые пропашные – 2 (206), масличные – 7 (56), бахчевые – 2 (6), кормовые – 6 (26), новые культуры – 2 (3 сорта), среди них – физалис овощной и физалис земляничный, чуфа. Были отмечены хорошие результаты для крупяных культур (просо, сорго, гаолян), люцерны, озимых посевов подсолнечника, ячменя и сафлора, а также бахчевых (арбуз), где урожай составил 120–245 ц/га.

На богаре были изучены перспективные сорта кормовых культур: житняка, люцерны, сорго, кормового арбуза, а также ранних зерновых (ячмень) и крупяных (сорго). Для получения устойчивых урожаев кормовых и зерновых культур была разработана эффективная система агротехнических мероприятий, включающая: глубокую обработку почвы; оптимальные сроки сева (ранневесенний) и нормы высева для каждой культуры; широкорядные посевы; почвозащитные севообороты; внесение фосфорных удобрений под зерновые культуры; использование снегозадержания (5–6-рядковые сорговые кулисы, а также кулисы из суданской травы, горчицы, рыжика либо африканского проса) для эффективного накопления влаги в почве.

В Постановлении I пленума Комиссии по освоению пустынь, полупустынь и высокогорий в 1939 г. была отмечена работа Приаральской опытной станции ВИР по богарному земледелию в северных пустынях, благодаря которой были получены устойчивые и продуктивные результаты при возделывании проса, сорго, арбуза (столового и кормового), люцерны и житняка сибирского. Опыт Приаральской опытной станции ВИР Комиссия рекомендовала использовать Наркомзему Казахской ССР.

В годы Великой Отечественной войны сотрудники опытной станции увеличили в несколько раз снабжение семенами и посадочным материалом крупяных, зерновых, бахчевых и овощных культур хозяйств ряда районов Актюбинской и Кустанайской областей. В результате первого периода (с 1932 по 1945–1947 гг.) пионерских исследований станции посевы проса, пшеницы и других культур в четырех районах Актюбинской области выросли с 2 до 100 тыс. га. В семидесятые годы посевы житняка в Казахстане занимали 2,6 млн. га, что составило 67% от всех посевов многолетних трав региона.

Среди лучших сортов станции для выращивания на богарных участках: житняк ‘Актюбинский узкоколосый’, ‘Актюбинский ширококолосый’, кормовой сорт сорго ‘Сахарное 150’, африканское просо ‘Приаральское остистое’, сорта люцерны ’Тибетская’, ‘Приаральская’, просо ‘Приаральское 38’.

Орошаемое земледелие.

В первых числах мая 1933 г. на берегу искусственно созданного озера в условиях супесчаной белополынной степи был заложен орошаемый участок (Каульджурский орошаемый). На глубине 4–5 м здесь залегали горько-соленые грунтовые воды. В 1931 г. на этой территории находился овощной участок под эгидой железнодорожного хозяйства. Вода из озера накачивалась насосами на высшую точку рельефа, а оттуда по деревянному желобу стекала и использовалась для полива.

Рис. 4. Кормовой арбуз, сорт ‘Азовский пудовик №201’. Урожай 533 ц/га. Орошаемый участок, 1933 г. Фото Е. А. Малюгина
Fig. 4. Feeding watermelon variety ‘Azovsky Pudovik No. 201’. Yield 53.3 t/ha. Irrigated land, 1933. Photo by E. A. Malugin

В опытных испытаниях 1933 г. участвовало свыше 50 культур (50 образцов). Среди них были ячмень, пшеница, просо, кукуруза, могар, подсолнечник, арахис, топинамбур, соя, нут, чечевица, кормовой арбуз, травы донник, люпин, суданская трава, костер и другие. Овощные культуры, которые были отобраны для эксперимента: томат, огурец, капуста, столовый арбуз, дыня, тыква, морковь, свекла, лук. Были получены хорошие урожаи дыни, сорт ‘Царица дынь’ – 131 ц/га, кормового арбуза ‘Азовский пудовик 201’ – 533 ц/га, негритянского проса – 500 ц/га зеленой массы. Очень перспективными оказались томаты, свекла, морковь, лук, кормовое сорго, люцерна, нут, чина, соя (рис. 4). В 1934 г. в сортоиспытаниях овощных культур принимали участие 137 сортов (15 культур), бахчевых – 39 (4 культуры), зернобобовых – 228 (7 культур), зерновых пропашных – 111 сортов (сорго, кукуруза), масличных – 12

сортов (2 культуры), технических – 8 сортов (одна культура), кормовых – 30 сортов (люцерна). Результаты испытаний 1933 г. были подтверждены.

В жестких аридных условиях влагообеспеченность является определяющим фактором устойчивого развития растений, поэтому исследования по этой теме всегда оставались приоритетными для сотрудников станции. Большой вклад в разработку этой тематики внесли А. М. Алпатьев, Е. А. Малюгин и другие (Alpatiev, 1939). Были проведены исследования водного баланса культурных растений и почвы. Сотрудниками станции были разработаны оптимальные нормы и сроки полива на супесчаных почвах зерновых и овощных культур (частый полив малыми дозами), а также внесения органических и минеральных удобрений. Осуществлен оптимальный подбор жаростойких и солеустойчивых сортов для орошаемого земледелия. По ряду культур были получены урожаи, в 1,5–2 раза превышающие стандарт. Для использования пресных и слабоминерализованных грунтовых вод для орошения и водоснабжения Е. А. Малюгин и А. М. Алпатьев разработали шахтно-трубчатый колодец с производительностью около 6 м^3 воды в час. При использовании двигателя сотрудники станции орошали до 1 га овощных культур. В дальнейшем исследователи Ю. И. Кириллов, Г. Е. Шмараев, А. И. Иванов разработали специальную агротехнику применения артезианских слабоминерализованных вод для орошения сельскохозяйственных культур (Ivanov, 1971).

Для орошаемых участков в почвенно-климатических условиях Приаральской опытной станции были отобраны наиболее продуктивные сорта картофеля, огурца, томата, лука, проса (сорта проса выделены станцией из местных популяций, собранных экспедициями). Станция являлась оригинатором сортов картофеля ‘Подарок Родине’, ‘Новинка пустыни’, лука ’Золотой шар’, огурца ’Челкарские’, томата ‘Пятидесятидневные’. Среди плодово-ягодных культур станцией был выделен ряд сортов черной и золотистой смородины, яблони, сливы, земляники, вишни войлочной.

Траншейное земледелие.

Этот метод начал разрабатываться сотрудниками станции с 1937 г. Третий участок (Чиевник) расположен в 9 км от центральной усадьбы. Наиболее удобные участки для закладки широких канав-траншей – с близким (1,2–1,7 м) залеганием пресных грунтовых вод, в понижениях с темноцветной луговой супесчаной почвой, заросшие чием – *Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski, пыреем – *Elytrigia elongata* (Host) Nevski, полевицей – *Eragrostis collina* Trin. и другими стебельными многолетними злаками. Выкапывалась канава глубиной 1,5 м (до уровня грунтовых вод

весеннего стояния, а лучше – на 0,2 м ниже), ширина канавы по дну – 1,5–2,0 м, по верху – 3 м, длина – 10–25 м. Дно канавы засыпают верхним, более плодородным слоем почвы (содержание гумуса 2–3%). Благодаря капиллярному эффекту влага поднимается кверху и увлажняет весь слой почвы, обогащенной гумусом, уже через несколько дней. Слой луговой почвы выкапывается и укладывается между траншеями. Края канавы защищают растения от губительных ветров. Скорость ветра в траншеях уменьшается на 50–75%. Испарение с поверхности почвы уменьшается в 3–4 раза. Температура почвы днем уменьшается, а ночью возрастает.

Все это создает в траншее хороший микроклимат и позволяет выращивать большие урожаи сельскохозяйственных культур, таких, как овощные, бахчевые, древесные породы. В течение первых 3–5 лет растения в траншее не требовали орошения и подкормки, пока не истощалось плодородие культурного слоя. Урожай томатов, выращенных в траншее, составлял до 1000 ц/га, картофеля и моркови – до 500, свеклы – до 350. Успешно росли в траншеях смородина черная и смородина золотистая, лох, ива, тополь. Опыт траншейного земледелия в довоенный период был внедрен в 12 колхозах Актюбинской области.

Впоследствии Е. А. Малюгин вместе с группой сотрудников Приаральской опытной станции – М. С. Коликовым, А. И. Миловзоровым, П. А. Малюгиным – были награждены Государственной премией за успешную разработку научных основ растениеводства на пустынных территориях (Alpatiev, 1994).

Мобилизация генетических ресурсов пустынных растений

Из-за сильных контрастов почвенных и климатических условий Казахстан является центром большого внутривидового разнообразия важнейших видов кормовых (люцерна, житняк, донник), овощных (перец, баклажан, лук, кабачок, огурец, томат), крупяных (просо) и бахчевых (арбуз, дыня) растений, которые могут служить ценным исходным материалом для селекции, а также для улучшения кормовых угодий. На солонцевато-солончаковых почвах пустынной зоны сформировались исключительно устойчивые жаро- и засухоустойчивые, зимостойкие, солевыносливые, устойчивые к болезням и вредителям популяции растений.

В послевоенный период коллекция мировых генетических ресурсов растений была частично утрачена. Интенсивное пополнение коллекции образцами дикорастущих популяций видов кормовых, овощных, крупяных и бахчевых растений началось с организации постоянно действующих

экспедиций ВИР по мобилизации генетических ресурсов в разных регионах СССР в конце 60-х годов прошлого века. Наиболее тщательно была обследована с этой целью территория Казахстана. Так, за 1969–1981 гг. 33 отряда Казахстанской экспедиции ВИР обследовали всю территорию Казахстана. В коллекцию ВИР поступило 3835 образцов культурных растений и их диких родичей, в том числе 2736 образцов многолетних кормовых растений. Среди них житняка – 287 образцов, ломкоколосника ситникового – 156, кохии простертой – 304, полыни –124, саксаула – 84, терескена – 81, жузгуна – 75. Сбор исходного материала проходил в разные сроки, в мае – июне сбор раннеспелых культур, в июле – сентябре – среднеспелых, в октябре – ноябре – позднеспелых.

Отряды Казахстанской экспедиции снаряжались на Приаральской опытной станции ВИР. В ее работе принимали участие сотрудники станции И. Е. Козуля, М. К. Калмуханов, С. Х. Хусаинов, Л. Л. Малышев, Ж. Балгожин и другие, а также сотрудники Казахского НИИ лугопастбищного хозяйства, ВНИИ зернового хозяйства. При мобилизации генетических ресурсов проводилось картирование растительности. Собранный исходный материал (около 10 тысяч образцов) был разослан более чем в 50 научных учреждений и селекционных центров Средней Азии, Казахстана и Сибири. Часть наиболее ценного исходного материала передавалась селекционным учреждениям непосредственно во время экспедиций. На этой основе были созданы сорта ломкоколосника ситникового ‘Шортандинский’, эспарцета песчаного ‘Алма-Атинский 2’ и многие другие.

Результаты совместной деятельности сотрудников ВИР с Казахстанской экспедицией были отражены в монографии «Ресурсы многолетних кормовых растений Казахстана» (Ivanov, Soskov, Bukhteeva, 1986). В книге определены ведущие кормовые культуры для внедрения в сельскохозяйственное производство, собран и изучен по ним ценный исходный материал, представлены теоретические основы интродукции и классификации исходного материала для селекции в условиях степной и пустынной зон Казахстана. В их число входят кормовые растения семейства бобовых: люцерна, донник, эспарцет, астрагал; кормовые растения семейства злаков: житняк, ломкоколосник, колосняк, волоснец; злаки мезофитной группы; кустарники и полукустарники: саксаул, жузгун, терескен, кохия, полынь, камфоросма, солянки; травянистые многолетники, двулетники и однолетники.

После передачи Приаральской опытной станции ВИР в ведение Республики Казахстан в 1991 г. пополнение коллекций пустынных растений продолжается и в постсоветский период. В район

катастрофического обмеления Аральского моря и экстремального засоления в Приаралье в 1996 г. и в 1999 г. были предприняты экспедиции для обследования территории Северного Приаралья и сбора семян аридных кормовых культур (Dzyubenko, 1997, 2008, 2011). Экспедиции имели цель сохранения генетического исходного материала в коллекционном виде в связи с угрозой потери значительного количества генетического разнообразия культурных и дикорастущих растений. В сентябре – ноябре 1999 г. была организована совместная российско-казахско-американская экспедиция в Казахстан (Waldron et al., 2000). За время экспедиции коллекция пополнилась 335 образцами, в том числе 89 образцами кохии простертой, 99 – саксаула солончакового (черного), 92 – солянки восточной (кейреука), 49 – камфоросмы марсельской, 1 – шенгила серебристого, 4 – солодки Коржинского, 1 – солодки шиповатой. Сбор образцов проводили на территории Казахстана к северу от Челкара.

В июле 2000 г. маршруты международной экспедиции по сбору диких родичей культурных растений проходили по территории Южного Казахстана и Киргизии, являющихся частью Среднеазиатского генетического центра происхождения культурных растений (Street et al., 2001). Для сохранения генофонда в *ex situ* коллекциях проводился поиск и сбор образцов как источников продуктивности и качества, высокой устойчивости в экстремальных условиях внешней среды (жаро- и засухоустойчивость, солевыносливость). На территории Южного Казахстана было собрано 207 коллекционных образцов семян, в том числе зерновых – 83, кормовых – 92, овощных и других – 32. Наибольший интерес представляют образцы люцерны, копеечника, лядвенца, эгилопсов и других аридных злаковых и бобовых.

В августе – сентябре 2000 г. по международному проекту Европейской Комиссии ICA2-CT-2000 было проведено экспедиционное обследование 98 участков зоны экологической катастрофы Западного Казахстана для поиска и сбора ценного исходного материала солеустойчивых популяций дикорастущих видов бобовых растений, а также солеустойчивых и корнеотпрысковых форм чрезвычайно ценного вида люцерны *Medicago trautvetteri* Sumn.

На основе всех полученных в экспедициях данных по аридным кормовым культурам сотрудниками отдела генетических ресурсов многолетних кормовых культур ВИР были составлены карты ареалов аридных и засухоустойчивых кормовых культур для электронного издания «Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения» (Afonin et al.,2008; Dzyubenko et al., 2008).

Размножение и агробиологическое изучение исходного материала

Первичное изучение образцов коллекции культурных растений было проведено на Приаральской станции в 1933–34 гг. и в последующий довоенный период (Malugin, 1935). В послевоенный период в результате многочисленных экспедиций по мобилизации генетических ресурсов пустынных растений был собран ценный исходный материал и коллекция мировых генетических ресурсов сельскохозяйственных культур была значительно пополнена. В 1966 г. в питомниках агробиологического изучения исходного материала проходили оценку 5356 образцов, в том числе зерновых культур – 1784, сорго и африканского проса – 954, многолетних трав – 2133, овощных и картофеля – 185, плодово-ягодных – 300. В питомниках размножения и восстановления всхожести насчитывалось свыше 1000 образцов различных полевых культур (Ivanov, 1971).

Изучение коллекции зерновых и крупяных культур проводили А. И. Миловзоров, И. И. Беляков, Л. Л. Жестяникова, Н. Л. Милорадова. Была дана агробиологическая характеристика большого набора образцов коллекции пшеницы, ячменя, проса, определен перспективный набор сортов для условий пустыни, разработана агротехника для богарных посевов. Ученые исследовали особенности водного режима зерновых культур, изучали географическую изменчивость.

С 1936 г. изучением коллекции многолетних трав в течение длительного времени занимался М. С. Коликов, который выделил перспективные для полупустыни сорта люцерны и житняка. В середине 1960-х сбор коллекции житняка и ее первичное изучение продолжили сотрудники станции Ю. И. Кириллов и И. Е. Козуля. С конца 1960-х в течение многих лет оценкой коллекции мировых генетических ресурсов житняка по морфобиологическим, физиологическим и другим признакам занималась А. В. Бухтеева. Позднее исследования коллекции житняка осуществляли сотрудники станции Л. Л. Малышев и М. К. Такаева. Благодаря постоянному пополнению в течение ряда лет коллекции житняка и ломкоколосника ситникового в настоящее время насчитывают: житняка – более 800 образцов, ломкоколосника – около 200. Результаты исследований были оформлены в виде ряда статей.

С 1969 г. ВИР приступил к созданию коллекции кохии простертой, терескена, камфоросмы, саксаула, кейреука, полыни, жузгуна, астрагала, лебеды серой, эбелека песчаного и других растений пустынной флоры в условиях Приаральской опытной станции, на светло-каштановых супесчаных почвах. В создании и оценке образцов коллекции принимали

участие сотрудник ВИР Ю. Д. Сосков, заведующий отделом кормовых культур ВИР П. А. Лубенец, директор Приаральской опытной станции Н. И. Дзюбенко. Коллекция сохранялась в живом виде. По результатам этих исследований впоследствии были опубликованы книги профессора Ю. Д. Соскова «Род Calligonum L. – Жузгун (систематика, география, эволюция, интродукция)» (Soskov, 2011), а также Н. И. Дзюбенко, Ю. Д. Соскова «Генетические ресурсы кохии простертой *Kochia prostrata* (L.) Schrad.» (Dzyubenko, Soskov, 2014).

Большой вклад в создание и изучение коллекции люцерны внесли сотрудники станции А. И. Иванов, Н. И. Дзюбенко. В 1980 г. вышла в свет монография А. И. Иванова «Люцерна», где были обобщены результаты многолетних исследований Приаральской опытной станции (Ivanov, 1980). Для оценки солеустойчивости люцерны посевной на современном уровне ученые ВИР применяют биотехнологические методы транскриптомного анализа, выявления и молекулярного маркирования генов, определяющих устойчивость к солевому стрессу (Dzyubenko et al., 2010).

За время деятельности Приаральской опытной станции в системе ВИР в коллекционных и методических питомниках было изучено свыше 60 тысяч образцов культурных растений. На изолированных участках и в питомниках восстановления всхожести размножено свыше 10 тысяч образцов.

Заключение

За 15-летний период деятельности Репетекской песчано-пустынной и 60-летний Приаральской опытной станций в системе ВИР их сотрудниками впервые в стране был выполнен колоссальный объем исследований по разработке комплексных методов освоения пустынь и методов устойчивого управления этими ресурсами, агротехники возделывания полевых, овощных и плодово-ягодных культур, улучшения водного баланса легких почв аридной зоны. Внедрены в производство почвозащитные севообороты, эффективные методы траншейного, богарного и поливного земледелия, способы использования слабоминерализованных напорных и ненапорных подземных вод. Ученые Приаральской станции ВИР вывели, выделили из коллекции, размножили и передали в производство Казахстана свыше 40 сортов кормовых, крупяных, зерновых, овощных и плодово-ягодных культур. Созданы и пополняются в наши дни коллекции мировых генетических ресурсов сельскохозяйственных растений пустынной флоры, проводится их агробиологическая оценка.

References/Литература

Abolin R. I., *Semevskiy B. N.* The main ways of agricultural development of the desert and semi-deserts of the USSR // Bulletin of applied botany, genetics and plant-breeding. 1932, ser. A, no 3, pp. 9–28 [in Russian] (*Аболин Р. И.*, *Семевский Б. Н.* Основные пути сельскохозяйственного освоения пустынь и полупустынь СССР // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1932. Сер. А. № 3. С. 9–28).

Abolin R. I. Preface // Bulletin of applied botany, genetics and plant-breeding. «Systematic, geography and ecology of plants». Compiled from the works of Repetek Sand-Desert Station of VIR. 1933, ser. 1, pp. 3–5 [in Russian] (*Аболин Р. И.* Предисловие // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. «Систематика, география и экология растений». Составлен из работ Репетекской песчано-пустынной станции. 1933. Сер. 1. №1. С. 3–5).

Afonin A. N., *Green S. L.*, *Dzyubenko N. I.*, *Frolov A.* (ed.) Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds [online version 2,0], 2008. http:/ www.agroatlas.ru

Alpatiev A. M. Irrigation and efficiency of fertilizers in sandy deserts of the Aral Sea. // «Reclamation of deserts, sands and highlands. Materials of the Commission for reclamation of deserts, sands and highlands». Moscow: VASHNIL, 1939, pp. 36–66 [in Russian] (*Алпатьев А. М.* Поливной режим и эффективность удобрений на песках Приаралья // Освоение пустынь, полупустынь и высокогорий. Материалы Комиссии пустынь и высокогорий, 10–15 февраля 1938 г. М.: Изд. ВАСХНИЛ, 1939. С. 36–66).

Alpatiev A. M. Yevgeni Alexandrovich Malugin // In: Nicolai Ivanovich Vavilov's Associates. Researchers of plant gene pool. St. Petersburg: VIR, 1994, pp. 369–373 [in Russian] (*Алпатьев А. М.* Евгений Александрович Малюгин. // В кн.: Соратники Николая Ивановича Вавилова – исследователи генофонда растений. СПб.: ВИР, 1994. С. 369–373).

Arcikhovskiy V. M. Physiology of Repetek psammophyts // Bulletin of applied botany, genetics and plant-breeding. 1930–1931, vol. 25, no 3, pp. 11–40 [in Russian] (*Арциховский В. М.* Физиология Репетекских псаммофитов // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1930–1931. Т. 25. № 3. С 11–40).

Dubyanskij V. A. Sandy southeastern Karakum desert and the possibility of its economic development // Bulletin of applied botany, genetics and plant-breeding. 1928, vol. 19, iss. 4 [in Russian] (*Дубянский В. А.* Песчаная пустыня Юго-Восточных Каракумов и возможности ее хозяйственного освоения // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1928. Т. 19. Вып. 4).

Dzyubenko N. I. Exploration and collection of vegetable, forage and other crop seeds in the Ecological Disaster Area of the Republic of Kazakhstan // Seed Savers. Summer Edition, USA, 1997, pp. 22–30.

Dzyubenko N. I. Genetic Resources of Rangelands of Central Asia // Proc. of IX International Rangeland Congress Diverse Rangelands for a sustainable Society. Rosario, Argentina, April 2–8, 2011, pp. 491–495.

Dzyubenko N. I., *Dzyubenko E. A.*, *Malyshev L. L.* Areas of distribution and wild growing forage plants in electronic «Atlas of Economic Plants and Their Diseases, Pests and Weeds of Russia and Neighboring Counties» // Multifunctional Grasslands in Changing World. Materials of the XXI International Grassland Congress/ YIII International Rangeland Congress, 2008, Hohhot, China, vol. 1, p. 662.

Dzyubenko N. I., *Potokina E. K.*, *Dzyubenko E. A.*, *Roumiantseva M. L.*, *Kurchak O. N.*, *Muntyan A. N.*, *Belov V. N.* Accelerated creature of varieties of alfalfa with high bioremediation potential based on transcriptome analysis, identify-cation and molecular tagging of genes controlling resistance to salinity // Mater. Sci. conf. RASHN-RFFE. Moscow, 2010, pp. 15–20 [in Russian] (*Дзюбенко Н. И.*, *Потокина Е. К.*, *Дзюбенко Е. А.*, *Румянцева М. Л.*, *Курчак О. Н.*, *Мунтян А. Н.*, *Белова В. Н.* Ускоренное создание сортов люцерны с повышенным биоремидиаци-онным потенциалом на основе транскриптомного анализа, выявления и молекулярного маркирования генов, контролирующих устойчивость к засолению // Материалы научной конференции. РАСХН-РФФИ. М., 2010. С. 15–20).

Dzyubenko N. I., *Soskov Yu. D.* Genetic resources of kohia stretched (*Kochia prostrata* (L.) Schrad.). St. Petersburg: VIR, 2014, 336 p. [in Russian] (*Дзюбенко Н. И.*, *Сосков Ю. Д.* Генетические ресурсы кохии простертой (*Kochia prostrata* (L.) Shrad). СПб.: ВИР, 2014. 336 с.).

Economical development of the deserts of Central Asia and Kazakhstan. Moscow, Tashkent, 1934, pp. 31–40 [in Russian] (Хозяйственное освоение пустынь Центральной Азии и Казахстана. М., Ташкент, 1934. С. 31–40).

Gael A. G., *Ostanin E. S.* The Muyunkum sand massif in southern Kazakhstan // Reclamation of deserts, sands and highlands. Materials of the Commission for reclamation of deserts, sands and highlands. Moscow: VASKHNIL, 1939, pp. 263–275 [in Russian] (*Гаель А. Г.*, *Останин Е. С.* Южно-Казахстанский песчаный массив Муюнкум // Освоение пустынь, полупустынь и высокогорий. Материалы Комиссии пустынь и высокогорий, 10–15 февраля 1938 г. М.: Изд. ВАСХНИЛ, 1939. С. 263–275).

Gael A. G. Sands of the USSR and experimental stations // Reclamation of deserts, sands and highlands. Materials of the Commission for Reclamation of deserts, sands and highlands. Moscow: VASHNIL, 1939, pp. 216–226 [in Russian] (*Гаель А. Г.* Пески СССР и опытная сеть на них // Освоение пустынь, полупустынь и высокогорий. Материалы Комиссии пустынь и высокогорий, 10-15 февраля 1938 г. М. Изд. ВАСХНИЛ, 1939. С. 216–226.)

Gael A. G., *Kolikov M. S.*, *Malugin E. A.*, *Ostanin E. S.* Sand deserts of northern Aral region. Almaty, 1950, 339 pp. [in Russian] (*Гаель А. Г.*, *Коликов М. С.*, *Малюгин Е. А.*, *Останин Е. С.* Песчаные пустыни северного Приаралья. Алма-Ата, 1950. 339 с.).

Gael A. G., *Kolikov M. S.*, *Malugin E. A.*, *Ostanin E. S.* Sands of Ural-Emba region and the ways of their reclamation. Almaty: Ed. AN Kaz.SSR, 1949, vol. 1. 274 p. [in Russian] (*Гаель А. Г.*, *Коликов М. С.*, *Малюгин Е. А.*, *Останин Е. С.* Пески Урало-Эмбенского района и пути их освоения. Алма-Ата: Изд. АН Каз ССР. 1949. Т 1. 274 с.).

Gael A. G. Afforestation of hilly sands of the Aral Sea region. Moscow: Ed. AN USSR, 1951, 91 pp. [in Russian] (*Гаель А. Г.*Облесение бугристых песков Приаралья. М.: Изд. АН СССР, 1951. 91 с.).

Gael A. G. Problems of afforestation of sands and pasture improvement in the Aral-Caspian semideserts // Bulletin of VIR, 1981, iss. 108, pp. 23–27 [in Russian] (*Гаель А. Г.* Проблемы облесения песков и улучшения пастбищ в полупустынях Арало-Каспия // Бюлл. ВИР, 1981. Вып. 108. С. 23–27).

Ivanov A. I. Development of desert lands of the Northern Aral Sea region // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding (Priaralskaya Experimental Station). 1971, vol. 44, iss. 2, pp. 6–34 [in Russian] (*Иванов А. И.* Освоение пустынных земель Северного Приаралья // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1971. Т. 44. Вып. 2. С. 6–34).

Ivanov A. I. Alfalfa. Moscow: Kolos, 1980, 349 pp. [in Russian] (*Иванов А. И.* Люцерна. М.: Колос, 1980. 349 с.).

Ivanov A. I., *Soskov Yu. D.*, *Bukhteeva A. V.* Resources of perennial forage plants of Kazakhstan. Almaty: Kainar, 1986, 220 p. [in Russian] (*Иванов А. И.*, *Сосков Ю. Д.*, *Бухтеева А. В.* Ресурсы многолетних кормовых растений Казахстана. Алма-Ата: Кайнар, 1986. 220 с.).

Kalashnikov E. I. Trench culture of watermelons and melons at the east coast of Caspian Sea // Scientific report of the VIR in 1942. Sel'hozgiz, 1945 [in Russian] (*Калашников Е. И.* Траншейная культура арбузов и дынь на восточном побережье Каспия // Научный отчет ВИР за 1942 г. Сельхозгиз, 1945).

Kolikov M. S. Natural grassland of northern Aral region // Reclamation of deserts, sands and highlands. Materials of the Commission for reclamation of deserts, sands and highlands. Moscow: Izd. VASCHNIL, 1939, pp. 117–140 [in Russian] (*Коликов М. С.* Естественные кормовые угодья Северного Приаралья // Освоение пустынь, полупустынь и высокогорий. Материалы Комиссии пустынь и высокогорий, 10-15 февраля 1938 г. М.: Изд. ВАСХНИЛ, 1939. С. 117–140).

Kulik K. N. Problems of combating with desertification in Russia // Problems of Desert Reclamation. 2009, no 3–4, pp. 14–17 [in Russian] (*Кулик К. Н.* Проблемы борьбы с опустыниванием в России // Пробл. освоения пустынь. 2009. № 3–4. С. 14–17).

Kulikov V. P., *Vinogradov Z. S.* Main trends in improving fodder supply for animal breeding in desert and semi-desert areas of the Akhtyubinsk province // Bulletin of the N. I. Vavilov Institute of Plant Industry. 1981, iss. 108, pp. 5–7 [in Russian] (*Куликов В. П.*, *Виноградов З. С.* Основные направления улучшения кормовой базы животноводства пустынных и полупустынных зон Актюбинской области // Бюлл. ВИР. 1981. Вып. 108. С. 5–7).

Malugin E. A. Reclamation of deserts for agricultural purposes. Results of two years work of the Aral Research Station. Leningrad: VIR, 1935. 36 p. [in Russian] (*Малюгин Е. А.* За сельскохозяйственное освоение пустынь. К итогам двухлетних работ Приаральской научно-исследовательской станции. Л: ВИР, 1935. 36 с.).

Pavlukhin Yu. S., *Soskov Yu. D.* Gael Alexander Gavrilovich. //In: Nicolai Ivanovich Vavilov's Associates. Researchers of plant gene pool. St. Petersburg: VIR, 1994, pp. 117–129 [in Russian] (*Павлухин Ю. С.*, *Сосков Ю. Д.* Гаель Александр Гаврилович // В кн.: Соратники Николая Ивановича Вавилова – исследователи генофонда растений. СПб.: ВИР, 1994. С. 117–129.

Petrov M. P. The root system of plants of sand Karakum desert, their distribution and relationships in relation to the ecological conditions // Bulletin of applied botany, genetics and plant-breeding. 1933, ser 1, iss. 1, pp. 153–181 [in Russian] (*Петров М. П.* Корневые системы растений песчаной пустыни Каракумы, их распределение и взаимоотношения в связи с экологическими условиями // Тр по прикл. бот., ген. и сел. 1933.Сер. 1. Вып. 1. С. 153–181).

Regel R. A. Preface // Proceedings of the Bureau of applied botany. SPb.: Min. fin., 1908, pp. 1–2 [in Russian] (*Регель Р. Э.* Предисловие // Тр. Бюро по прикл. бот. СПб.: М-во фин. С. 1–2.)

Semevsky B. N. The rally through the desert // Bulletin of applied botany, genetics and plant-breeding. 1933, ser. A, no 7, pp. 221–222 [in Russian] (*Семевский Б. Н.* Автопробег через пустыню // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1933. Сер. А. № 7. С. 221–222).

Semevsky B. N. The experience of agricultural development of desert // Bulletin of applied botany, genetics and plant-breeding. «The Socialist crop.» 1936, no 19, pp. 55–60 [in Russian] (*Семевский Б. Н.* Опыт сельскохозяйственного освоения пустынь // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Сер. А. «Социал. раст-во». 1936. № 19. С. 55–60.)

Semevsky B. N. Plant growing in East Karakum // News of the State Geogr. Soc., 1938, vol. 70, iss. 6, pp. 719–729 [in Russian] (*Семевский Б. Н.* Растениеводство восточных Каракумов // Изв. гос. геогр. об-ва, 1938. Т. 70. Вып. 6. С. 719 – 729).

Shamsutdinov Z. Sh., *Shamsutdinova A. Z.* Halophyte genetic resources and their use in feed production system in terms of global warming // Strategy of development of fodder production in the global climate changes and the use of achievements of the national selection / Materials of International scientifical practical conference, dedicated to the 55th anniversary of the Ural Agricultural Research Institute (Ekaterinburg, 3-5 August 2011). Vol. 1. Crop. Yekaterinburg, 2011, pp. 30–35 [in Russian] (*Шамсутдинов З. Ш.*, *Шамсутдинова Э. З.* Генетические ресурсы галофитов и их использование в системе кормопроизводства в условиях глобального потепления климата // Стратегия развития кормопроизводства в условиях глобального изменения климатических условий и использования достижений

отечественной селекции / Материалы Международной. науч.-практ. конф., посвященной 55-летию Уральского НИИСХ (Екатеринбург, 3-5 августа 2011 г.) Т. 1. Растениеводство. Екатеринбург, 2011. С. 30–35).

Soskov Yu. D. The Genera Calligonum L. – Calligonum (systematic, geography, evolution). Novosibirsk: RIC Sib NSKHB, 2011, 362 p. [in Russian] (*Сосков Ю. Д.* Род Calligonum L. – Жузгун (систематика, география, эволюция, интродукция) Новосибирск: РНЦ СибНСХБ, 2011. 362 с.).

Street K., *Khusainov A.*, *Maltsev I. I.*, *Dzyubenko N. I.*, *Shuvalov S. V.* The potential of species of wild relatives of cultivated plants (DRKR) in the surveyed areas of southern Kazakhstan and Kyrgyzstan // Abstracts. Intern. scientific and practical conf. «Genet. resources of cult. Plants», abstr. St. Petersburg, 2001, pp. 59–60 [in Russian] (*Стрит К.*, *Хусаинов С. Х.*, *Мальцев И. И.*, *Дзюбенко Н. И.*, *Шувалов С. В.* Видовой потенциал дикорастущих родичей культурных растений (ДРКР) на обследованных территориях Южного Казахстана и Киргизии // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. «Генет. ресурсы культ. растений» СПб., 2001. С. 59–60).

The results of the All-Union meeting on the development of desert and semidesert area of the USSR, 5-8 March, 1932. Leningrad: VIR, 1932, 76 p. [in Russian] (Итоги Всесоюзного совещания по освоению пустынных и полупустынных пространств СССР, 5-8 марта 1932 г. Л.: ВИР, 1932. 76 с.).

Vasil'ev I. M. Water ensure of plants in the sandy desert of South-Eastern Karakum // Bulletin of applied botany, genetics and plant-breeding. 1930–1931, vol. 25, no 3, pp. 185–272 [in Russian] (*Васильев И. М.* Водное обеспечение растений песчаной пустыни Юго-Восточные Каракумы // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1930–1931. Т. 25. № 3. С. 185–272).

Vasilevskaya V. K. Development of wood shrubs and trees of the Karakum sand desert // Bulletin of applied botany, genetics and plant-breeding, 1933, ser. 1, no 1, pp. 231–260 [in Russian] (*Василевская В. К.* Развитие древесины кустарников и деревьев песчаной пустыни Каракумы // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1933. Сер. 1. № 1. С. 231–260).

Vavilov N. I. Problems of new cultures // Selected Proceedings in five volumes. Moscow – Lenungrad, 1965, vol. 5, pp. 557 [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Проблемы новых культур // Избранные труды в пяти томах. М. – Л., 1965. Т. 5. С. 557).

Waldron B. L., *Harrison R. D.*, *Dzyubenko N. I*, *Khusainov A.*, *Shuvalov S.*, *Alexanian S.* *Kochia prostrata* germoplasm collection expedition to Kazakhstan // Proc. of Shrubland Ecosyst. Gen. and Biodiv. Symp., Provo, UT, 13-15 June 2000. USDA, Forest Service, Rocky Mount. Res. Station. Ogden, UT, 2000, pp. 113–117.

КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ
COLLECTIONS OF WORLDWIDE CROP GENETIC RESOURCES IN THE DEVELOPMENT OF PRIORITY BREEDING TRENDS

DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-35-51
УДК: 635.656:631.526.32(470.62)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ ОВОЩНОГО ГОРОХА ДВУХ МОРФОТИПОВ ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

О. В. Аликина[1], А. Г. Беседин[1], О. В. Путин[1], М. А. Вишнякова[2]
[1]Филиал Крымская опытно-селекционная станция Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова
353384 Россия, Краснодарский край, г. Крымск, ул. Вавилова, д. 12,
e-mail:kross67@mail.ru
[2] 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: m.vishnyakova@vir.nw.ru

Актуальность. При создании нового сорта необходимо изучение взаимодействия и взаимовлияния морфологических, фенологических и физиологических признаков у исходного материала. Цель работы: в имеющемся генофонде найти урожайные сорта овощного гороха, наиболее рационально использующие свой фотосинтетический потенциал в условиях Крымского района Краснодарского края и провести сравнительную оценку параметров продуктивности и урожайности по комплексу признаков двух морфотипов: обычного и усатого. **Материалы и методы.** Материалом для исследования послужили 16 сортов овощного гороха разных групп спелости двух морфотипов. На опытном поле филиала Крымская опытно-селекционная станция Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (филиал Крымская ОСС ВИР) изучали чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), продуктивность единицы листового аппарата, хозяйственный коэффициент и распределение сухих веществ в надземной биомассе растений. **Результаты.** Погодные условия в годы исследований складывались неодинаково. В 2014 г. они были более благоприятные для роста и развития растений, 2015 г. характеризовался неравномерным выпадением осадков и длительной засухой. Выделены образцы, с наибольшей эффективностью использующие свой фотосинтетический

потенциал и формирующие максимальную урожайность зеленого горошка. В раннеспелой группе – это усатые сорта ‘Хезбана’ и ‘Стайл’. В среднеранней группе выделились сорта ‘Омега’ и ‘Муцио’ с обычным типом листа. В оба года исследований ряд усатых сортов по урожайности зеленого горошка достоверно не отличался от стандартов с обычным листом. В оба года исследований процент сухих веществ, приходящихся на зерно в фазу технической спелости, достоверно и положительно коррелировал с урожайностью. **Выводы.** 1. В результате оценки сортов овощного гороха обычного и усатого морфотипов по урожайности зеленого горошка, продуктивности листовой поверхности и ЧПФ в условиях Краснодарского края выявлены сорта усатого морфотипа, не уступающие по комплексу изученных признаков сортам-стандартам обычного морфотипа. 2. В фазу технической спелости у наиболее урожайных сортов более 30% сухих веществ от общего их количества в надземной биомассе находится в зеленом горошке, независимо от типа листа. 3. Из 16 образцов овощного гороха, изученных в 2014–2015 гг., выделены ‘Хезбана’ усатого морфотипа, ‘Омега’ и ‘Муцио‘ с обычным типом листа как наиболее рационально использующие свой фотосинтетический потенциал. 4. В условиях 2015 г., характеризовавшегося неблагоприятными погодными условиями, ни один сорт по урожайности зеленого горошка значимо не превысил стандарты ‘Альфа’, ‘Беркут’, ‘Адагумский’ селекции филиала Крымская ОСС ВИР.

Ключевые слова: овощной горох, обычный и усатый морфотипы, чистая продуктивность фотосинтеза, продуктивность листового аппарата, урожайность.

COMPARATIVE EVALUATION OF GARDEN PEA VARIETIES OF TWO MORPHOTYPES ACCORDING TO A SET OF TRAITS IN KRASNODAR REGION

O. V. Alikina[1], A. G. Besedin[1], O. V. Putin[1], M. A. Vishnyakova[2]
[1]Krymsk Experiment Breeding Station, Branch of the Federal
Research center the N. I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources
12, ul.Vavilova, Krymsk, 353384 Russia,
e-mail:kross67@mail.ru
[2]Federal Research center the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,
42-44, ul. Bolshaya Morskaya, St. Petersburg, Russia, 190000
e-mail: m.vishnyakova@vir.nw.ru

DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-35-51

Background. Breeding of a new variety suggests the study of the interaction and mutual influence of morphological, phenological and physiological characters of the source material. Objective: to find in the existing gene pool high yielding varieties of vegetable pea the most rationally using their photosynthetic potential in Krymsk District of Krasnodar Region, and conduct a comparative assessment of the parameters of efficiency and productivity according to a set of traits in two morphotypes:

conventional and leafless. **Material and methods.** 16 vegetable pea varieties of different maturity groups and two leaf morphotypes have been studied. The net productivity of photosynthesis and a unit of foliage surface, the economic coefficient and distribution of dry substances in the aboveground plant biomass have been assessed. **Results.** Weather conditions in both years of research evolved differently. In 2014 they were more favorable for plant growth and development; 2015 was characterized by irregular rainfall and prolonged drought. The accessions most efficiently using their photosynthetic capacity and forming the maximum yield of green peas have been identified. In the early-maturing group these were the leafless varieties 'Hezbana' and 'Style'. In the group of average maturity the common leafy varieties 'Omega' and 'Muzio' were the best. In both years a number of leafless varieties did not significantly differ in green pea yield from the reference of the conventional morphotype. In both years of research, the percentage of dry substances in grain in the phase of technical maturity reliably and positively correlated with the yield. **Conclusion.** 1. The evaluation of garden pea varieties of the leafless and conventional morphotypes according to the green pea yield, productivity of leaf surface and net photosynthetic rate in Krasnodar Region identified leafless varieties comparable with the reference varieties of the conventional type by a set of traits studied. 2. In the phase of technical maturity of the most productive varieties more than 30% of dry substances from the aboveground biomass were found in green peas, regardless of the leaf type. 3. In both years, the leafless varieties 'Hezbana', 'Omega' and 'Muzio' of the conventional leafy type showed the most rational use of their photosynthetic capacity. 4. In 2015, which was characterized by unfavorable weather conditions, there were no varieties with the yield that exceeded the references 'Alfa', 'Berkut' and 'Adagumsky' bred at the Krymsk Experiment Breeding Station, Branch of the Federal Research center the N. I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources

Key words: garden pea, leafless and conventional leafy morphotypes, photosynthetic productivity, foliage efficiency, yield.

Введение

При создании современного сорта комплекс придаваемых ему признаков должен быть изучен в их взаимодействии. Общеизвестно, что формирование урожая в большой степени определяется ассимиляционной поверхностью листового аппарата растения и активностью фотосинтетических процессов. Для гороха оптимизация этих параметров особенно актуальна в связи с широким внедрением в производство сортов обычного или усатого морфотипа. Обычный (листочковый) морфотип гороха имеет лист, состоящий из прилистника, черешка, листочков и усиков (ген *Af*), усатый (безлисточковый) морфотип характеризуется отсутствием листочков, при этом черешок переходит в многократно

разветвленную главную жилку с непарноперистыми усиками (ген *af*). Ценность усатых морфотипов заключается в том, что они более устойчивы к полеганию, что повышает технологичность уборки.

Большинство опубликованных работ, посвященных сравнению усатых и листочковых форм, касаются зернового и кормового гороха. Для них, в частности, показано, что усатые формы менее устойчивы к дефициту влаги (Novikova, 2012; Churakov, Valiulina, 2014). Их корневая система меньше по массе, объему, мощности, однако сильнее по поглотительной способности в отношении основных элементов питания (Novikova, 2012). Некоторые авторы (Garipova, et al., 2015; Novikova, Zotikov, Fenin, 2011; Yan'kov et al., 1990) считают, что в целом усатые формы сильнее повреждаются грибными болезнями и вредителями в сравнении с обычными. Есть данные (Bugrej, 2003; Bugrej, Mnyx, 2015; Kondykov, 2012), что по урожайности в благоприятных условиях усатые формы не уступают обычным, а некоторые такие сорта демонстрируют хорошие показатели и в засушливые годы, что согласуется с результатами, полученными нами для овощного гороха (Besedin, Alikina, 2014).

Единственным примером сравнительной оценки сортов овощного гороха с различными типами листа по комплексу признаков является исследование, проведенное в 1990 г. (Samarin N. A., Samarin S. N., 1990) в условиях Краснодарского края в филиале Крымская опытно-селекционная станция Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (филиал Крымская ОСС ВИР). У растений с обычным, усатым, акациевидным и многократнонепарноперистым типами листа изучали накопление сухого вещества, хозяйственный коэффициент, плодовую нагрузку. У каждого морфотипа рассматривался только один сорт. Результаты работы свидетельствовали о том, что оптимальным для условий Краснодарского края было производство сортов с обычным типом листа. В дальнейшем такого рода исследования для овощного гороха не проводили. И селекционная работа станции по созданию овощных сортов гороха ориентировалась только на обычный морфотип.

Рассматривая физиологию листового аппарата, следует учитывать, что важна не столько его площадь, сколько интенсивность его работы, а также дальнейшее распределение ассимилянтов в пределах растения. К примеру, если два сорта – мелколистный и крупнолистный, имеющий большую площадь листьев, формируют одинаковую урожайность, это значит, что листья первого работают более продуктивно и

фотосинтетический аппарат его более активный (Photosynthetic activity…, 1961).

Полагают (Amelin, 2012), что практически любой морфогенотип культуры потенциально может рассматриваться в виде перспективного материала, однако эффективность выбранного направления в каждом случае будет различна, так как компенсаторные механизмы имеют определенные рамки действия. В контексте нашего исследования это можно трактовать как необходимость изучения потенциала фотосинтетической активности сортов с разными морфотипами листа и его вклада в продуктивность растений овощного гороха в данных условиях. В Краснодарском крае исследования продуктивности фотосинтеза, активности ассимиляционной поверхности и урожайности гороха овощного использования не проводились. Поскольку основное производство гороха для заморозки и консервной промышленности в России сосредоточено именно в этом регионе, изучение овощных сортов традиционного морфотипа в сравнении с усатыми в данных условиях особенно актуально.

Цель нашей работы: определить урожайные усатые и обычные формы гороха овощного, наиболее рационально использующие свой фотосинтетический потенциал, в условиях Крымского района Краснодарского края.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили 16 сортов овощного гороха (в том числе 14 из коллекции ВИР) разных групп спелости двух морфотипов листа (см. таблицу). Подбор сортов для изучения осуществляли таким образом, чтобы в одной группе спелости были представлены сорта усатые и с обычным типом листа, сходные по срокам прохождения фенологических фаз.

За стандарты были приняты сорта обычного морфотипа селекции филиала Крымская ОСС ВИР, районированные для данной зоны: в группе раннеспелых – ‘Альфа’ (St-1), среднеранних – ‘Беркут’ (St-2), среднеспелых – ‘Адагумский’ (St-3).

Исследование проводили в 2014–2015 гг. в Краснодарском крае на селекционном поле филиала Крымская ОСС ВИР. Почвы участка – слитые и деградированные черноземы глинистого механического состава. Для проведения исследования сорта гороха овощного высевали сеялкой СКС-

6-10 с междурядьем 15 см в 2014 г. 1 апреля, в 2015 г. – 27 марта. Площадь делянки 10 м^2, учетная площадь – 0,25 м^2, повторность трехкратная.

Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяли по методике А. А. Ничипоровича и др. (Photosynthetic activity…, 1961). Расчет ЧПФ проводили за период «растение с 2-3 листьями – техническая спелость».

Растения каждого сорта срезали с учетной площади в трехкратной повторности в фазу технической спелости. Взвешивали общую надземную биомассу. Затем растения разделяли на осевые органы, листья, прилистники, лопатки, створки боба и зеленый горошек (недозрелое зерно). Все фракции взвешивали отдельно. Затем все названные части измельчали и высушивали до постоянной сухой массы, снова взвешивали. Суммируя сухую массу частей растений, получали общее сухое вещество.

Площадь листьев и прилистников определяли при помощи программы «AreaS» и методики А. Н. Пермякова и др. (Permyakov et al., 2009). Для этого до сушки растений листья и прилистники сканировали в двухцветном режиме (черно-белый) на сканере HP F300 с сохранением изображения, которое затем обрабатывали в программе «AreaS», где определялась его площадь.

Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) рассчитывали по формуле:

$$Ф_{ч.пр} = (В_2 - В_1) \div \{[(Л_1 + Л_2) \div 2] \times Т\}, \text{ г/м}^2 \text{ в сутки}$$

где $Ф_{ч.пр}$ – чистая продуктивность фотосинтеза, обозначающая число граммов общей сухой массы, образуемой 1 м^2 площади листьев в среднем в течение дня за промежуток времени Т; $В_1$ и $В_2$ – вес сухой массы растений в начале и в конце учитываемого периода; $Л_1$ и $Л_2$ – площадь листового аппарата растений с той же площади посева в начале и в конце того же промежутка времени; $(Л_1+Л_2) \div 2$ – средняя площадь листьев.

Урожайность зеленого горошка (кг/м^2) как выход хозяйственно-ценной продукции с единицы площади учитывали путем взвешивания вылущенного зеленого горошка в фазу технической спелости.

Продуктивность единицы листового аппарата (кг/м^2 листьев), показывающую массу зеленого горошка, формируемую 1 м^2 листового аппарата, определяли как отношение массы хозяйственно-ценной части к площади листового аппарата в фазу технической спелости (Konyaev, 1978).

Хозяйственный коэффициент ($К_{хоз}$, %) вычисляли как отношение хозяйственно-ценной части к общей надземной биомассе растений, выраженное в процентах.

Распределение сухих веществ в надземной биомассе растений (%), демонстрирующее количество сухих веществ, приходящееся на каждый орган от общего их содержания в надземной части растений, определяли следующим образом. В фазу технической спелости учитывали общее содержание сухих веществ (надземной биомассы) и частное (осевые органы, листовой аппарат, лопатки, створки боба, зерно). Общее содержание сухих веществ принимали за 100%, а частный процент определяли по пропорции.

Математическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова (Dospehov, 1979) с помощью программы Microsoft Office Excel. Так же проводили анализ корреляционной взаимосвязи урожайности и части сухих веществ, приходящихся на зерно в фазу технической спелости.

В тексте морфотипы отмечены как «об. л.» – обычный тип листа и «ус. л.» – усатый тип листа.

Результаты и обсуждение

Погодные условия в годы исследований в течение вегетационного и межфазных периодов гороха складывались неодинаково.

В 2014 г. период от всходов до фазы «растение с 2–3-мя листьями» можно характеризовать как засушливый, гидротермический коэффициент (ГТК) был равен 0,4. Далее во время активного вегетативного роста и формирования генеративной части (2-3 листа-цветение) начали выпадать осадки и растения развивались в более благоприятных условиях (ГТК от 0,8 до 1,5). Налив бобов и наступление фазы технической спелости для большинства сортов также проходили при оптимальном уровне ГТК (1,2), что положительно отразилось на их урожайности. В целом вегетационный период растений гороха в 2014 г. проходил в условиях нормального соотношения суммы осадков к сумме активных температур выше 10°С.

2015 г. отличался неравномерным выпадением осадков. В период от всходов до фазы «растение с 2–3-мя листьями» ГТК составил 5,0 (при оптимальном значении 1,0–1,2). Но после 21 апреля почти 40 дней осадков практически не выпадало. То есть формирование генеративной части у большинства сортов пришлось на период засухи (ГТК от 0,1 до 0,2), что отрицательно сказалось на урожае и чистой продуктивности фотосинтеза.

31 мая выпало 45,5 мм осадков, в результате чего для большинства сортов налив бобов проходил в условиях переувлажнения (ГТК от 2,0 до 2,8). В целом, судя по ГТК (1,4–1,5), вегетационный период гороха в 2015 г. для раннеспелых сортов проходил в переувлажненных условиях, а среднеранних и среднеспелых – в нормальных.

Анализ данных за 2014 г. показал, что среди рано созревающих сортов значимо превзошли стандарт по урожайности зеленого горошка в фазу технической спелости сорта с обычным типом листа ‘Прима’ и ‘Винко’ (на 0,58 и 0,42 кг/м^2 соответственно). В группе среднеранних сортов урожайность существенно выше, чем у стандарта ‘Беркут’ имели сорта обычного морфотипа ‘Муцио’ (выше стандарта на 0,64 кг/м^2) и ‘Омега’ (на 0,62 кг/м^2). Все среднеспелые сорта по данному признаку существенно не отличались от стандарта ‘Адагумский’ (см. таблицу).

Таблица. Показатели урожайности, работы листового аппарата и хозяйственного коэффициента у сортов овощного гороха (Крымск, 2014, 2015 гг.)

Table. The yield, foliage surface work and household coefficient in the varieties of garden pea (Krymsk, 2014, 2015)

№ п/п	Название сорта, тип листа	Номер каталога ВИР Страна происхождения	Группа спелости	2014 год					2015 год				
				Урожайность зеленого горошка, кг/м^2	Площадь листового аппарата м^2/м^2 посевной площади	Продуктивность единицы листового аппарата, кг/м^2	ЧПФ, г/м^2 в сутки	$K_{хоз}$, %	Урожайность зеленого горошка, кг/м^2	Площадь листового аппарата м^2/м^2 посева	Продуктивность единицы листового аппарата, кг/м^2	ЧПФ, г/м^2 в сутки	$K_{хоз}$, %
1	Альфа (St-1), об. л.	к-7216 Россия	ранняя	1,07	6,16	0,17	6,68	17,8	0,92	4,65	0,20	4,55	24,9
2	Асана, об. л.	и-0148158 Нидер-ланды	»	1,38	2,52	0,55	13,92	33,3	0,42	3,23	0,13	5,40	18,3
3	Прима, об. л.	Россия	»	**1,65**	4,74	0,35	9,34	31,2	0,66	4,66	0,14	4,41	21,1

продолжение таблицы

4	Хезбана, ус. л.	и-0148159 Нидер-ланды	»	1,31	2,60	0,50	8,71	39,0	0,91	3,07	0,30	8,18	32,2
5	Стайл, ус. л.	и-0148163 США	»	1,19	4,96	0,24	8,54	24,3	0,77	3,48	0,22	5,92	26,8
6	Винко, об. л.	и-0148164 Нидер-анды	»	**1,49**	3,94	0,38	10,15	37,6	0,91	3,80	0,24	5,36	29,7
7	СВ 0987 ЮЦ, об. л.	Нидер-ланды	»	0,80	4,17	0,19	8,48	18,3	0,88	3,16	0,28	7,70	29,9
8	Беркут (St-2), об. л.	к-8856 Россия	средне-ранняя	1,17	7,31	0,16	6,61	17,9	0,98	3,47	0,28	5,76	29,6
9	Муцио, об. л.	и-0148166 Нидер-ланды	»	**1,81**	7,33	0,25	9,60	34,6	1,00	4,32	0,23	5,40	27,6
10	Ресал, об. л.	и-0148175 Нидер-ланды	»	1,54	6,00	0,26	7,79	31,7	0,75	3,46	0,22	5,26	24,9
11	Омега, об. л.	и-0148176 Турция	»	**1,79**	6,78	0,26	7,81	36,9	0,97	3,31	0,29	6,25	31,8
12	Донана, ус. л.	и-048177 Нидер-ланды	»	1,02	6,16	0,17	6,63	24,5	0,72	3,61	0,20	4,67	27,0
13	Бинго, ус. л.	и-0148178 Нидер-ланды	»	1,49	5,00	0,30	6,63	36,0	0,77	4,26	0,18	3,63	35,5
14	Адагумский (St-3), об. л.	к-7071 Россия	средне-спелая	1,03	6,86	0,15	6,29	19,3	0,78	5,14	0,15	3,80	21,9
15	Амбассадор, об. л.	и-0148179 Германия	»	0,80	3,65	0,22	6,76	27,3	0,86	3,93	0,22	5,34	26,7
16	Бутана, ус. л.	и-0148180 Нидер-ланды	»	0,98	5,35	0,18	5,56	31,9	0,75	3,25	0,23	5,72	31,6
	НСР $_{05}$*			0,38		0,06	1,33		0,20		0,08	0,99	

Условные обозначения: об. л. – обычный тип листа, ус. л. – усатый тип листа;
НСР $_{05}$* – при $F_ф > F_{05}$

В 2014 г. отмечено, что среди ранних и среднеспелых сортов максимальную площадь листового аппарата имели сорта-стандарты, а в группе среднеранних – ‘Муцио’ (об. л.).

В первый год изучения у всех сортов отмечен более высокий, чем у стандартов, уровень продуктивности единицы листового аппарата.

‘Асана’, ‘Прима’, ‘Винко’ с обычным типом листа и ‘Хезбана’, ‘Стайл’ с усатым значимо превысили стандарт Альфа по этому показателю на 0,38, 0,18, 0,21 и 0,33, 0,07 кг/м^2 соответственно (см. таблицу). В среднеранней группе сорта ‘Бинго’ (ус. л), ‘Ресал’ и ‘Омега’ (об. л.) сформировали больше зеленого горошка на 1 м^2 листового аппарата, чем стандарт, на 0,14, 0,10 и 0,10 кг соответственно. Продуктивность единицы листового аппарата сорта ‘Амбассадор’ (об. л.) среднеспелой группы достоверно превышала стандарт ‘Адагумский’.

По интенсивности формирования сухих веществ единицей листового аппарата в среднем за сутки в 2014 г. в раннеспелой группе все сорта более чем на 20% достоверно превышали стандарт, максимальный уровень ЧПФ отмечен у сортов ‘Асана’ (на 7,24 г/м^2 в сутки больше стандарта) и ‘Винко’ (на 3,47) с обычным типом листа. В среднеранней группе сорт ‘Муцио’ (об. л.) превышал ‘Беркут’ (St-2) по этому показателю на 2,99 г/м^2 в сутки. По ЧПФ все сорта среднеспелой группы были на одном уровне (см. таблицу).

В первый год изучения среди рано созревающих сортов у ‘Асаны’, ‘Примы’, ‘Винко’ с обычным типом листа и ‘Хезбаны’ (ус. л.) зеленый горошек составил более 30% от наземной биомассы. В среднеранней группе подобные показатели имели сорта ‘Муцио’, ‘Ресал’, ‘Омега’ (об. л.) и ‘Бинго’ (ус. л.), в группе среднеспелых – сорт ‘Бутана’ с усатым типом листа.

Изучение сортов овощного гороха по комплексу признаков в условиях 2014 г. показало, что раннеспелые сорта, обладая меньшей ассимиляционной поверхностью, имели урожайность на уровне сортов других групп спелости. Это можно объяснить высоким темпом накопления сухих веществ, более 30% надземной массы которых приходятся на зерно, также, как и у лучших сортов других групп (рис. 1). Этот показатель (процент сухих веществ, приходящихся на зерно в фазу технической спелости) достоверно и положительно коррелировал с урожайностью ($r = 0,7$).

Анализ данных за 2014 г. показал, что среди рано созревающих сортов более рационально использовали свой фотосинтетический потенциал ‘Прима’, ‘Винко’, ‘Асана’ с обычным типом листа и ‘Хезбана’ (ус. л.). В фазу технической спелости растения данных сортов имели высокие показатели продуктивности единицы листового аппарата и

выхода зеленого горошка от общей биомассы, а также накапливали большую часть продуцируемых веществ в зерне (см. рис. 1).

В среднеранней группе выделились сорта ‘Муцио’ и ‘Омега’(об.л.). Имея высокий процент выхода хозяйственно-ценной части, растения данных сортов характеризуются наиболее рациональным использованием ассимиляционной поверхности, о чем свидетельствует высокий уровень ЧПФ и характер распределения сухих веществ в надземной биомассе растений (см. рис. 1). Это повлияло на урожайность, по которой они значительно превзошли стандарт ‘Беркут’.

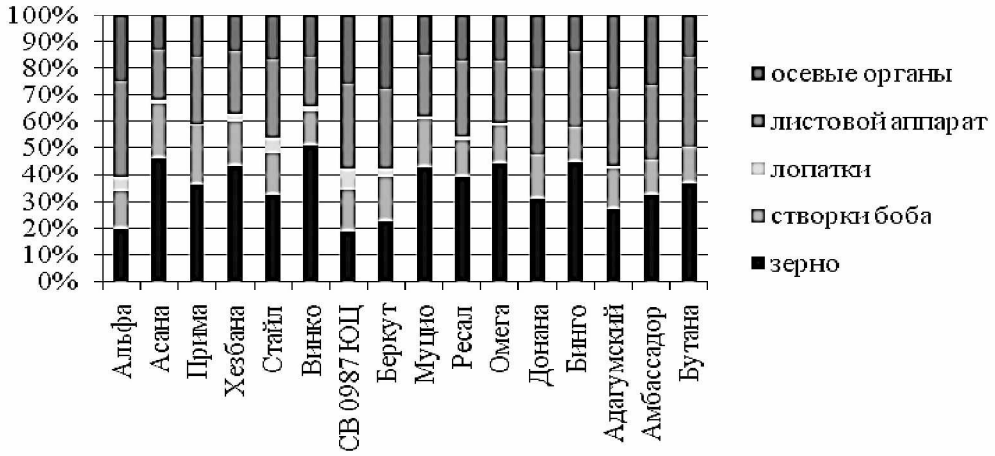

Рис. 1. Распределение сухих веществ в надземной части растений гороха овощного (фаза технической спелости), 2014 г.
Fig. 1. Distribution of dry matter in the above-groundplant parts of garden pea varieties (the phase of technical maturity), 2014.

В среднеспелой группе урожайность зеленого горошка у всех сортов была в пределах наименьшей существенной разницы к стандарту ‘Адагумский’. По остальным показателям они так же находились примерно на одном уровне.

По данным, полученным за 2015 г., характеризовавшийся неблагоприятными погодными условиями, ни один из изученных сортов всех групп спелости по урожайности зеленого горошка статистически значимо не превысил сорта-стандарты. В раннеспелой группе имели урожайность существенно ниже стандарта ‘Альфа’ сорта ‘Асана’ и ‘Прима’ с обычным типом листа. В среднеранней группе созревания ‘Ресал’ (об. л.), ‘Донана’ и ‘Бинго’ (ус. л.) уступали по данному показателю

‘Беркуту’ на 0,23, 0,26 и 0,21 кг/м^2 соответственно (см. таблицу). Урожайность зеленого горошка сортов среднеспелой группы существенно не отличалась от стандарта ‘Адагумский’. Это подтверждает хорошую адаптивность сортов-стандартов селекции филиала Крымская ОСС ВИР к условиям региона.

Наибольшая площадь листового аппарата среди раносозревающих сортов у ‘Примы’; среднеранних – у ‘Муцио’; среднеспелых – у ‘Адагумского’.

В 2015 г. из сортов ранней группы по продуктивности единицы листового аппарата статистически значимо превзошли стандарт ‘Альфа’ сорта ‘Хезбана’ (ус. л.) и СВ 0987 ЮЦ (об. л.) на 0,10 и 0,08 кг/м^2 соответственно (см. таблицу). Среднеранние образцы по данному показателю почти все уступали сорту ‘Беркут’, только у сорта ‘Омега’ (об. л.) продуктивность листового аппарата была на уровне стандарта. Сорта ‘Амбассадор’ (об. л.) и ‘Бутана’ (ус. л.) в сравнении со стандартом ‘Адагумский’ на 1 м^2 листовой поверхности формировали зеленого горошка больше (на 0,07 и 0,08 кг).

По чистой продуктивности фотосинтеза во второй год изучения в группе раннеспелых образцов выделились сорта ‘Хезбана’ (ус. л.) и СВ 0987 ЮЦ (об. л.), превышающие стандарт ‘Альфа’ на 3,63 и 3,15 г/м^2 в сутки. В среднеранней группе у сортов листочкового морфотипа накопление сухих веществ проходило на одном уровне, тогда как у ‘Донана’ и ‘Бинго’ (ус. л.) этот показатель был значимо ниже чем у стандарта (см. таблицу). У сортов ‘Амбассадор’ (об. л.) и ‘Бутана’ (ус. л.) накопление сухих веществ осуществлялось более активно, чем у стандарта ‘Адагумский’ на 1,54 и 1,92 г/м^2 в сутки соответственно.

В 2015 году максимальный выход зеленого горошка от надземной биомассы растений в раннеспелой группе у сорта ‘Хезбана’ (ус. л.); среднеранней – у сорта ‘Бинго’ (ус. л.); среднеспелой – у сорта ‘Бутана’ (ус. л.).

Как сказано выше, в 2015 г. периоды активного вегетативного роста, формирования генеративных органов и большая часть периода налива бобов у сортов гороха раннеспелой группы проходили в условиях засухи. Поэтому у сортов ‘Асана’, ‘Прима’ и ‘Стайл’ больший процент сухих веществ приходился на формирование вегетативных органов и менее 30% – на образование хозяйственно-ценной части (рис. 2). Как и в предыдущем году, доля сухих веществ, приходящихся на зеленый горошек, достоверно и положительно коррелировала с его урожайностью ($r = 0,6$). Вследствие этого по урожайности сорта ‘Асана’ и ‘Прима’ с обычным типом листа

значительно уступали стандарту, тогда как у ‘Стайла’ (ус. л.) этот показатель был в пределах наименьшей существенной разницы по отношению к стандарту ‘Альфа’. Такие сорта, как ‘Хезбана’, и СВ 0987 ЮЦ, оптимально используя свой фотосинтетический потенциал, к фазе технической спелости сформировали биомассу, высокий процент в которой составил зеленый горошек.

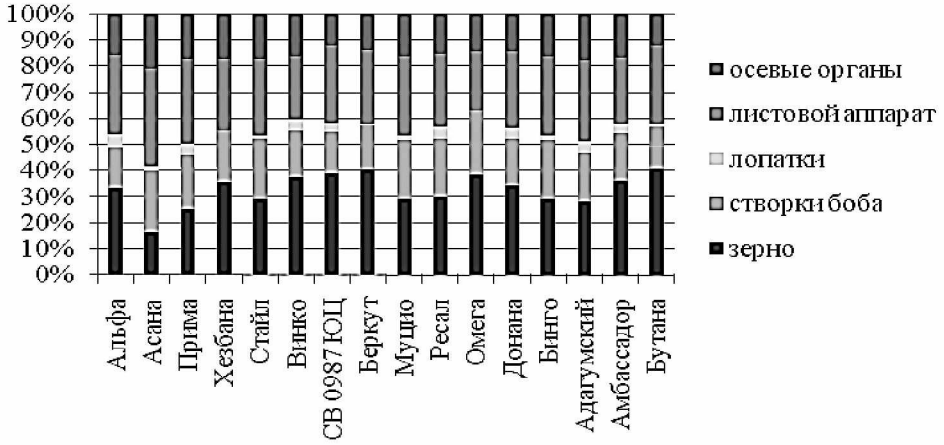

Рис. 2. Распределение сухих веществ в надземной части растений гороха овощного (фаза технической спелости), 2015 г.
Fig. 2. Distribution of dry matter in the above-groundplant parts of garden pea varieties (the phase of technical maturity), 2015.

В группе среднеранних сортов самые высокие показатели урожайности зеленого горошка, продуктивности единицы листового аппарата и ЧПФ отмечены у сортов ‘Беркут’ и ‘Омега’ (об. л.). У растений этих сортов к фазе технической спелости почти 40% сухих веществ от общего их содержания в надземной биомассе находятся в зеленом горошке (см. рис. 2).

По данным таблицы, в среднеспелой группе между сортами ‘Амбассадор’ (об. л.) и ‘Бутана’ (ус. л.) по урожайности, продуктивности единицы листового аппарата и чистой продуктивности фотосинтеза достоверных различий нет.

В целом, рассматривая результаты двухлетних исследований образцов овощного гороха видно, что такие сорта, как ‘Хезбана’, ‘Стайл’, ‘Бутана’ усатого морфотипа, по урожайности продуктивности единицы листовой поверхности и чистой продуктивности фотосинтеза статистически значимо не отличаются от стандартов.

Среди рано созревающих сортов в оба года изучения наиболее рациональное использование фотосинтетического потенциала отмечено у сорта ‘Хезбана’ (об. л.). Обладая высокими показателями продуктивности единицы листового аппарата и хозяйственного коэффициента, у растений этого сорта в фазу технической спелости более 30% продуцируемых веществ накапливалось в зерне, что позволяло иметь урожайность зеленого горошка на уровне стандарта ‘Альфа’.

Сорт ‘Стайл’ (об. л.) той же группы спелости по урожайности существенно не уступал стандарту, даже в 2015 г., когда большая часть его вегетации проходила в условиях засухи.

В среднеранней группе выделились сорта ‘Омега’ и ‘Муцио’ с обычным типом листа. В оба года изучения у растений данных сортов отмечено рациональное распределение сухих веществ в надземной части, что привело к повышению урожайности.

Выводы

В результате оценки сортов овощного гороха обычного и усатого морфотипов по урожайности зеленого горошка, продуктивности листовой поверхности и ЧПФ в условиях Краснодарского края выявлены сорта усатого морфотипа, не уступающие по комплексу изученных признаков сортам-стандартам обычного морфотипа.

В фазу технической спелости у наиболее урожайных сортов более 30% сухих веществ от общего их количества в надземной биомассе находится в зеленом горошке, независимо от типа листа.

Из 16 образцов овощного гороха, изученных в 2014–2015 гг., выделены сорт ‘Хезбана’ (и-0148158, Нидерланды) усатого морфотипа, ‘Омега’ (и-0148175, Турция) и ‘Муцио’ (и-0148166, Нидерланды) с обычным типом листа, как наиболее рационально использующие свой фотосинтетический потенциал. Обладая высокими показателями продуктивности единицы листового аппарата и хозяйственного коэффициента, растения этих сортов в фазу технической спелости большую часть продуцируемых веществ направляли на формирование зеленого горошка.

В условиях 2015 г., характеризовавшегося неблагоприятными погодными условиями, ни один сорт по урожайности зеленого горошка значительно не превысил стандарты ‘Альфа’ (к-7216), ‘Беркут’ (к-8856), ‘Адагумский’ (к-7071) селекции Крымской ОСС.

References/Литература

Amelin A. V. Physiological bases of selection of peas // Legumes and groat crops. 2012, no 1, pp. 46–53 [in Russian] (*Амелин А. В.* Физиологические основы селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 1. С. 46–53).

Besedin A. G., *Alikina O. V.* Comparative evaluation of green pea varieties for adaptivity to abioticstresses (Sravnitel'naya ocenka sortov ovoshhnogo goroxa po adaptivnosti k abioticheskim stressam) // Selekciya i semenovodstvo ovoshhnyx kul'tur – Vegetable Breeding and Seed Production, 2014, no 45, pp. 114–120 [in Russian] (*Беседин А. Г.*, *Аликина О. В.* Сравнительная оценка сортов овощного гороха по адаптивности к абиотическим стрессам // Селекция и семеноводство овощных культур. 2014. № 45. С. 114–120).

Besedin A. G., *Alikina O. V.* Yield of pea in Kuban // Potato and vegetables, 2014, no 10, pp. 18–19 [in Russian] (*Беседин А. Г.*, *Аликина О. В.* Урожайность гороха овощного на Кубани // Картофель и овощи. 2014. № 10. С. 18–19).

Bugrej I. V. Physiological and economic assessment of grain varieties of peas with and modified (moustached) leaf types. Avtoref. diss. … kand. s.-kh. nauk. Rassvet, 2003, 24 pp. [in Russian] (*Бугрей И.В.* Физиологическая и хозяйственная оценка зерновых сортов гороха с листочковым и видоизмененным (усатым) типами листа. Автореф. дисс. … канд. с.-х. наук. Рассвет, 2003. 24 с.).

Bugrej I. V., *Mnych S. V.* Microclimate and lightexposure in peas crops (Mikroklimat I osveshhyonnost' v posevah goroha) // Innovacii v texnologiyax vozdelyvaniya sel'skoxozyajstvennyx kul'tur: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 4 fevralya 2015 g. Pos. Persianovskij: Donskoj GAU, 2015, pp. 136–140 [in Russian] (*Бугрей И. В.*, *Мных С. В.* Микроклимат и освещенность в посевах гороха // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции, 4 февраля 2015 г. Пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2015. С. 136–140).

Churakov A. A., *Valiulina L. I.* The results and perspectives of tendrilmorphotype pea breeding in Krasnoyarsk region // Achievements of Science and Technology of AIC, 2014, no 6, pp. 24–26 [in Russian] (*Чураков А. А.*, *Валиулина Л. И.* Результаты и перспективы селекции гороха усатого морфотипа в Красноярском крае // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 6. С. 24–26).

Dospehov B. A. Technique of a field experiment (withbases of statistical processing of results of researches) (Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij)). Moscow: Kolos, 1979, 416 pp. [in Russian] (*Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.).

Garipova S. R., *Markova O. V.*, *Vaxitova R.K.*, *Garifullina D. V.*, *Karimov I. K.*, *Davletov F. A.* Comparison of morphometric parameters of symbiosis, productivity and resistance to root rot and moth of leafy and leafless morphotypes of pea varieties in Ural region // Bulletin of Bashkir University, 2015, vol. 20, no 2, pp. 460–466 [in Russian] (*Гарипова С. Р.*, *Маркова О. В.*, *Вахитова Р. К.*, *Гарифуллина Д. В.*, *Каримов И. К.*, *Давлетов Ф. А.* Сравнение морфометрических показателей симбиоза, продуктивности и устойчивости к корневым гнилям и плодожорке у усатых и листочковых сортов гороха в условиях Предуралья // Вестник Башкирского университета. 2015. Т. 20. №2. С. 460–466).

Kondy`kov I. V. Basic achievements and priorities of peas breeding // Legumes and groat crops, 2012, no 1, pp. 37–46 [in Russian] (*Кондыков В. И.* Основные достижения и приоритеты в селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. №1. С. 37–46).

Konyaev N. F. Scientific bases of high efficiency of vegetable plants (Nauchnye osnovy vysokoj produktivnosti ovoshhnyxrastenij). Part 1.Novosibirsk: NSXI, 1978, 99 p. [in Russian] (*Коняев Н. Ф.* Научные основы высокой продуктивности овощных растений. Часть 1. Новосибирск: изд-во НСХИ, 1978. 99 с.).

Nichiporovich A. A., *Strogonova L. E.*, *Chmora S. N.*, *Vlasova M. P.* Photosynthetic activity in grain crops (methods and tasksof the accountin connection withformation of acrop) (Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenij v posevax (metody i zadachi uchyota v svyazi s formirovaniem urozhaev). Moscow: Academy of Sciences USSR, 1961, 133 p. [in Russian] (*Ничипорович А. А.*, *Строгонова Л. Е.*, *Чмора С. Н.*, *Власова М. П.* Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учета в связи с формированием урожаев). М.: Издательство АН СССР, 1961. 133 с.).

Novikova N.E. Problems of drought resistance of plants in aspect of selection of peas // Legumes and groat crops, 2012, no 1, pp. 53–58 [in Russian] (*Новикова Н. Е.* Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 1. С. 53–58)

Novikova N. E., *Zotikov V. I.*, *Fenin D. M.* Mechanisms of antioxidant protection at adaptation of genotypes of peas (*Pisumsativum* L.) to adverse abiotic factors of the environment (Mexanizmy antioksidantnoj zashhity pri adaptacii genotipov goroxa (*Pisumsativum* L.) k neblagopriyatnym abioticheskim faktoram sredy) // Vestnik OrelGAU – Bulletin of the OryolSAU, 2011, no 2 (29), pp. 5–8 [in Russian] (*Новикова Н. Е.*, *Зотиков В. И.*, *Фенин Д. М.* Механизмы антиоксидантной защиты при адаптации генотипов гороха (*Pisumsativum* L.) к неблагоприятным абиотическим факторам среды // Вестник ОрелГАУ. 2011. № 2 (29). С. 5–8).

Permyakov A. N., *Dulov M. I.*, *Vasin V. G.*, *Tolpekin A. A.*, *Zuev E.V.* Technique of determination of the area of leaves by means of the program of definition of "AreaS" (Metodika opredeleniya ploshhadi list'ev s pomoshh'yu programmy opredeleniya «AreaS») FGBOU VPO Samarskaya GSXA-Official site Samara

State Agricultural Academy [digital resource] {http://old.ssaa.ru/} [in Russian](*Пермяков А. Н.*, *Дулов М. И.*, *Васин В. Г.*, *Толпекин А. А.*, *Зуев Е. В.* Методика определения площади листьев с помощью программы определения «AreaS» . Официальный сайт ФГБОУВПО Самарская ГСХА [электронный ресурс] {http://old.ssaa.ru/} (дата обращения 15 марта 2009 г.)

Samarin N. A., *Samarin S. N.* Morpho-physiological characteristic of vegetable pea plants as influenced by the leaf type // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding. 1990, vol. 135, pp. 45–51 [in Russian] (*Самарин Н. А.*, *Самарин С. Н.* Морфологическая характеристика растений гороха овощного использования в зависимости от типа листа // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1990. Т. 135. С. 45–51).

Yan'kov I. I., *Serdyuk V. P.*, *Proreshneeva R. K.*, *Proskuryakova G. I.* Initial material for breeding pea varieties of new morpho-biological types // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding. 1990, vol. 135, pp. 59–66 [in Russian] (*Яньков И. И.*, *Сердюк В. П.*, *Прорешнеева Р. К.*, *Проскурякова Г. И.* Исходный материал для селекции сортов гороха новых морфобиологических типов // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1990. Т. 135. С. 59–66).

УДК 57;581.1;581.5;615.9
DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-52-68

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В АПИКАЛЬНОЙ МЕРИСТЕМЕ КОРЕШКОВ ПРОРОСТКОВ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM VULGARE* L.), КОНТРАСТНЫХ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К СВИНЦУ

А. В. Дикарев, В. Г. Дикарев, Н. С. Дикарева
Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии,
249020, Россия, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км,
e-mail: ar.djuna@yandex.ru

Актуальность. Техногенное загрязнение стало значимым фактором дестабилизации природных и аграрных экологических систем. Одним из их опасных загрязнителей является свинец. При этом механизмы его воздействия на растительный организм и пути формирования устойчивости к нему не вполне ясны. **Материалы и методы**. Проростки четырех сортообразцов ярового двурядного ячменя (*Hordeum vulgare* L.), контрастных по устойчивости к свинцу, были подвергнуты цитогенетическому исследованию с целью выявить различия в уровнях митотических нарушений между устойчивыми и чувствительными к ТМ группами сортообразцов. **Результаты и заключение**. Обнаружено, что частоты цитогенетических нарушений в целом и частоты двойных мостов и отставаний хромосом у чувствительных к свинцу сортов были значимо выше, чем у устойчивых даже без наличия поллютанта в среде. Аналогичная закономерность отмечалась для интегральных показателей, характеризующих пролиферативную активность клеток апикальной меристемы – ЧАК, ЧААК, ЧАДК. При этом наиболее существенные различия отмечены для ЧАДК. Сравнение частот встречаемости отдельных фаз митоза не выявило различий между группами сортов. Таким образом, показано, что формирование ответа на действие ТМ предопределяется генетическими характеристиками сортообразцов.

Ключевые слова: проростки, цитогенетические эффекты, апикальная меристема, цитогенетический анализ, контрастные сорта.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF CYTOGENETIC ABNORMALIES IN THE ROOT APICAL MERISTEM OF SPRING BARLEY (*HORDEUM VULGARE* L.) CULTIVAE SEEDLINGS, CONTRASTING IN THEIR LEAD TOLERANCE

A. V. Dikarev, V. G. Dikarev, N. S. Dikareva
All-Russian Scientific Research Institute of Radiology and Agroecology,
Kievskoye Shosse, 109 km, Obninsk, Russia, 249020
e-mail: ar.djuna@yandex.ru

DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-52-68

Background. Industrial pollution has become a significant factor of natural and agricultural ecosystems' destabilization. Lead is one of the most dangerous pollutants. However, mechanisms of lead influence on plant organism and paths of lead tolerance formation are not completely clear. In this case investigation of causes of lead reaction formation in some agriculture species and cultivars can be useful for plant science. **Materials and methods**. Seedlings of 4 lead contrasting spring barley variants (*Hordeum vulgare* L.) were exposed to cytogenetical analysis for discovering differences in mitotic disturbances between HM tolerant and sensitive ones. **Results and conclusion**. Frequencies of mitotic disturbances at all, dual bridges and chromosome laggings in part were significantly higher in lead sensitive variants than tolerant ones even without real action of the pollutant. Similar regularity was found for integral indexes, that is characterizing proliferate activity of apical meristem cells – FAC, FAAC, FADC. Comparison of separate mitotic phase frequencies didn't discover differences between contrasting variants. Thus, predetermination of plants lead influence reactions by its genetical characteristics was proven.

Key words: seedlings, cytogenetical effects, apical meristem, cythogenetic analysis, contrasting variants.

Введение

Техногенное загрязнение стало значимым фактором дестабилизации природных и аграрных экологических систем. Ареалы техногенных выбросов вокруг промышленных предприятий охватывают площадь 18 млн. га, что составляет 1% общей площади Российской Федерации. Например, с выхлопными газами в атмосферу, а затем в почву поступает более 250 тыс. т свинца в год (Nikolaykin et al., 2004). Кроме того, по данным американских исследователей (Eihler, 1993), источниками загрязнения свинцом являются также продукты сжигания твердых отходов (13%), индустрия (11%) и сжигание угля и нефти (3,8%), которые ежегодно рассеивают над континентами около 100 тыс. т свинца. Городская пыль содержит около 1% свинца, в дожде и снеге его до 300 мг/дм^3. Ежегодно житель города поглощает около $4{,}5\times10^{-7}$ г свинца. Содержание свинца в крови современного человека в 100 раз превышает его содержание в крови первобытного человека (Nikolaykin et al., 2004). Одним из важных путей поступления тяжелых металлов (ТМ) в организм человека является

употребление в пищу продуктов питания, произведенных на загрязненных сельхозугодьях.

В нашей предшествующей статье (Dikarev et al., 2014a) была проведена работа по определению критической концентрации свинца, вызывающей существенное угнетение ростовых процессов ярового двурядного ячменя − одной из важнейших зерновых культур. С использованием найденной концентрации были проведены испытания 100 сортов этой культуры урожаев трех лет. Целью работы был выбор комплекса показателей, пригодного для дифференциации указанных сортов по степени их толерантности к воздействию свинца. На основе разработанного критерия было выделено 12 контрастных по реакции на воздействие свинца сортов – по 6 устойчивых и чувствительных.

Полученные данные о достоверной дифференциации изученных сортов по устойчивости к свинцу по морфометрическим и цитогенетическим показателям послужили основой для рабочей гипотезы о возможности прогнозирования устойчивости ячменя по цитогенетическим параметрам апикальных меристем корней проростков без обработки ТМ. Основанием для такой гипотезы явились данные о сильном влиянии солей свинца на цитогенетические параметры меристематических клеток апикальных меристем корней проростков и их связи с уровнем эффектов по их морфометрическим параметрам: длине корешков и ростков, числу всхожих семян и сильных проростков. В связи с этим было логично предположить, что формирование устойчивости на организменном уровне тесно связано с процессами пролиферации клеток меристем, дающих начало всему многообразию различных типов специализированных клеток и тканей, формирующих организм растений и определяющие его основные свойства, в том числе устойчивость к неблагоприятным воздействиям.

В рамках дальнейшего развития исследования было интересно изучить особенности контрастных сортов на интактных образцах. Цитогенетический анализ, использованный в этой работе, имеет ряд преимуществ перед примененным нами ранее методом выявления контрастных по устойчивости сортов с помощью морфологических параметров. Он не требует таких временных и материальных затрат, не столь трудоемок. И выводы об устойчивости можно делать даже без использования ТМ, поскольку, как предполагается, токсическая устойчивость определяется генетическими причинами, и, следовательно, может быть выявлена на интактных образцах.

Основой для таких предположений может быть принята гипотеза о том, что выживаемость растений в условиях стресса на первых этапах онтогенеза в значительной степени связана (Grodzinskii, 1983) с сохранением функциональной активности меристематических тканей на цитогенетическом уровне. Для проверки этой гипотезы был проведен эксперимент с интактными растениями ячменя, контрастными по устойчивости к свинцу, в апикальных меристемах прорастающих семян которых было проведено исследование ряда цитогенетических параметров. Конечной целью настоящей работы являлось выяснение возможности отбора сортообразцов ярового двурядного ячменя по устойчивости к свинцу для исследования его генетического полиморфизма по признакам устойчивости без проведения токсикологических исследований и дальнейшего использования их в селекционной работе.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования были взяты четыре образца ярового двурядного ячменя (*Hordeum vulgare* L.), контрастные по устойчивости к действию Pb^{2+}, по два устойчивых и чувствительных. Отбор контрастных образцов был выполнен в нашем предыдущем исследовании (Dikarev et al., 2014a) на основе анализа морфологических показателей 100 образцов ячменя урожая 2009 г. Этот выбор был подтвержден в ходе дополнительного исследования семян этих наиболее показательных в плане реакций на действие свинца сортов урожаев 2008 и 2010 гг. При отборе контрастных сортов руководствовались значением коэффициента депрессии (DC):

$$DC = \frac{MV_c - MV_d}{MV_c} * 100\%,$$

где MV_c – значение показателя в контрольном варианте, MV_d – значение показателя при концентрации свинца 1,5 мг/мл. Величину DC рассчитывали для длины ростков, длины корешков, процента сильных и всхожих проростков. Затем все четыре величины суммировали. Если сумма оказывалась меньше 50, сорт признавали устойчивым, если больше 100 – чувствительным. Аналогичный показатель использовался при выделении контрастных по устойчивости к действию ионизирующего излучения сортов пшеницы (Korneev et al., 1985) и при исследовании устойчивости проростков льна разных линий к действию ТМ (Soudek et al., 2010).

На основе полученных данных для исследования пролиферативной активности были взяты по два наиболее показательных сорта: ‘Заря’, ‘Тео’, оказавшиеся по приведенному критерию устойчивыми к ТМ, и ‘NSGL 1’, ‘Заветный’, признанные чувствительными. Для выполнения цитогенетического анализа семена ячменя проращивали в инкубаторе Sanyo MIR-253 (Япония) с использованием рулонного метода при температуре 24°С (Gost…, 1991). Корни полученных проростков длиной около 10 мм фиксировали в модифицированном фиксаторе Карнуа (смесь 96% этанола и ледяной уксусной кислоты в соотношении 3:1). Временные давленые препараты апикальной меристемы корней проростков, окрашивали ацетоорсеином. Препараты анализировали с использованием микроскопа Nikon Eclipse E200 (Япония) при увеличении 40×10. Достоверность полученных результатов обеспечивали путем расчета оптимального объема выборки, дисперсии, стандартной ошибки и отклонения, а также доверительного интервала. Определяли частоту следующих цитогенетических аномалий: мостов, фрагментов, отставаний хромосом и мультиполярных митозов.

Результаты и обсуждение

Общие результаты цитогенетического анализа представлены в таблице. Обращает на себя внимание подавляющее преобладание среди проанализированных делящихся клеток корневых меристем так называемых геномных нарушений – отставаний хромосом. Эти нарушения связаны с повреждением веретена деления, в результате чего нарушается движение хромосом к полюсам дочерних клеток. Конечный итог этого явления – возникновение анеуплоидных клеток и клеток с микроядрами. Нарушений, затрагивающих структуру хромосом (мостов и фрагментов) гораздо меньше. Следует отметить, что одинарные фрагменты в настоящем исследовании вообще не встречались, поэтому они были исключены из дальнейшего рассмотрения, хотя в анализе и учитывались. Аналогичное явление мы наблюдали в клетках меристем корня при действии свинца, которое можно объяснить непосредственным воздействием ионов свинца на элементы структуры веретена деления, например, связыванием его с фосфатными группами белков-ферментов, участвующих в обеспечении движения хромосом к полюсам. Однако в данном исследовании мы наблюдаем образование этих нарушений в интактных клетках и такое объяснение наблюдаемого феномена здесь не подходит.

На рисунке 1 представлены данные о частоте отдельных типов нарушений в спектре, выраженные в долях единицы от всего числа просмотренных делений, которые более точно характеризуют соотношение этих типов с учетом количества последних.

Обращают на себя внимание выраженные достоверные различия между устойчивыми и чувствительными сортами по частоте суммы всех типов нарушений и отставаний. Последние практически и определяют обнаруженную закономерность, так как являются самыми массовыми цитогенетическими аномалиями, наблюдаемыми в данном исследовании. Особенно контрастно выглядят различия между устойчивыми и чувствительными сортами по параметру, представляющему отношения суммы всех типов нарушений к числу всех просмотренных делящихся клеток.

Таблица. Результаты цитогенетического анализа клеток апикальных меристем корня проростков контрастных по устойчивости сортов ячменя
Table. Results of cytogenetical analysis of the root apical meristem cells in seedlings of barley varieties contrasting by their lead resistance

Сорт Variety	ВК NC	АК AC	Число нарушений разных типов Number of different disturbance types					
			l	m'	m''	f'	f''	Всего All
Заря Zarya	6774	46	32	2	9	0	6	49
Тео Teo	8355	50	31	9	7	0	6	53
NSGL 1 NSGL 1	4730	49	37	7	19	0	10	73
Заветный Zavetniy	4960	55	51	5	14	0	6	76

Примечание. В таблице обозначены типы нарушений: l – отставание, m' – мост одинарный, m'' – мост двойной, f' – фрагмент одинарный, f'' – фрагмент двойной. Сокращения: ВК – общее число делящихся клеток; АК – число клеток с цитогенетическими нарушениями. NC – number of all cells, AC – aberrant cells.

По результатам цитогенетического анализа частоты цитогенетических нарушений у чувствительных сортов достоверно превосходят таковую у устойчивых (см. рис. 1). Причем наиболее распространенными аберрациями оказались отставания и двойные мосты.

Следует отметить, что здесь почти не отмечалось наличия многополюсных митозов. В нашей предыдущей работе, где исследовалось влияние разных доз Pb^{2+} на проростки ячменя, эта аберрация встречалась часто. Вероятно, это можно считать подтверждением того, что свинец вызывает повреждение веретена деления. Поэтому при отсутствии ТМ митотических аномалий такого типа встречается очень мало. По этой причине они не указаны на рисунке 1. Из этого можно сделать вывод, что причиной дифференциации сортов по устойчивости к техногенным токсикантам являются в определенной степени различия в стабильности их хромосомного аппарата. Таким образом, если сорт отличается высокой устойчивостью к ТМ, то выход цитогенетических аномалий невысок, и организм легче переносит негативные воздействия внешней среды. Повышенный уровень цитогенетических нарушений, напротив, приводит к ослаблению организма, что и делает его более подверженным действию негативных факторов среды и такой сорт оказывается более чувствительным к действию свинца.

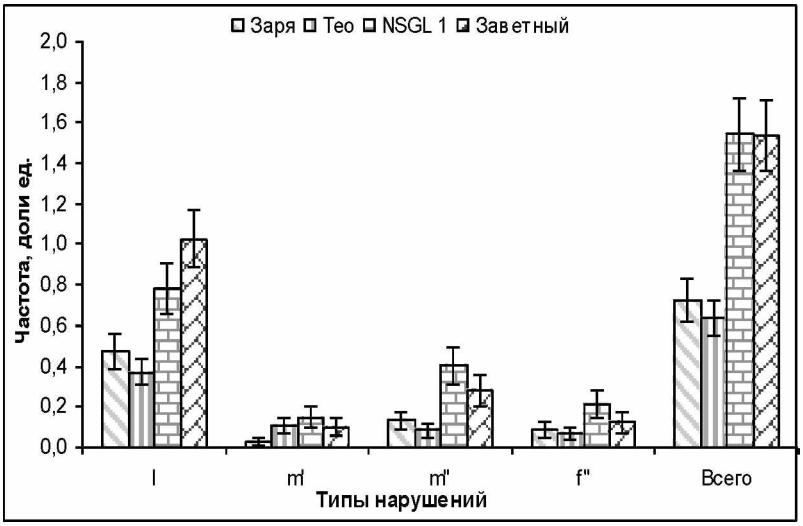

Рис. 1. Спектр цитогенетических нарушений у устойчивых и чувствительных сортов ячменя
Fig. 1. Specter of cytogenetical breaches in tolerant and sensitive barley varieties

Типы нарушений: l – отставание, m' – одинарный мост, m'' – двойной мост, f' – одинарный фрагмент, f'' – двойной фрагмент

Кроме исследования спектра отдельных нарушений был проведен анализ различных соотношений частоты цитогенетических аномалий в

аберрантных клетках и в целом в делящихся клетках для пар устойчивых и контрастных сортов. Для этого были введены следующие интегральные показатели: частота аберрантных клеток (ЧАК), представляющая собой долю аберрантных клеток в процентах от общего количества делящихся клеток; частота аберраций на делящуюся клетку (ЧАДК) – частота (число) всех типов аберраций, приходящихся на делящуюся клетку; частота аберраций на аберрантную клетку (ЧААК) – частота (число) всех типов аберраций, приходящихся на клетку с аберрациями. Данные показатели были введены для изучения тонких цитогенетических особенностей контрастных сортов, которые могли бы быть использованы для объяснения их различий по устойчивости к действию ТМ. Результаты анализа этих показателей представлены на рисунке 2.

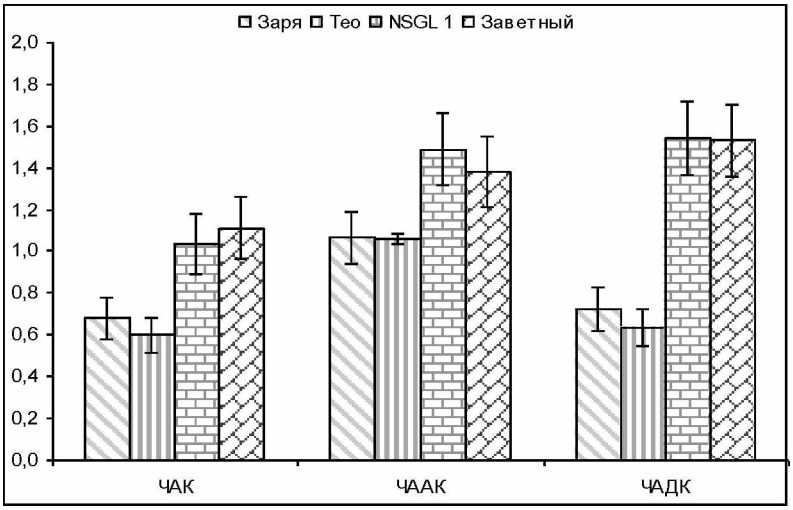

Рис. 2. Различные параметры цитогенетических нарушений в апикальной меристеме корешков проростков контрастных по устойчивости сортов ячменя (объяснения сокращений приведены в тексте)
Fig. 2. Different parameters of cytogenetic disturbances in seedlings' apical meristem of barley varieties contrasting in their lead resistance (abbreviations are explained in text)

Частота аберрантных клеток, наиболее часто используемый показатель в цитогенетическом анализе, в группе чувствительных сортов оказалась достоверно выше, чем у устойчивых сортов. Такие же закономерности наблюдались в группах чувствительных и устойчивых сортов и по двум другим показателям – ЧАДК и ЧААК. Обращает на себя внимание также факт очень близких значений этого показателя в каждой

из групп. Это явление, вероятно, свидетельствует о существовании некоторых общих фундаментальных механизмов, обеспечивающих формирование различий в чувствительности сортов к действию свинца на клеточном уровне и определяющих развитие наблюдаемых особенностей цитогенетических параметров меристематических клеток. Наиболее выраженные различия между группами чувствительных и устойчивых сортов характерны для показателя ЧАДК. Введение этого показателя оказалось весьма продуктивным для разделения сортов на устойчивые и чувствительные (см. рис. 2), хотя интерпретация полученного результата достаточно затруднительна. Возможно, этот феномен объясняется тем, что для проявления устойчивости или чувствительности решающее значение имеет массовость поражения клеток меристем, а не тяжесть поражения ограниченного числа клеток. Следует также учитывать, что самыми массовыми аномалиями являются отставания хромосом, индуцируемые повреждениями веретена деления. Однако частота отставаний не дает столь четкой картины различий между группами сортов по устойчивости, как это происходит в случае использования для анализа суммы всех нарушений. ЧААК часто называют нагруженностью клеток аберрациями (Geras'kin et al., 2005) и в цитогенетике радиационного воздействия используют обычно для оценки эффективности действия различных видов излучения. Биологический смысл этого показателя в случае химического воздействия установить гораздо сложнее по причине наличия существенных различий в механизмах действия химических токсикантов и ионизирующего излучения.

Основываясь на полученных данных, можно сказать, что по всем трем введенным показателям пара чувствительных сортов существенно превосходит устойчивые. Причем наиболее заметна указанная разница по частоте аберраций на делящуюся клетку (ЧАДК). Учитывая эти закономерности, можно сказать, что для чувствительных сортов характерна более высокая частота цитогенетических аномалий, что свидетельствует о большей уязвимости митотического аппарата клеток этих сортов. Можно полагать, что клеточные системы, ответственные за процесс репликации ДНК у чувствительных сортов справляются со своими задачами хуже, чем у устойчивых сортов. Возникновение подобных эффектов может объясняться генетической нестабильностью наследственного аппарата чувствительных сортов. Известно, что такая нестабильность имеет тенденцию возникать у потомков тех индивидов, которые подвергались действию мутагенов разной природы, что и проявляется в повышенной склонности к выходу генетических нарушений (Dubrova, 2010). Помимо подсчета частоты цитогенетических нарушений было проведено сравнение частоты разных фаз митоза и значений

митотического индекса для исследуемых групп сортов. Однако заметных различий между сортами по этим параметрам выявить не удалось (рис. 3).

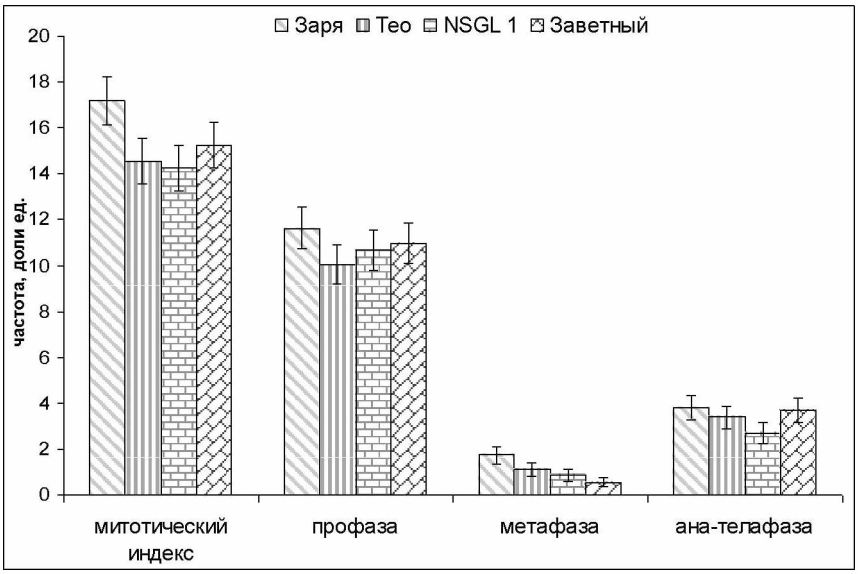

Рис. 3. Митотический индекс и частота фаз митоза в апикальной меристеме ячменя
Fig. 3. Mitotic index and frequencies of mitotic phases in barley's apical meristem

Как известно благодаря работам целого ряда исследователей на разнообразных тест-объектах, ионы тяжелых металлов способны оказывать на живые организмы мутагенное и даже канцерогенное действие (Atabekova, Oustinova, 1971; Pausheva, 1974; Wierzbicka, 1988a, b; Dikarev et al., 2014b). Одним из значимых механизмов стрессового воздействия ТМ на клетку является стимуляция повышенной выработки активных форм кислорода (АФК) (Seregin, Ivanov, 2001; Polesskaya, 2007). Как следствие, повышенные концентрации АФК вызывают в клетке многообразные повреждения во всех процессах ее функционирования в нативной структуре ферментов, что и приводит в конечном счете к возникновению разного рода нарушений в клетке. Помимо того, ионы ТМ сами могут оказывать токсическое действие на метаболизм клетки, например, за счет отравления активных центров ферментов или искажения конформаций молекул и, соответственно, снижения их активности. Это приводит к нарушению процессов фотосинтеза, дыхания, энергетических и регуляторных процессов (Gural'chuk, 1994; Fenik et al., 1995). Отдельные

ТМ способны взаимодействовать с ДНК, изменяя ее структуру. Так, ион Pb^{2+} имеет валентный полностью заполненный 5d подуровень, что открывает ему возможности для образования донорно-акцепторной связи с вакантными орбиталями фосфорных остатков нуклеиновых кислот, а также амино- и карбоксильными группами (Richmayr-Lais, Kurchgessner, 1984). Возможно связывание свинца и с сульфогруппами аминокислот, тогда оно способно разрывать дисульфидные мостики, удерживающие вторичную структуру белков, и переводить их в денатурированное состояние. Подобные процессы могут приводить к образованию сшивок ДНК и белка и к разрыву нитей нуклеиновых кислот. В результате возникают нарушения процессов транскрипции, трансляции и репликации, и других процессов. Кроме того, в механизмах клеточного деления важную роль играют процессы фосфорилирования белков, участвующих в функционировании митотического веретена, которые также могут нарушаться при связывании фосфатных групп с ионами свинца.

Чтобы обеспечить максимально возможный уровень эффективности обнаружения мутагенности ТМ, важно правильно определить объект, методику исследования и генетической тест-системы. Например, подобные явления с трудом выявляются в работах с микроорганизмами. В случае если используются растения или животные, данные могут быть противоречивы. Например, в работах (Reutova, Shevchenko, 1991, 1992; Reutova, 1993), выполненных на сое, скерде и традесканции, при всех исследованных концентрациях Pb^{2+}, в отличие от приведенных в настоящей работе данных, не обнаружено роста частоты цитогенетических нарушений. Однако полученные нами данные вполне согласуются с представленными в работах на скерде (Ruposhev, 1976) и (Dineva et al., 1993) на арабидопсисе. В этих источниках отмечались достоверные статистические различия в частотах цитогенетических нарушений между контрольными и опытными вариантами.

Помимо указанного, высказывалось мнение (Hartwig et al., 1990), что ТМ и, в частности, свинец, могут воздействовать на системы репарации клетки. Считается, что осуществляющие данные процессы нуклеазы связываются с ДНК электростатическим образом (Dodson, Lloyd, 1989). Особенности работы этого механизма зависят от ионной силы цитоплазмы: в случае, если активность ионов низка, то электростатически связанные с ДНК ферменты относительно быстро диффундируют к нужному месту за счет линейной диффузии (процессивный механизм). Если же активность увеличивается, то Ван-дер-Ваальсовы силы уменьшаются, и молекула энзима мигрирует к поврежденному участку уже из объема (распределительный механизм), в итоге кинетика процесса нарушается. Таким образом, реализация процесса репарации находится в зависимости

от активности катионов во внутриклеточном соке, в том числе и тяжелых металлов. Та же работа сообщает, что здесь значимым является именно ионная сила частицы и связанная с ней осмомолярность среды. При высокой концентрации ионов усиливается ориентационное взаимодействие ДНК и белков (особенно гистона H1), что затрудняет протекание первого из рассмотренных механизмов, хотя если нуклеиновая кислота свободна от белка, то линейная диффузия вдоль нее должна протекать легко. При высокой ионной силе раствора такой же эффект должен достигаться за счет конденсации хроматина при повышенной активности ионов (это явление известно как «высаливание белков»). Сбалансированности данного процесса и оптимальной работы механизмов репарации удается достичь лишь при значениях ионной силы, близких к естественным. Из всего сказанного можно сделать вывод, что тяжелые металлы, способные воздействовать на процесс репарации описанным образом, следует отнести к группе веществ, называемых «псевдомутагенами», то есть такими, которые сами непосредственно не производят модификации нуклеиновых кислот, но за счет ухудшения эффективности репарации косвенно способствуют повышению выхода генетических нарушений (Gaziev et al., 1987; Luchnik et al., 1993). За счет этого свинец, как и другие ДНК-тропные агенты, может вызывать возникновение синергических эффектов. Вероятно, у чувствительных к действию ТМ сортов ячменя эти процессы происходят более активно, что и объясняет их повышенную реакцию на стрессор. С другой стороны, эти сорта могут более активно поглощать ионы ТМ (Baker, 1987), так что в цитоплазме их оказывается больше, ввиду чего процессы репарации повреждений у них тормозятся сильнее. Еще одной причиной, которая может вызвать дифференциацию сортов по устойчивости, возможно, является различная устойчивость самих ферментов, ответственных за репарацию повреждений.

Еще одной существенной особенностью тяжелых металлов является их специфика взаимодействия с мишенью и пути их поступления к ней. Ионизирующее излучение, достигнув клетки, может быть ослаблено окружающими тканями, однако сохраняет изначальные свойства. Оно не изменяется в процессе взаимодействия с организмом. В то же время тяжелые металлы, как и другие химические реагенты, не являются биологически инертными. Они, попав в организм, вовлекаются в сложные пути метаболизма. В процессе этого происходит их непредсказуемое изменение. В итоге возможно образование соединений, которые могут быть нетоксичными (например, ионы ТМ окажутся прочно связанными в практически нерастворимом соединении), а могут, наоборот, образовать более токсичные продукты (металлорганические или другие соединения).

Усложняет ситуацию еще и то, что многие ТМ являются биологически важными микроэлементами, необходимыми для нормального протекания тех или иных жизненных процессов. Ввиду этого они могут энергично поглощаться живым существом, однако в избыточных концентрациях вместо стимуляции жизнедеятельности будут ее угнетать. Ряд ТМ по этой причине не встречают барьеров на пути своего поступления в растения и способны накапливаться в больших количествах в тканях, образуя кристаллические включения. Хотя свинец не считается микроэлементом, подобные образования наблюдались в нашем исследовании (Dikarev et al., 2014a) и работах других авторов (Wierzbicka, 1987a, b; Antosiewicz, Wierzbicka, 1999; Kopittke, 2007). Однако возникновение таких соединений также может являться итогом стремления растительной клетки исключить опасные ионы из метаболизма путем перевода их в нерастворимое состояние, как это происходит у многих растений с избыточными количествами других катионов, например, кальция.

Заключение

По результатам исследования митотической активности и спектра цитогенетических нарушений, наблюдаемых в клетках апикальной меристемы корешков проростков сортов ярового ячменя, контрастных по устойчивости к свинцу, удалось обнаружить следующие эффекты. Показано, что для устойчивых сортов характерна более низкая частота хромосомных аберраций в клетках апикальной меристемы корня, чем у чувствительных. Наиболее распространенным типом нарушений являются отставания, на их примере ярче всего проявляются различия между контрастными сортами. Вероятно, это связано с меньшей устойчивостью аппарата веретена деления у чувствительных сортов. Второй по распространенности аберрацией оказались двойные мосты, по которым также отмечена заметная разница между парами контрастных сортов. Возможно, это также связано с особенностями функционирования веретена деления. По частотам наблюдавшихся также одинарных мостов и двойных фрагментов значимых отличий выявить не удалось. Подобные нарушения связаны с разрывами ДНК, вызываемыми действием ионизирующего излучения. В данном случае клетки не подвергались влиянию подобных агентов, и по этой причине, видимо, различий в данном случае выявить не удалось. Таким образом, можно сделать вывод, что чувствительные к действию свинца сорта ячменя показывают больший выход цитогенетических аномалий, чем устойчивые. При этом отмечаемые нарушения главным образом связаны со сбоями в работе аппарата веретена деления. Помимо того, исследованы интегральные цитогенетические

показатели для групп контрастных сортов (ЧАК, ЧАДК, ЧААК). По всем 3-м показателям чувствительные сорта превосходили устойчивые, при этом наиболее ярко различия проявлялись по ЧАДК. Это свидетельствует о большей уязвимости хромосомного аппарата чувствительных сортов, вызванного, возможно, его наследственной нестабильностью. ЧАДК в данном случае оказывается наиболее информативным показателем, хотя его интерпретация может оказаться несколько затруднительной. Возможно, различия наиболее заметны при сопоставлении частоты аберраций с общей массой делящихся клеток, чем с когортой тех из них, что уже несут те или иные нарушения. При сопоставлении частот разных фаз митоза и митотического индекса для групп контрастных сортов значимых различий выявить не удалось. Таким образом, можно утверждать, что формирование внутривидового полиморфизма ячменя по устойчивости к свинцу на организменном уровне в известной степени определяется цитогенетическими особенностями растительного организма. Это дало бы возможность с помощью скрининга коллекции сортообразцов с использованием цитогенетических параметров апикальных меристем корешков проростков выявить среди них контрастные по устойчивости на интактном материале. Естественно, что для серьезных выводов о надежности предлагаемого подхода к отбору сортообразцов по устойчивости к свинцу необходимы дальнейшие исследования на более представительном материале, однако полученные результаты вселяют надежду на определенную вероятность успеха данного направления.

References/Литература

Antosiewicz D., *Wierzbicka M.*, Localization of lead in *Allium cepa* L. cells by electron microscopy // Journal of Microscopy, 1999, vol. 195, pp. 139–146.

Atabekova A. I., *Oustinova E. I.* Cytology of plants (Citologiya rastenii). 1971, 256 p. [in Russian] (*Атабекова А. И.*, *Устинова Е. И.* Цитология растений. 1971. 256 с.).

Baker A. J. M. Metal tolerance. New phytologist, 1987, vol. 106, pp. 93–111.

Dikarev A. V., *Dikarev V. G.*, *Dikareva N. S.* Effect of lead nitrate on the morphological and cytogenetic parameters of spring two-row barley (*Hordeum vulgare* L.) // Agrohimiya – Agrochemistry, 2014a, no 7, pp. 59–66 [in Russian] (*Дикарев А. В.*, *Дикарев В. Г.*, *Дикарева Н. С.* Влияние нитрата свинца на морфологические и цитогенетические показатели растений ярового двурядного ячменя (*Hordeum vulgare* L.) // Агрохимия. 2014а. № 7. С. 59–66).

Dikarev A. V., *Dikarev V. G.*, *Dikareva N. S.*, *Geras'kin S. A.* Analysis of spring barley intraspecific polymorphism in connection with tolerance to lead //

Sel'skohozyaistvennaya biologiya – Agricultural biology, 2014b, no 5, pp. 78–87 [in Russian] (*Дикарев А. В.*, *Дикарев В. Г.*, *Дикарева Н. С.*, *Гераськин С. А.* Анализ внутривидового полиморфизма ярового ячменя по устойчивости к действию свинца // Сельскохозяйственная биология. 2014б. № 5. С. 78–87).

Dineva S. B., *Abramov V I.*, *Shevchenko V. A.* Genetic consequences of lead nitrate influence at seeds of chronic irradiated *Arabidopsis thaliana* populations (Geneticheskie posledstviya deistviya nitrata svinca na semena hronicheski obluchaemyh populyacii *Arabidopsis thaliana*) // Genetika – Genetics, 1993, vol. 29, no 11, pp. 1914–1919 [in Russian] (*Динева С. Б.*, *Абрамов В. И.*, *Шевченко В. А.* Генетические последствия действия нитрата свинца на семена хронически облучаемых популяций *Arabidopsis thaliana* // Генетика. 1993. Т. 29. № 11. С. 1914–1919).

Dodson M. L., *Lloyd R. S.* Structure-function studies of the T4 endonuclease V repair enzyme. Mutation Research, 1989, vol. 218, pp. 49–65.

Dubrova Yu. E. Like father like son: transgenerational genomic instability in mammals. Materials of 3rd International conference, dedicated to N. W. Timofeeff-Resovsky «Modern problems of genetics, radioecology and evolution», Alushta, Crimea, 9–14 october 2010: Abstr., Papers by young scientists. Dubna, 2010, p. 234.

Eihler V. Poisons in our food (Yady v nashei pische). Moscow, 1993, 189 p. [in Russian] (*Эйхлер В.* Яды в нашей пище. М., 1993. 189 с.).

Fenik S. I., *Trofimyak T. B.*, *Blyum Ya. B.* Mechanisms of forming resistance of plants to heavy metals // Uspehi sovremennoi biologii – Successes of modern biology, 1995, vol. 115, no 3, pp. 261–276 [in Russian] (*Феник С. И.*, *Трофимяк Т. Б.*, *Блюм Я. Б.* Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам // Успехи современной биологии. 1995. Т. 115. Вып. 3. С. 261–276) .

Gaziev A. I., *Zhestyanikov V. D.*, *Konoplyanikov A. G.* Discovering and investigation of cell repair appearance and its genetic structure after ionizing radiation induced breaches (Otkrytie i izuchenie yavleniya vosstanovleniya kletok i ih geneticheskih struktur ot povrejdenii, vyzyvaemyh ioniziruyuschei radiaciei). Puschino, 1987, 40 p. [in Russian] (*Газиев А. И.*, *Жестяников В. Д.*, *Коноплянников А. Г.* Открытие и изучение явления восстановления клеток и их генетических структур от повреждений, вызываемых ионизирующей радиацией. Пущино, 1987. 40 с.).

Geras'kin S. A., *Kim J. K.*, *Dikarev V. G.* Cytogenetic effects of combined radioactive (^{137}Cs) and chemical (Cd, Pb and 2,4-D herbicide) contamination on spring barley intercalar meristem cells // Mutation Research, 2005, no 586, pp. 147–159.

GOST 12038-84. Seeds of agricultural plants. Methods of germination estimation (Semena sel'skohozyaistvennyh kul'tur. Metody opredeleniya vshojesti) Moscow, 2010, 25 p. [in Russian] (*ГОСТ* 12038-84. Семена

сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М, 2010. 25 с.)

Grodzinskii D. M. Radiobiology of plants (Radiobiologiya rastenii). Moscow, 1983, 467 p. [in Russian] (*Гродзинский Д. М.* Радиобиология растений. М., 1983. 467 с.)

Gural'chuk Zh. Z. Mechanisms of plants tolerance to heavy metals influence (Mehanizmy ustoichivosti rastenii k deistviyu tyajelyh metallov) // Fiziologiya i biohimiya kul'turnyh rastenii – Physiology and biochemistry of culture plants, 1994, vol. 26, no 2, pp. 107–117 [in Russian] (*Гуральчук Ж. З.* Механизмы устойчивости растений к действию тяжелых металлов // Физиология и биохимия культурных растений. 1994. Т. 26. № 2. С. 107–117.)

Hartwig A., *Schlepegrell R.*, *Beyersmann D.* Indirect mechanism of lead-induced genotoxicity in cultured mammal cells // Mutation Research, 1990, vol. 241, no 1, pp. 75–82.

Kopittke P. M. Toxic effects of Pb^{2+} on growth of cowpea (*Vigna inguiculata*). Environmental pollution, 2007, vol. 150, pp. 280–287.

Korneev N. A., *Sarapul'tzev B. I.*, *Morgunova E. A.* Intraspecific radioresistence polymorphism of seeds of hexaploid wheat (Vnutrividovoi polimorfizm radiorezistentnosti semyan geksaploidnoi pshenicy) // Radiobiologiya – Radiobiology, 1985, vol. 25, no 6, pp. 768–773. [in Russian] (*Корнеев Н. А.*, *Сарапульцев Б. И.*, *Моргунова Е. А.* Внутривидовой полиморфизм радиорезистентности семян гексаплоидной пшеницы // Радиобиология. 1985. Т. 25. № 6. С. 768–773) .

Luchnik N. V., *Poryadkova N. V.*, *Kondrashova T. V.* Appearance of pseudomutagenesis by spontaneous and radiation mutagenesis (Yavlenie psevdomutageneza pri spontannom i radiacionnom mutageneze). *Radiobiologicheskii s'ezd – Radiobiology congress*, Puschino, 1993, no 2, pp. 615–616 [in Russian] (*Лучник Н. В.*, *Порядкова Н. А.*, *Кондрашова Т. В.* Явление псевдомутагенеза при спонтанном и радиационном мутагенезе. Радиобиологический съезд. Пущино, 1993. № 2. С. 615–616).

Nikolaykin N. I., *Nikolaykina N. E.*, *Melehova O. P.* Ecology (Ekologiya), Moscow., 2004, 622 p. [in Russian] (*Николайкин Н. И.*, *Николайкина Н. Е.*, *Мелехова О. П.* Экология. М., 2004. 622 с.).

Pausheva Z. P. Practical works on plants cytology (Praktikum po citologii rastenii), Moscow, 1974, 288 p. [in Russian] (*Паушева З. П.* Практикум по цитологии растений. М., 1974. 288 с.)

Polesskaya O. G. Plant cell and reactive oxygen forms (Rastitel'naya kletka i aktivnye formy kisloroda), Moscow, 2007, 185 p. [in Russian] (*Полесская О. Г.* Растительная клетка и активные формы кислорода. М., 2007. 185 с.)

Reutova N. V., *Shevchenko V. A.* About mutagenic influence of two different lead compounds (O mutagennom vliyanii dvuh razlichnyh soedinenii svinca) // Genetika – Genetics, 1991, vol. 27, no 7, pp. 1275–1279 [in Russian] (*Реутова Н. В.*, *Шевченко В. А.* О мутагенном влиянии двух различных соединений свинца // Генетика. 1991. Т. 27. № 7. С. 1275–1279).

Reutova N. V., *Shevchenko V. A.* Mutagenic influence of lead and silver inorganic compounds on tradescantia (Mutagennoe deistvie neorganicheskih soedinenii serebra i svinca na tradeskanciyu) // Genetika – Genetics, 1992, vol. 28, no 9, pp. 89–96 [in Russian] (*Реутова Н. В.*, *Шевченко В. А.* Мутагенное действие неорганических соединений серебра и свинца на традесканцию // Генетика. 1992. Т. 28. № 9. С. 89–96.)

Reutova N. V., *Shevchenko V. A.* Mutagenic influence of lead and silver iodides and nitrates (Mutagennoe vliyanie iodidov i nitratov serebra i svinca) // Genetika – Genetics, 1993, vol. 29, no 6, pp. 928–934 [in Russian] (*Реутова Н. В.* Мутагенное влияние йодидов и нитратов серебра и свинца // Генетика. 1993. Т. 29. № 6. С. 928–934).

Richmayr-Lais A. M., *Kurchgessner M.* Lead. Biochemistry of the essential ultratrace elements. N.Y., 1984, pp. 367–387.

Ruposhev A. R. Cytogenetic effect of heavy metal ions on seeds *Crepis capillaries* L. (Citogeneticheskii effekt ionov tyajelyh metallov na semena *Crepis capillaries* L.) // Genetika – Genetics, 1976, vol. 12, no 3, pp. 37–43 [in Russian] (*Рупошев А. Р.* Цитогенетический эффект ионов тяжелых металлов на семена *Crepis capillaries* L. // Генетика. 1976. Т. 12. № 3. С. 37–43).

Seregin I. V., *Ivanov V. B.* Physiological aspects of cadmium and lead toxic influence on higher plants (Fiziologicheskie aspekty toksicheskogo deistviya kadmiya i svinca na vysshie rasteniya) // Fiziologiya rastenii – Physiology of plants, 2001, vol. 48, no 4, pp. 606–630 [in Russian] (*Серегин И. В.*, *Иванов В. Б.* Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения // Физиология растений. 2001. Т. 48. № 4. С. 606–630) .

Soudek P., *Katrusakova A.*, *Sedlacek L.* Effect of heavy metals on inhibition of root elongation in 23 cultivars of flax (*Linum usitatissimum* L.). Archives Environmental Contamination Toxicology, 2010, vol. 59, pp. 194–203.

Wierzbicka M. Lead translocation and localization in *Allium cepa* roots // Canadian Journal of Botany, 1987a, vol. 65, pp. 1851–1860.

Wierzbicka M. Lead accumulation and its translocation barriers in roots of *Allium cepa* autoradiographic and ultrastructural studies // Plant cell environment, 1987b, vol. 10, pp. 17–26.

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ
STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-69-90
УДК 634.13

ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГЕНОФОНДА ГРУШ КАВКАЗА В УСЛОВИЯХ АДЫГЕИ

И. А. Бандурко[1], З. Ш. Дагужиева[2], Е. М. Апухтина[2]
[1]Филиал Майкопская опытная станция Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 385746, Россия, Республика Адыгея, Майкоп, п/о Шунтук, п. Подгорный, ул. Научная, д. 12, e-mail: 55irina@bk.ru
[2]Майкопский государственный технологический университет, Майкоп, Россия

Актуальность. Кавказ является одним из наиболее богатых мировых центров разнообразия дикорастущих плодовых. Здесь произрастает более 23 видов груши. Их изучение позволяет уточнять вопросы систематики и филогении рода *Pyrus* L., давать рекомендации по практическому и селекционному использованию. **Материалы и методы.** В коллекции филиала Майкопская опытная станция «Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (филиал МОС ВИР) представлено более 250 образцов, собранных экспедициями ВИР на Кавказе, в том числе, 9 видов, 17 спонтанных межвидовых гибридов, более 100 форм и 130 местных сортов. Проведено морфологическое описание видов, осуществлены фенологические наблюдения, изучены адаптивные качества и продуктивность. **Результаты и выводы.** У видов груши Кавказа установлено значительное разнообразие морфологических признаков, в том числе диагностических. Выделены образцы с нехарактерными для западных видов признаками: опадающими чашелистиками (*Pyrus caucasica* Fed., *P. salicifolia* Pall., *P. syriaca* Boiss.), уменьшенным числом семенных камер (2–4) в плодах (*P. salicifolia*, *P. syriaca*, *P. zangezura* Maleev). У груши кавказской, представленной большим количеством образцов (93), отмечены некоторые морфологические особенности и биологические свойства в зависимости от места произрастания. Выделены относительно устойчивые к парше, бурой и белой пятнистостям виды: *P. zangezura*, *P. balansae* Decne., некоторые формы *P. caucasica* и *P. salicifolia*. Изучаемые виды груши в условиях Адыгеи обладают достаточно хорошей зимостойкостью. Морозоустойчивостью обладают представители видов *P. salicifolia*, *P. medvedevii* Rubtz., а также некоторые формы *P. caucasica*: Шали-69-36 (долина р. Аргун), 67-БЗ-71 (долина р. Теберда), Б-69-78 (долина р. Белая). Высокую устойчивость к заморозкам проявил образец *P. salicifolia* № 1, поздноцветущие образцы *P. balansae*, *P. zangezura* №2,

P. caucasica Касп-69-57, 67-БЗ-37, 67-Т-79, Б-69-78. Относительно высокой засухоустойчивостью характеризуются виды *P. caucasica*, *P. salicifolia*, *P. syriaca*. Низкая засухоустойчивость отмечена у видов *P. zangezura*, *P. complexa* Rubtz. и *P. elata* Rubtz. Наиболее урожайными в условиях Адыгеи являются представители видов *P. caucasica, P. salicifolia*, *P. balansae*, *P. zangezura*, что является свидетельством их хорошей адаптации. Очень слабо плодоносят представители видов *P. pubescens* hort. ex Lavalle nom. nud. и *P. syriaca*. Виды: *P. salicifolia*, *P. complexa*, P. *medvedevii*, *P. pubescens*, *P. syriaca*, *P. elata* и гибриды с их участием обладают хорошими декоративными свойствами и могут быть использованы для озеленения и селекции декоративных форм.

Ключевые слова: Кавказ, груша, дикорастущие виды, морфология, фенология, адаптивные свойства, продуктивность

THE STUDY OF THE NATURAL GENE POOL OF THE CAUCASUS' PEARS IN THE ENVIRONMENTS OF ADYGEA

I. A. Bandurko[1], Z. Sh. Daguzhieva[2], E. M. Apukhtina[2]
Maikop Experiment Station, Branch of the N. I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources,
Nauchnaya street, 12, p/o Shuntuk, p. Podgornyi, Republic of Adygea,
Maikop, Russia 385746, e-mail: 55irina@bk.ru
Maikop State Technological University, Maikop, Russia
DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-69-90

Background. The Caucasus is one of the richest world's centers of wild fruit plant diversity. More than 23 pear species are growing in this region. Their study helps to clarify the issues of systematics and phylogeny of the genus *Pyrus* L, to give recommendations for their utilization by plant growers and breeders. **Materials and methods.** The collection at Maikop Experiment Station of VIR holds more than 250 accessions collected by VIR's expeditions in the Caucasus, including 9 species, 17 spontaneous interspecific hybrids, more than 100 forms and 130 local varieties. Morphological description of the species was made, some phenological observations were conducted, and adaptive qualities and productivity were studied. **Results and conclusion.** Pear species of the Caucasus demonstrated a considerable variety of morphological features, including diagnostic ones. Accessions with uncharacteristic Western species' traits: deciduous sepals (*Pyrus caucasica* Fed., *P. salicifolia* Pall., *P. syriaca* Boiss.), and reduced number of seed cavities (2–4) in the fruit (*P. salicifolia*, *P. syriaca*, *P. zangezura* Maleev) were selected. *P. caucasica*, represented by a large number of accessions (93) showed some morphological features and biological properties depending on the growing location. Relatively resistant to scab, brown and white spot were the species *P. zangezura*, *P. balansae* Decne., some forms of *P. caucasica* and *P. salicifolia*. Almost all Caucasian pear species in the environments of Adygea had a fairly good winter hardiness. Frost resistance was typical for the species *P. salicifolia*, *P. medvedevii* Rubtz., and some forms of *P. caucasica*: Shali-69-36

(Argun river valley), 67-BZ-71 (Teberda river valley), and B-69-78 (Belaya river valley). High frost resistance was observed in the accession of *P. salicifolia* No 1, late flowering samples of *P. balansae*, *P. zangezura* No 2, *P. caucasica* Kasp-69-57, 67-BZ-37, 67-T-79, and B-69-78. Relatively high drought tolerance was characteristic of the species *P. caucasica*, *P. salicifolia,* and *P. syriaca*. Low drought tolerance was observed in the species *P. zangezura*, *Pyrus complexa* Rubtz. and *Pyrus elata* Rubtz. The highest yield in the environments of Adygea was shown by the accessions of *P caucasica*, *P. salicifolia*, *P. balansae,* and *P. zangezura*; it testifies to their good adaptation. A very small yield was manifested by *P. syriaca* and *P. pubescens* hort. ex Lavalle nom. nud. The species *P. salicifolia*, *P. complexa*, *P. medvedevii*, *P. pubescens*, *P. syriaca*, *P. elata* and hybrids with their participation have good ornamental properties and can be used for landscaping and breeding of ornamental forms.

Key words: Caucasus, pear, wild species, morphology, phenology, adaptive properties, productivity

Введение

Кавказ является одним из наиболее богатых мировых центров разнообразия дикорастущих плодовых: более 260 видов 37 родов встречается в кавказских лесах (Burmistrov, 2011).

Н. И. Вавилов и его последователи рассматривали эту территорию как главную базу формирования видов и разновидностей многих плодовых растений, в том числе груши (Vavilov, 1931).

По мнению П. М. Жуковского, центр видообразования рода *Pyrus* L., сложившийся на Кавказе, исторически вторичный по происхождению, но развился как самостоятельный и является наиболее крупным по составу (Zhukovskij, 1971).

Описание кавказских видов груши приведено у многих авторов (Zhukovskij, 1971; Tuz, 1983 и других).

Наиболее распространенным является вид *Pyrus cauasica* Fed. – груша кавказская. Ареал этого вида занимает весь Кавказ, заходит в Малую Азию и Северный Иран.

В засушливых регионах Кавказа распространен вид *P. salicifolia* Pall. – груша иволистная. Обитает в восточном Предкавказье, Дагестане, Азербайджане, Армении, восточных районах Грузии, западных районах Ирана и Малой Азии.

Вид *P. syriaca* Boiss. – груша сирийская распространен в горных районах Передней и Малой Азии, Западном Иране и в южных регионах Армении.

Кроме указанных, на Кавказе выделено еще более 20 видов груши, многие из которых описаны очень кратко и мало изучены. Возможно, многие из них являются спонтанными гибридами, появившимся в большом количестве в местах контакта ареалов (Tuz, 1983). Кроме того, в пределах каждого вида возможно значительное разнообразие признаков и свойств, как это показано для груши кавказской (Daguzieva, Bandurko, 2012; Kabulov, 2012) и груши иволистной (Kuznecov, 1983).

На Кавказе также произрастает значительное количество местных сортов груши. Происхождение некоторых явно связано с определенными видами, другие же, по-видимому, – результат спонтанной селекции с участием нескольких видов и их производных.

В настоящее время на Кавказе наблюдается зарастание свободных от лесов участков плодовыми деревьями, среди которых преобладают яблоня, груша и алыча. Этот естественный гибридный фонд является источником многих ценных признаков для селекции, и его следует оценить и закрепить выделенные образцы в коллекциях (Hoffer, Flachowsky et al., 2012).

Изучение генофонда груши Кавказа, помимо выделения источников для селекции, позволит уточнить некоторые вопросы систематики и филогении рода *Pyrus*.

Материалы и методы

В коллекции филиала Майкопская опытная станция Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (филиал МОС ВИР) имеется значительное количество представителей автохтонного генофонда груши Кавказа, изучение которых проводится на протяжении всего существования станции. Значительное число образцов было привлечено в коллекцию экспедициями Г. А. Рубцова в 1939, 1940 гг., А. С. Туза в 1967 и 1969 гг., А. М. Грюнера в 1975–1981 гг. В настоящее время в коллекции представлено 9 видов, 17 спонтанных межвидовых гибридов и 130 местных сортов груши, собранных на Кавказе (табл. 1), наиболее полно – *P. caucasica* (93 образца).

Филиал МОС ВИР расположен в предгорной зоне Северо-Западного Кавказа, на высоте 330 м над уровнем моря. Почвы серые и светло-серые лесные. В год в среднем выпадает 850 мм осадков. Абсолютный минимум температур составляет –33°С, абсолютный максимум +39,5°С. Каждый образец представлен тремя деревьями. Год

посадки коллекционных участков – 1965 и 2006. Схема посадки, соответственно 6 × 8 и 5 × 3 м. Подвой – сеянцы груши кавказской.

Нами обобщены результаты изучения видовой коллекции груши с 1965 г. Изучение проводили в соответствии с «Программой и методикой изучения сортов коллекции плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда» (The program and methodology…, 1970), «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (The program and methodology…, 1999). При описании морфологических признаков использовали «Международный классификатор СЭВ подсемейства Maloideae» (Nesterov, Majorova, 1989).

Таблица 1. Образцы груши кавказского происхождения, представленные в коллекции филиала Майкопская опытная станция ВИР
Table 1. Pear accessions of Caucasian origin represented in the collection of VIR's branch Maikop Experimental Station

Вид*	Число образцов
P. balansae Decne. – груша Баланзы	2
P. caucasica Fed. – груша кавказская	93
P. complexa Rubtz. – груша смешанная	1
P. elata Rubtz. – груша высокая	1
P. medvedevii Rubtz. – груша Медведева	1
P. pubescens hort. ex Lavalle nom. nud.– груша опушенная	1
P. salicifolia Pall. – груша иволистная	11
P. syriaca Boiss. – груша сирийская	4
P. zangezura Maleev – груша зангезурская	2
P. salicifolia × *P. caucasica*	11
P. salicifolia × *P. syriaca*	6
Местные сорта	130

*названия видов приведены по: P. M. Zhukovskij, 1971

Морозоустойчивость изучали в лабораторных условиях (Savel`ev et al., 2005; Apuhtina, Bandurko, 2007) при понижении температуры до –35°С. Степень подмерзания определяли от 0 до 5 баллов (0 – отсутствие повреждения, 5 – максимальное повреждение)

Особенности водообмена видов груши изучались в полевых и лабораторных условиях (Apuhtina, Semyenova et al., 2008; Daguzieva, Bandurko et al., 2008). О водообмене растений судили по следующим параметрам: общая оводненность листьев, их водный дефицит,

водоудерживающая способность тканей листа (потери воды листьями в % от их первоначальной оводненности через 2, 4, 6 часов завядания в термостате при температуре 38°С).

В коллекции имеются представители еще некоторых видов, собранные на Кавказе (*P. eldarica* Grossh., *P. hyrcana* Fed., *P. ketzkhovelii* Kuth.), которые по некоторым признакам отличаются от существующих описаний, возможно, являются гибридами или формами указанных видов.

Основные результаты

Проводимое нами изучение морфологических особенностей соцветий и цветков, плодов, листьев имеет важное значение для уточнения вопросов происхождения и классификации груши. Особое значение имеют некоторые таксономические признаки: опадающие чашелистики, количество семенных камер в плодах, оржавленность кожицы плода, наличие опушения листьев и частей цветка, характер края листа и другие (Tuz, Bandurko, 2007).

В таблице 2 приведена характеристика основных морфологических признаков исследуемых видов груши. Наиболее полно нами изучен полиморфизм признаков груши кавказской.

Нами установлено довольно большое разнообразие морфологических признаков цветка и соцветия кавказских видов груши.

Цветки груши собраны в щитковидную кисть. У изучаемых видов соцветие состоит из различного количества цветков (от 5 до 12). Многоцветковые соцветия (до 10–12 цветков) отмечены у видов *P. caucasica*, *P. complexa* Rubtz., *P. pubescens* hort. ex Lavalle nom. nud., *P. elata* Rubtz., *P. zangezura* Maleev. У большинства форм груши кавказской, независимо от их происхождения, количество цветков в соцветии составляет 6–8. Малоцветковые соцветия (5–7 цветков) – у видов *P. salicifolia*, *P. medvedevii* Rubtz.

Длина цветоножки определяет тип соцветия: компактное, рыхлое или промежуточного типа. Среди изучаемых видов длинные цветоножки (до 4,2 см) и рыхлые соцветия отмечены у видов *P. medvedevii*, *P. balansae* Decne., *P. syriaca*, *P. elata*. (2,5–3,0 см).

Нами отмечена значительная изменчивость длины цветоножки у форм груши кавказской – от 0,7 до 4,2 см. У большинства изучаемых форм длина цветоножки находится в пределах 1,5–2,5 см.

Короткие цветоножки (0,8–1,2 см) и наиболее компактные соцветия у видов *P. salicifolia*, *P. complexa*.

Таблица 2. Морфологические признаки видов груши коллекции филиала Майкопская опытная станция ВИР

Table 2. Morphological traits of pear species in the collection of VIR's branch Maikop Experimental Station

Признак									
Вид									
P. caucasica	*P. salicifolia*	*P. syriaca*	*P. complexa*	*P. elata*	*P. medvedevii*	*P. pubescens*	*P. balansae*	*P. zangezura*	
Цветок									
Количество цветков в соцветии	5–12	5–7	6–9	9–11	9–10	5–7	8–9	6–8	8–10
Длина цветоножки, см	0,7–4,2	0,8–1,2	2,5	1,2	2,9	3,0	1,7	2,5	1,7
Диаметр венчика, см	2,1–3,6	2,5–2,7	3,5	3,8	4,0	3,4	3,6	3,2	2,3
Масса плода, г	5,5–26,3	6,8–10,0	11,0–23,0	7,0–23,0	32,0–47,0	12,0–26,0	20,0–29,0	18,0–25,0	8,0–12,0

продолжение таблицы 2

	Количество семенных	Оржавленность кожицы	Покровная окраска	Основная окраска	Опадание чашелистиков	Длина плодоножки, см	Форма плода
Плод	5	встречается	редко	желтая	встречается	1,1–4,0	округ., конусовид.
	5 (2–4)		нет	св.-зелен.		0,8–1,8	округ., конусовид.
	5(3–4)	нет	нет	желтая		1,3–2,8	широко-конусовид.
	5	нет	нет	зелен.	нет	1,3–2,4	плоскоокруг.
	5	нет	нет	св.-желтая	нет	2,5–4,0	широко-конусовид.
	5	нет	нет	желтая	нет	2,5–3,2	округ.
	5	нет	слабый загар	желтая	нет	3,4–3,9	широко-конусовид.
	5	на 1/3 плода	слабый загар	желтая	нет	3,0–4,5	широко-конусовид.
	5(2–4)	на 1/3 плода	нет	желтая	нет	2,5–3,5	округ.

окончание таблицы 2

Лист					
Длина, см	Ширина, см	Форма	Длина черешка, см	Опушенность	Зазубренность края
4,6–7,3	3,0–4,9	овальная, яйцевидная	3,2–2,5	нет	цельнокрайняя
5,9	1,1	узко-ланцетовидная	0,9–1,1	снизу	
6,6–7,3	2,3–3,2	узко-элипсовидиая	4,2–4,5	нет	мелкопнльчатая
6,9	3,6	элипсовидиая	2,5–3,0	снизу	мелкопильчатая, городчатая
9,1	4,8	элипсовидная	4,0–5,0	нет	мелкопнльчатая
10,0	3,2	узко-элипсовидиая	2,8–3,0	снизу	мелкопильчатая, городчатая
5,6–7,1	4,0–4,4	овальная	3,0–4,0	снизу	мелкопнльчатая
5,5–6,3	3,5–4,0	яйцевндная	4,0–4,5	нет	мелкогородчатая
5,5–6,5	3,5–3,8	овальная	3,2–3,5	нет	мелкогородчатая

У всех изучаемых видов чашечка пятилистная, венчик пятилепестный. Цветки с увеличенным количеством лепестков (до 9) отмечены у видов *P. syriaca* и *P. pubescens*. Бутоны и лепестки цветков

белого цвета, но нами выделены формы груши кавказской с розоватой окраской бутонов (67-БЗ-30, 67-У-4).

Диаметр венчика изучаемых видов изменяется от 2,1 до 4,0 см, наиболее крупные цветки отмечены у вида *P. elata* (4,0 см). Крупные цветки (3,6–3,8 см) отмечены у видов *P. pubescens*, *P. complexa*, некоторых форм груши кавказской. Мелкие цветки (2,1–2,7 см) присущи видам *P. salicifolia*, *P. zangezura*, некоторым формам груши кавказской.

Плоды изучаемых видов груши отличаются большим разнообразием признаков. Прежде всего, это относится к такому признаку как величина и форма плода.

У груши кавказской отмечены как крупноплодные, так и исключительно мелкоплодные формы; средняя масса плода изменяется в пределах вида от 5,5 до 26,3 г. Большинство же изучаемых форм (74%) имеет плоды массой 8,0–15,0 г.

Среди изучаемых видов наиболее крупные плоды отмечены у *P. elata* (32,0-47,0 г). Мелкие плоды, массой 6,0–12,0 г отмечены у *P. salicifolia* и *P. zangezura*.

Форма плодов у изучаемых видов в основном двух типов: округлая и широко-конусовидная. У образцов кавказской груши – чаще всего плоскоокруглая и округлая. Нами выделено всего 9 образцов с конусовидной или грушевидной формой плода (9,6% от общего числа).

Округлая форма плода отмечена для видов *P. salicifolia*, *P. complexa*, *P. medvedevii*, широко-конусовидная и широко-грушевидная – для *P. syriaca*, *P. elata*, *P. pubescens*, *P. balansae*.

Длина плодоножки также является очень изменчивым признаком. У груши кавказской этот показатель изменяется от 1,1 до 4,0 см. Плоды с короткими плодоножками (менее 1,5 см длиной) отмечены нами у *P. salicifolia*. Длинные плодоножки (3,5–4,5 см) у видов *P. elata*, *P. pubescens*, *P. balansae*.

Говоря о морфологических признаках плода, следует отметить очень важный для систематики признак – опадание чашелистиков. На основании этого признака происходит отнесение видов к различным секциям. Среди изучаемых видов опадание чашелистиков у большего или меньшего количества плодов отмечено нами только у *P. salicifolia* и *P. caucasica*. Плоды с опадающими чашелистиками отмечены у большинства (73%) образцов груши кавказской, их количество на дереве изменяется от 3 до 92%.

Нами выделено 15 образцов груши кавказской, которые имеют более 50% плодов с опадающими чашелистиками: это преимущественно

образцы, собранные в западных регионах Кавказа: Л-69-98, 67-БЗ-37, 67-БЗ-39, 67-БЗ-69, 67-БЗ-73, Б-69-88, Б-69-89; однако указанный признак присущ и некоторым образцам центрального и восточного Кавказа: Сунжа-69-25 и Касп-69-73, что позволяет отнести их к груше шунтукской (*P. caucasica* var. *schuntukensis* Tuz), выделенной ранее А. С. Тузом (Tuz, 1983).

Для плодов большинства изучаемых видов характерна желтая основная окраска кожицы. Зеленая окраска присуща плодам видов *P. salicifolia* и *P. complexa*, а также некоторым образцам груши кавказской: 67-БЗ-11, 67-БЗ-39, 67-БЗ-73, Б-69-92, Самур-69-47, 67-Чр-249.

Редким признаком для груши является наличие покровной окраски плода. Покровная окраска в виде слабого загара отмечена для видов *P. pubescens* и *P. balansae*. Среди образцов груши кавказской этот признак отмечен лишь у *P. caucasica* №4, *P. caucasica* №5, Б-69-108 (долина р. Белая) и Касп-69-59 (Дагестан).

Редко встречается и признак оржавленности кожицы. Оржавленность 1/3 плода отмечена у видов *P. balansae* и *P. zangezura*. Этот признак встречается у груши кавказской и отмечен нами у четырех образцов: Л-69-102 (долина р. Малая Лаба), 67-БЗ-70 (долина р. Большой Зеленчук), Касп-69-50 и Касп-69-73 (Дагестан).

У большинства изучаемых видов в плодах отмечено пять семенных камер, однако у видов *P. salicifolia*, *P. syriaca*, *P. zangezura* встречаются плоды с уменьшенным количеством семенных камер (2–4), что считается характерным только для некоторых восточноазиатских видов.

Листья изучаемых видов обладают значительной изменчивостью признаков. Форма листа изменяется от овальной и яйцевидной до эллипсовидной и ланцетовидной. Крупные листья (длиной 9–10 см) характерны для вида *P. elata*. У этого же вида отмечена наибольшая длина черешка (до 5 см). Длинные черешки (4,0–4,5 см) имеются у видов *P. syriaca* и *P. balansae*.

У видов *P. salicifolia*, *P. complexa*, *P. medvedevii*, *P. pubescens* пластинка листа опушена с нижней стороны, у остальных видов опушение отсутствует.

У видов *P. caucasica* и *P. salicifolia* листовая пластинка цельнокрайняя, у остальных видов – мелкопильчатая или мелкогородчатая.

У груши кавказской наблюдаются определенные закономерности в строении генеративных и вегетативных органов в зависимости от места сбора образцов. У образцов из восточных регионов Кавказа по сравнению с центральными и западными наблюдается наименьшая масса плода и

длина плодоножки. Увеличивается диаметр цветка. Форма листа становится более удлиненной, ромбовидной, листовая пластинка – более толстая, кожистая, с ровной поверхностью.

Количество образцов груши иволистной в коллекции невелико, поэтому оценивать разнообразие морфологических признаков сложно. Большинство образцов было собрано в Дагестане А. С. Тузом. У некоторых из них в плодах имеется 3–4 камеры, вместо 5, указанных в диагнозе. У части плодов наблюдаются опадающие чашелистики. По всем остальным признакам указанные образцы полностью соответствуют описанию вида.

Большим разнообразием морфологических признаков отличаются естественные гибриды груши иволистной и груши кавказской, собранные А. С. Тузом в Дагестане; груши иволистной и сирийской, собранные Г. А. Рубцовым в Армении, в местах контакта ареалов указанных видов. Указанные гибриды фертильны, обладают высокими декоративными свойствами и могут быть использованы для озеленения и селекции декоративных форм. С этой целью могут быть использованы и виды *P. salicifolia*, *P. complexa*, *P. medvedevii*, *P. pubescens*, *P. syriaca*, *P. elata*.

Анализ результатов фенологических наблюдений показал, что в условиях Майкопского района Республики Адыгея вегетация у большинства дикорастущих видов груши начинается во второй – третьей декаде марта.

Изучаемые виды отнесены нами к следующим группам:

– виды раннего начала вегетации (первая декада – середина марта): *P. complexa*, *P. syriaca*, *P. salicifolia*;
– виды со средним сроком вегетации (вторая декада – конец марта): *P. caucasica*, *P. elata*, *P. balansae*;
– виды с поздним началом вегетации (конец марта – начало апреля): *P. medvedevii*, *P. zangesura*, *P. pubescens*.

Сроки начала цветения видов груши, по нашим наблюдениям, находились в широком спектре значений дат. Относительно рано, до 15 апреля, зацветают виды: *P. caucasica*, *P. syriaca*, *P. complexa*, *P. salicifolia*.

К более поздноцветущим видам (после 25 апреля) можно отнести: *P. zangesura*, *P. medvedevii*. *P. pubescens*.

У груши кавказской наблюдается значительное разнообразие по срокам начала вегетации: 28 марта – 8 апреля. Последовательность начала вегетации у большинства образцов сохраняется в различные годы. Сроки начала цветения находятся в интервале с 4 по 26 апреля. Ранние сроки начала цветения, до 15 апреля, наблюдаются у 42% форм груши кавказской, средние сроки начала цветения отмечены у 53% форм, и лишь

у 5% изучаемых форм отмечены поздние сроки начала цветения, после 25 апреля. Формы с ранним началом вегетации и цветения преобладают среди образцов, собранных в регионах Восточного Кавказа – в долинах рек Чегем (67-Ч), Аргун (Арг-69), Терек и Сунжа (Тер-69, Сунжа-69), Дагестане, р-н Сергокала (Касп-69, Самур-69). Формы с поздним началом вегетации и цветения встречаются лишь среди образцов, собранных в долине р. Белая (Б-69) и верхнем течении р. Уруп (67-У), то есть Северо-Западном Кавказе.

Для большинства образцов груши иволистной характерно очень раннее начало вегетации и цветения, одновременно с наиболее ранними образцами груши кавказской.

Сроки созревания плодов у видов груши растянуты, созревание продолжается в течение 2–3-х недель.

По срокам созревания плодов мы отнесли изучаемые виды к трем группам:

- раннеспелые, с началом созревания плодов 10–30 августа: *P. elata*, *P. syriaca*;
- среднеспелые, с началом созревания плодов 1–20 сентября: *P. caucasica*, *P. complexa*, *P. medvedevii*, *P. pubescens*, *P. balansae*;
- позднеспелые, с началом созревания плодов после 20 сентября: *P. salicifolia*, *P. zangesura*.

Поскольку у груши кавказской большинство образцов имеют средние сроки созревания плодов, мы отнесли этот вид к среднеспелым. Однако у 13% образцов наблюдается раннее созревание плодов (1–15 августа), а у 11% – позднее созревание (15–20 октября). У груши иволистной также имеются образцы как с относительно ранним, так и с очень поздним созреванием плодов. Поэтому деление видов по скороплодности условно. Речь идет только об образцах, представленных в коллекции.

Следует отметить, что сроки наступления фенологических фаз в значительной степени изменяются в зависимости от условий года.

Деревья изучаемых видов в условиях предгорной зоны Адыгеи различаются по продуктивности и ее составляющим. В коллекционном саду 1965 г. посадки вступление в плодоношение у изучаемых образцов происходило на 5–15 год. На пятый год после посадки вступил в плодоношение вид *P. salicifolia*. Наиболее поздно, на 10–15 год, началось плодоношение видов *P. pubescens*, *P. complexa*. У остальных видов плодоношение началось на 6–8 год.

Суммарный урожай с дерева за 30 лет плодоношения находился в пределах от 26 до 671 кг; средний урожай с дерева составлял от 0,9 до 22,4 кг. Наиболее урожайным, со средней урожайностью более 22,1 кг/дерево, оказался

вид *P. caucasica*. У видов *P. salicifolia* и *P. elata* средний урожай составил соответственно 17,3 и 12,0 кг. Очень низкая урожайность отмечена у *P. complexa*, *P. pubescens* и *P. syriaca* – 6,9–1,7 кг. Виды *P. balansae* и *P. zangezura* были посажены в 1980 году, поэтому оценка их продуктивности велась отдельно.

Среди изучаемых образцов груши кавказской далеко не все проявили высокую урожайность. Наиболее урожайными (более 20 кг/дерево) оказались всего шесть: *P. caucasica* №1, 67-БЗ-37, 67-Б-183, 67-Ч-230, Ур-69-1, Касп-69-70; 22% изучаемых образцов имели урожай 10–19 кг/дерево, 71% – менее 10 кг/дерево.

Изучаемые виды различаются по регулярности плодоношения. За анализируемый период некоторые не имели урожая лишь в отдельные годы, другие – за большое количество лет. Отсутствие плодоношения связано как с погодными условиями, так и с биологическими особенностями видов груши. Наиболее стабильное плодоношение отмечено у видов *P. salicifolia*, *P. elata*, *P. complexa* (1–3 года без урожая). У видов *P. pubescens*, *P. syriaca* наблюдалось отсутствие урожая в течение 9–13 лет.

В молодом коллекционном саду 2006 г. посадки продуктивность деревьев большинства видов невысока. Причиной этого стали неустойчивый температурный режим весеннего периода. Практически ежегодно наблюдались длительные оттепели, а затем – заморозки, что приводило к гибели генеративных органов. При этом в большей степени страдали образцы с ранним началом вегетации и цветения.

На пятый год после посадки (2011 г.) было отмечено начало плодоношения у видов *P. caucasica* (№128, Б-69-91, Б-69-111, 67-БЗ-40а), *P. balansae* (Г-78-38), небольшой урожай (3–4 кг/дерево) отмечен у некоторых образцов *P. salicifolia* и *P. zangezura*, которые можно считать наиболее скороплодными.

В 2015 г. урожайность 25–30 кг/дерево отмечена у 9–10-летних деревьев видов *P. caucasica* (№1, №4, Б-69-78, Б-69-88, Б-69-108), *P. balansae* (Г-78-28), *P. zangezura* (Г-78-36); вступили в плодоношение виды *P. complexa*, *P. salicifolia*, *P. medvedevii*. У видов *P. pubescens* и *P. syriaca* начало плодоношения не отмечено.

При изучении зимостойкости видов груши мы имели в виду, что в разных регионах повреждающими могут быть различные факторы осенне-зимнего периода, и этим определяется тип и характер повреждений. В условиях предгорной зоны Адыгеи причиной повреждений является

неустойчивая температура зимой с продолжительными оттепелями и резким похолоданием, а также ранней весной с возвратными холодами.

Важным компонентом зимостойкости является устойчивость деревьев груши к морозам в середине зимы. В условиях филиала МОС ВИР минимальная температура зимнего периода составляет –33,0°С. Понижения температуры до этого уровня наблюдались лишь дважды. Однако серьезных повреждений деревья кавказских видов не получили. Были повреждены только генеративные органы и однолетние побеги.

По результатам 2000–2004 гг. выявлена морозоустойчивость видов груши в середине зимы. Повреждение ветвей и почек при указанной температуре незначительно, у большинства видов не превышает 2 балла. Среди изучаемых видов груши самую высокую устойчивость однолетних побегов проявили *P. medvedevii* и *P. salicifolia* №3 (0 баллов), почек – *P. medvedevii*, *P. zangesura* и *P. salicifolia* №3 (0–1,3 балла). Среднее подмерзание ветвей и сильное подмерзание почек отмечено у вида *P. caucasica* (№2). Тем не менее, некоторые образцы груши кавказской являются весьма морозоустойчивыми. Так, у образца груши кавказской Шали-69-36 (долина р. Аргун) повреждение однолетних побегов в среднем за 3 года составило 0,9 балла (у наиболее морозоустойчивого вида – груши уссурийской – повреждение за этот же период – 0,6 балла).

У образца груши кавказской 67-БЗ-71 (долина р. Теберда) средний балл повреждения почек составил 0,6 балла; у груши уссурийской – 1,1 балла. Высокая степень морозоустойчивости отмечена у образца груши кавказской Б-69-78 (долина р. Белая): повреждение побегов и почек составило в среднем 1,1 балла.

Основным повреждающим фактором зимнего периода являются заморозки, которые наблюдаются почти каждый год. Особенно губительными они были в 2014 г. Наблюдалось резкое похолодание (–9,2°С) и снегопад 30 марта, что привело к повреждению многих образцов коллекции и позволило выделить наиболее устойчивые.

Степень повреждения зависела от фазы развития. Наиболее сильно были повреждены образцы *P. salicifolia* с ранним началом вегетации, которые в период похолодания уже имели полностью развитые листья и раскрытые цветки. В меньшей степени были повреждены образцы с поздним началом вегетации, у которых в период похолодания наблюдалась фаза обособления бутонов. Степень повреждения генеративных органов зависела также от высоты их расположения на дереве. На верхушках деревьев повреждения были гораздо слабее, чем в нижней части кроны.

Наиболее высокую морозоустойчивость проявили поздноцветущие образцы *P. balansae*, *P. zangezura* №2, *P. caucasica* (Касп-69-57, Касп-69-76, 67-БЗ-11, 67-БЗ-37, 67-БЗ-39, 67-БЗ-40, 67-БЗ-71, 67-Т-79 (Зеленчук, Архыз, Теберда), Б-69-78, Б-69-94, Б-69-107 (долина р. Белая). Высокую устойчивость цветков проявил образец *P. salicifolia* №1, у которого большинство цветков в момент заморозка уже раскрылось. Тем не менее в средней части кроны было повреждено всего около 40% генеративных органов.

Следует отметить, что многие виды груши нормально растут и развиваются при достаточно высоких температурах и низкой влажности. В годы наших исследований погодные условия в основном соответствовали среднемноголетним значениям, характерным для предгорных зон Республики Адыгея. Однако на общее состояние растений оказало влияние длительное воздействие засухи и жары в летний период 2005 и 2007 гг. Наблюдалось раннее сбрасывание листьев и осыпание плодов.

В фазу созревания плодов была проведена сравнительная оценка состояния водообмена видов груши. Для этого использован метод искусственного завядания листьев в лабораторных условиях, позволяющий выявить виды, устойчивые к фактору обезвоживания, и судить об их относительной засухоустойчивости.

Оводненность листьев колебалась от 48% (*P. zangezura*, *P. salicifolia*) до 56% (*P. caucasica*, *P. complexa*). Высокая оводненность (56–57%) была характерна для видов *P. caucasica*, *P. complexa.*

Водный дефицит после воздействия экстремальных погодных условий был относительно высок (20,0–23,4%) у видов: *P. medvedevii*, *P. syriaca*. У остальных видов этот показатель изменялся в основном от 11 до 19%.

В результате обезвоживания листьев в лабораторных условиях высокая водоудерживающая способность листьев за два часа завядания отмечена у видов *P. caucasica*, *P. medvedevii*, *P. pubescens*, *P. salicifolia*, *P. syriaca:* они теряли всего до 20% от первоначальной оводненности. Низкая водоудерживающая способность отмечена у видов *P. zangezura*, *P. complexa* и *P. elata*.

Через четыре часа обезвоживания наблюдалась аналогичная закономерность: очень низкой водоудерживающей способностью характеризовались *P. complexa* и *P. elata*, которые теряли от 68,6 до 88,5% воды.

Через шесть часов относительно высокой водоудерживающей способностью отличаются виды: *P. caucasica*, *P. salicifolia*, *P. syriaca*,

потерявшие от 35 до 50% воды, что характеризует их как наиболее устойчивые к обезвоживанию.

В пределах вида *P. caucasica* также наблюдается полиморфизм по показателям водного режима.

Общая оводненность листьев у различных образцов груши кавказской колебалась в пределах от 35,6 (Арг-69-28) до 59,1% (Касп-69-50). Наиболее высокая оводненность отмечена нами у образцов 67-Чр-230, 67-БЗ-71, 67-БЗ-38, 67-Чр-258, 67-Б-208, 67-Б-183, собранных в западных регионах Кавказа: долинах рек Баксан, Чегем и Черек, а также близ Архыза. Низкая общая оводненность листьев отмечена нами у образцов Арг-69-28, Сунжа-69-25, Самур-69-47, собранных в Чечне, Ингушетии и Дагестане, то есть в центральной и восточной части Кавказа.

Таблица 3. Поражение грибными болезнями дикорастущих видов груши (филиал Майкопская опытная станция ВИР, 2010–2015 гг.)
Table 3. Affliction by fungal diseases of wild pear species (VIR's branch Maikop Experimental Station, 2010-2015)

Вид	Максимальный балл поражения		
	парша	белая пятнистость	бурая пятнистость
P. balansae	0	1	2
P. caucasica	0–3	1–4	1–4
P. complexa	2	3	2
P. elata	1	3	3
P. medvedevii	2	3	3
P. pubescens	2	2	3
P salicifolia	0–2	1–4	1–4
P. syriaca	0–2	3–4	3
P. zangesura	0	1	2

Аналогичная закономерность отмечена нами и при изучении водоудерживающей способности листьев. В процессе завядания листьев относительно высокой водоудерживающей способностью выделялись формы груши кавказской (67-БЗ-71, 67-БЗ-38, Б-69-82), собранные в верхнем течении рек Белая и Большой Зеленчук, которые за два часа обезвоживания при температуре 38°С теряли до 40% воды. За то же время формы, собранные в Дагестане, Чечне и Ингушетии (Г-76-21, Самур-69-47, Касп-69-59, Сунжа-69-25) теряли более 80% воды.

Климатические условия филиала МОС ВИР благоприятны для развития грибных болезней, что позволило провести полевую оценку кавказских видов груши на естественном жестком инфекционном фоне (табл. 3).

Очевидно, что менее вредоносным заболеванием для изучаемых видов является парша (*Venturia pyrina* Aderh.). Все образцы имеют поражение не более 2 баллов. Высокая устойчивость (0–1 балл) отмечена у видов *P. zangezura*, *P. balansae*, некоторых образцов груши кавказской и иволистной. Более вредоносным заболеванием является бурая пятнистость или энтомоспориоз (*Entomosporium maculatum* Lev.), относительно устойчивы (2 балла) виды *P. complexa*, *P. zangezura* и *P. balansae*.

Наиболее вредоносное заболевание – белая пятнистость или септориоз (*Septoria piricola* Desm.). Высокая устойчивость (1 балл) отмечена у видов *P. zangezura*, *P. balansae*, некоторых форм груши кавказской и иволистной. Относительно устойчив вид *P. pubescens*.

Видов с комплексной устойчивостью к грибным болезням нами не выявлено.

Средневосприимчивыми (поражение не более 2 баллов) являются виды *P. zangesura*, *P. balansae*.

Сильновосприимчивыми (поражение более 2 баллов) являются виды: *P. caucasica*, *P. salicifolia*, *P. pubescens*, *P. complexa*, *P. syriaca*, *P. elata*, *P. medvedevii*.

Следует отметить, что наблюдаются значительные внутривидовые различия груши кавказской и иволистной по степени устойчивости к грибным заболеваниям.

Наиболее вредоносным заболеванием для изучаемых образцов груши кавказской оказалась белая пятнистость. Более 50% образцов имели поражение 3–4 балла. Выделено всего четыре формы, обладающие устойчивостью к указанному заболеванию: *P. caucasica* №6, Б-69-107, 67-Чр-250, Ур-69-1.

Бурая пятнистость оказалась менее вредоносным заболеванием. Более 50% образцов имели поражение 2 балла. Сильное поражение имели более 30% образцов. Выделено 12 устойчивых форм (поражение 1 балл): Б-69-89, Б-69-91, 67-БЗ-71, 67-Б-190, Ард-69-19, Тер-69-21, Тер-69-21, Арг-69-32, Арг-69-34, Касп-69-60, Касп-69-71.

Изучаемые образцы груши кавказской оказались более всего устойчивы к парше. Более 40% форм имели поражение 1 балл. Выделено 12 форм, с высокой устойчивостью к парше (поражение 0 баллов): *P. caucasica* № 3, Б-69-87, Л-69-104, Л-69-106, 67-Т-92, 67-Т-108, Б-69-107, 67-Чр-250, Ур-69-1, Арг-69-34, Касп-69-73, Самур-69-47.

Выделены образцы груши кавказской с комплексной устойчивостью к изучаемым грибным заболеваниям: 67-Б-190, 67-Чр-250, Ур-69-1, Арг-69-34. Наибольшее количество устойчивых к грибным болезням образцов происходит из центральной и западной части Кавказа.

Что касается груши иволистной, то большинство образцов, представленных в коллекции, достаточно устойчивы к парше листьев, поражение не более 2 баллов. Поражение бурой и белой пятнистостями сильное и примерно равнозначное. Выделены формы груши иволистной Касп-69-37 и Касп-69-66 – устойчивые к грибным болезням.

Выводы

У кавказских видов груши установлено значительное разнообразие морфологических признаков, в том числе и имеющих диагностическое значение. Выделены образцы с необычными для западных видов признаками: опадающими чашелистиками (*P. caucasica*, *P. salicifolia*, *P. syriaca*), уменьшенным числом семенных камер (2–4) в плодах (*P. salicifolia*, *P. syriaca*, *P. zangesura*). В соответствии с законом гомологических рядов Н. И. Вавилова подобное разнообразие вероятно и для других видов, что следует учитывать при совершенствовании систематики рода *Pyrus*.

В условиях Адыгеи высокая влажность в летний период вызывает активное развитие грибных болезней, к которым большинство кавказских видов груши неустойчивы. Относительно устойчивы к парше, бурой и белой пятнистостям виды *P. zangezura*, *P. balansae*, некоторые формы груши кавказской и иволистной. Выделены образцы *P. caucasica* с высокой устойчивостью к парше, к бурой пятнистости относительно устойчив вид *P. complexa*, к белой пятнистости – *P. pubescens*

Изучаемые виды груши в условиях Адыгеи обладают достаточно хорошей зимостойкостью, переносят зимний период без особых повреждений. Относительно высокой морозоустойчивостью обладают представители видов *P. salicifolia*, *P. medvedevii*, а также некоторые формы *P. caucasica*: Шали-69-36 (долина р. Аргун), 67-БЗ-71 (долина р. Теберда), Б-69-78 (долина р. Белая)

Высокую устойчивость к заморозкам проявил образец *P. salicifolia* №1, поздноцветущие образцы *P. balansae*, *P. zangezura* №2, *P. caucasica* Касп-69-57, Касп-69-76, 67-БЗ-11, 67-БЗ-37, 67-БЗ-39, 67-БЗ-40, 67-БЗ-71, 67-Т-79 (долины рек Большой Зеленчук, Теберда), Б-69-78, Б-69-94, Б-69-107 (долина р. Белая).

Относительно высокой засухоустойчивостью характеризуются представители видов *P. caucasica*, *P. salicifolia*, *P. syriaca*. Низкая засухоустойчивость отмечена у видов *P. zangezura*, *P. complexa* и *P. elata*.

Наиболее скороплодными и урожайными в условиях Адыгеи являются некоторые формы груши кавказской и иволистной, представители видов *P. balansae*, *P. zangezura*, что является свидетельством их хорошей адаптации. Поздно вступают в плодоношение и очень слабо плодоносят представители видов *P. pubescens* и *P. syriaca*.

Виды *P. salicifolia*, *P. complexa*, *P. medvedevii*, *P. pubescens*, *P. syriaca*, *P. elata* и гибриды с их участием обладают высокими декоративными свойствами и могут быть использованы для озеленения и селекции декоративных форм.

References/Литература

Apuhtina E. M., *Bandurko I. A.* Frost species of pear (Pyrus L.) (Morozoustojchivost vidov grushi (Pyrus L.) // Materialy XVI Nedeli nauki MGTU. Maikop: Ayaks, 2008, pp. 190–192 [in Russian] (*Апухтина Е. М.*, *Бандурко И. А.* Морозоустойчивость видов груши (Pyrus L.) // Материалы XVI Недели науки МГТУ. Майкоп: Аякс, 2008. С. 190–192.).

Apuhtina E. M., *Semenova L. G.* et all. Water regime of the species of the genus *Pyrus* L. (Vodnyj rezhim vidov roda *Pyrus* L.) // Trudy KubGAU. № 2 (11). Krasnodar, 2008, pp. 116–119 [in Russian] (*Апухтина Е. М.*, *Семенова Л. Г.* и др. Водный режим видов рода *Pyrus* L. // Труды КубГАУ. N 2 (11). Краснодар, 2008. С. 116–119).

Vavilov N. I. Wild relatives of fruit trees Asian part of the USSR and the Caucasus and the problem of the origin of fruit-trees (Dikie rodichi plodovykh derev`ev aziatskoj chaste SSSR i Kavkaza i problema proiskhozhdeniya plodovykh derev`ev) // Bulletin of applied botany, genetics and plant-breeding. 1931, vol. 26, iss. 3, pp. 85–107 [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Дикие родичи плодовых деревьев азиатской части СССР и Кавказа и проблема происхождения плодовых деревьев // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1931. Т. 26. Вып. 3. С. 85–107).

Daguzieva Z. Sh., *Bandurko I. A.* et all. The state of the water regime of Caucasian pear forms and their resistance to dehydration and high temperature (Sostoyanie vodnogo rezhima form grushi kavkazskoj i ikh ustojchivost` k obezvozhivaniyu i vysokim temperaturam) // Trudy KubGAU. N 2 (11). Krasnodar, 2008, pp. 144–147 [in Russian] (*Дагужиева З. Ш.*, *Бандурко И. А.* и др. Состояние водного режима форм груши кавказской и их устойчивость к обезвоживанию и высоким температурам // Труды КубГАУ. № 2 (11). Краснодар, 2008. С. 144–147).

Daguzieva Z. S., *Bandurko I. A.* Polymorphism on Caucasian pear fruit characteristics (Polimorfizm grushi kavkazskoj po priznakam ploda) // Trudy KubGAU, no 1

(28) Krasnodar, 2011, pp. 65–69 [in Russian] (*Дагужиева З. Ш., Бандурко И. А.* Полиморфизм груши кавказской по признакам плода // Труды КубГАУ. № 1 (28). Краснодар, 2011. С. 65–69).

Zhukovsky P. M. Pear (Pyrus L.) // In: Kul'turnye rastenija i ih sorodichi. Leningrad: Kolos, 1971, pp. 448–462 [in Russian] (*Жуковский П. М.* Груша (Pyrus L.) // В кн.: Культурные растения и их сородичи. Л.: Колос, 1971. С. 448–462).

Kabulov A. Z. Bioresource potential of Caucasian pear (Pyrus caucasica Fed.) on the slopes of the Republic of South Ossetia (Bioresursnyj potencial grushi kavkazskoj (Pyrus caucasica Fed.) na gornykh sklonakh respubliki Yuzhnaya Osetiya) // Avtoref. disser. … kand. biol. nauk. Vladikavkaz, 2012, 23 p. [in Russian] (Кабулов *А. З.* Биоресурсный потенциал груши кавказской (Pyrus caucasica Fed.) на горных склонах республики Южная Осетия // Автореф. дисс. … канд. биол. наук. Владикавказ, 2012. 23 с.).

Kuznetsov P. V. Intraspecific variation pears salicaria P. salicifolia Pall. and its practical use (Vnutrividovaya izmenchivost` grushi ivolistnoj P. salycifolia Pall. i prakticheskoe ee ispol`zovanie) // Agricultural biology. 1983, no. 6, pp. 70–73 [in Russian] (*Кузнецов П. В.* Внутривидовая изменчивость груши иволистной P. salicifolia Pall. и практическое ее использование // С.-х. биология. 1983. № 6. С. 70–73).

Nesterov Ya. S., Majorova V. I. et all. International classification CMEA subfamily Maloideae. Leningrad: VIR, 1989, 38 p. [in Russian] (*Нестеров Я. С., Майорова В. И.* и др. Международный классификатор СЭВ подсемейства Maloideae. Л.: ВИР, 1989. 38 с.).

Program and methodology of studying the collection of fruit, berry, subtropical, nut crops and grapes (Programma i metodika izucheniya kollekcii plodovykh, yagodnykh, subtropicheskikh, orekhoplodnykh kul`tur i vinigrada). Leningrad: VIR, 1970, 162 p. [in Russian] (Программа и методика изучения коллекции плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных культур и винограда. Л.: ВИР, 1970. 162 с.).

Program and methodology of the study of fruit, berry and nut crops (Programma i metodika izucheniya kollekcii plodovykh, yagodnykh, orekhoplodnykh kul`tur) / Pod red. E. N. Sedova, T.P. Ogoltzovoi. Orel: VNIISPK, 1999, 606 p. [in Russian] (*Программа и методика* сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под редакцией Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. Орел: Из-во ВНИИСПК, 1999. 606 с.).

*Savel`ev N. I.* et al. Frost resistance forms Caucasian pear (Morozoustojchivost` form grushi kavkazskoj) // E`entuziasty agrarnoj nauki. Iss. 4. Krasnodar: KubGAU, 2005, pp. 450–453 [in Russian] (*Савельев Н. И.* и др. Морозоустойчивость форм груши кавказской // Энтузиасты аграрной науки. Вып. 4. Краснодар: КубГАУ, 2005. С. 450–453).

Tuz A. S. Pyrus L. – Pear // In: Flora of cultivated plants. Vol. 14. Pome fruits. Moscow: Kolos, 1983, pp. 126–234 [in Russian] (*Туз А. С.* Pyrus L. – Груша // В кн.: Культурная флора СССР. Т. 14. Семечковые. М.: Колос, 1983. С. 126–234).

Tuz A. S., Bandurko I. A. Diagnostic characters of species of the genus Pyrus L. // Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding. 2007, vol. 164, pp. 218–

224 [in Russian] (*Туз А. С.*, *Бандурко И. А.* Диагностические признаки видов рода Pyrus L. – Груша // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2007. Т. 164. С. 218–224).

Burmistrov L.: 1995. New Crops and Wild Fruits and Nuts. http://www.newcrops.uq.edu.au/acontac/papers/burmist2.htm (6.10.2011).

Hoffer M., *Flachowsky H.* et al. Assessment of phenotypic variation of Malus orientalis in the North Caucasus region // Genetic Resourses and Crop Evolution. Vol. 59. N. 8. December 2012. DOI 10.1007/s10722-012-9935-2

УДК 631. 527: 634.
DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-91-109

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ В СЕЛЕКЦИИ ЯБЛОНИ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С. А. Макаренко[1], И. П. Калинина[2]
[1]Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-Алтайское», 649000, Россия, г. Горно-Алтайск, ул. Плодовоягодная, 47, e-mail: sirius0775@mail.ru
[2]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М. А. Лисавенко, 656045, Барнаул, Змеиногорский тракт, 49

Актуальность. Ведущая плодовая культура на юге Западной Сибири – яблоня, сортимент которой постоянно совершенствуется. Адаптивная селекция культуры направлена на создание зимостойких, устойчивых к болезням, высокоурожайных сортов интенсивного типа с повышенным качеством плодов и остается актуальной в долговременной перспективе. **Материал и методика.** Объектами исследований явились 378 коллекционных сортообразцов и селекционный фонд яблони. Изучение коллекции яблони проводили по общепризнанным методикам. **Результаты и заключение.** Определяющим признаком жизнеспособности и продуктивности в суровых условиях Сибири является зимостойкость. Подмерзание сортов яблони происходит в экстремальные зимы в конце октября и начале ноября, в середине зимы и в марте. В низкогорье Алтая выделены доноры высокой зимостойкости алтайской селекции ‘Алтайское багряное’, ‘Алтайский голубок’, ‘Горноалтайское’, ‘Ермаковское горное’, ‘Пепинка алтайская’, ‘Ранетка целинная’, 2-37-836, 45-37-197, 11-61-295, 1-63-1046, 1-63-4909, среди интродуцированных видо- и сортообразцов – *Malus baccata* (L.) Borhk., ‘Добрыня’, ‘Красноярское зимнее’, ‘Лалетино’, ‘Ранетка Ермолаева’, ‘Ранетка пурпуровая’, ‘Нежное забайкальское’. Источниками признака являются сортообразцы ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Алтайское румяное’, ‘Баяна’, ‘Золотая тайга’, ‘Сувенир Алтая’, ‘Толунай’, 2-76-11300, 2-76-11276, Co-81-907.

Самой вредоносной болезнью яблони является парша – *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter. Результативным по выделению устойчивых к парше генотипов является вовлечение в гибридизацию сортообразцов с высокой полевой устойчивостью *M. baccata* 1/1, ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Баяна’, ‘Горноалтайское’, ‘Зимний шафран’, ‘Нежное забайкальское’, ‘Толунай’, 3-84-3607, Co 06-K1; среднеустойчивых *M. baccata* 23/2, ‘Золотая тайга’, ‘Пепинка алтайская’; восприимчивых 18-9, 32-26, ‘Алтайский голубок’, ‘Ранетка пурпуровая’, ‘Ранетка Ермолаева’ и гетерозиготных доноров иммунитета (*Rvi* 6): ‘Свежесть’, ‘Максат’, ‘Заман’, ‘Болотовское’, ‘Первоуральская’, ‘Florina’, ‘Redfree’, ‘Prima’, 30-47-88 (4x); *Rvi* 5: 4-95-2, 6-95-1, 7-95-10; (*Rvi* 6 + *Rvi* 17): 12-82-1816.

В низкогорье Алтая создан и изучен обширный генофонд яблони, выявлена степень выраженности основных хозяйственно полезных признаков. По результатам гибридологического анализа рекомендованы сортообразцы как доноры и источники желаемых признаков при подборе исходного материала в селекции. Всего в Горно-Алтайске создано 34 сорта яблони.

Современный генетический потенциал яблони позволяет вести адаптивную селекцию для суровых условий Сибири по созданию высокозимостойких сортообразцов с высокой ежегодной урожайностью, высокой полевой устойчивостью или иммунитетом к парше, монилиозу, а также заболеваниям коры и древесины, со средней массой плодов 110–120 г, различного срока созревания с F_1, F_2, F_3, F_4 *M. baccata*. Особое внимание необходимо уделить получению сортообразцов с повышенным качеством плодов для потребления в свежем виде, с продолжительным сроком хранения и пригодных для переработки.

Ключевые слова: яблоня, источник, зимостойкость, устойчивость к парше, крупноплодность, вкус плодов.

GENETIC POTENTIAL OF APPLE-TREE BREEDING IN THE SOUTH OF WEST SIBERIA

S. A. Makarenko[1], I. P. Kalinina[2]

[1]Federal State Unitary Enterprise "Gorno-Altaiskoye",
47, Plodovoyagodnaya, Gorno-Altaisk, Russia, 649000, e-mail: sirius0775@mail.ru
[2]Lisavenko Research Institute of Horticulture for Siberia
49, Zmeinogorskiy trakt, Barnaul, Russia, 656045

DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-91-109

Background. The leading fruit crop in the south of West Siberia is apple-tree, the assortment of which is constantly improved. Adaptive breeding of the crop is aimed at the development of winter-hardy, disease resistant, high-yielding cultivars of intensive type with improved quality of fruit, and it will remain topical in future. **Materials and methods.** 378 varietal accessions from the collection and breeding apple-tree pool were the objects of research. Studying the apple collection was conducted by conventional means. **Results and conclusion.** The defining character of viability and productivity in severe conditions of Siberia is winter-hardiness. Freezing of apple cultivars takes place in extreme winters in the end of October and the beginning of November, in the middle of winter and in March. Donors of high winter-resistance of Altai breeding have been selected in the lowlands of Altai: ‘Altaiskoye Bagryanoye’, ‘Altaiskiy Golubok’, ‘Gornoaltaiskoe’, ‘Yermakovskoe Gornoye’, ‘Pepinka Altaiskaya’, ‘Ranetka Tselinnaya’, 2-37-836, 45-37-197, 11-61-295, 1-63-1046, 1-63-4909, among introduced speciefic and varietal samples – *Malus baccata* (L.) Borhk., ‘Dobrynya’, ‘Krasnoyarskoye Zimneye’, ‘Laletino’, ‘Ranetka Yermolayeva’, ‘Ranetka Purpurovaya’, ‘Nezhnoye Zabaikalskoye’. Varietal samples ‘Altaiskoye Purpurovoye’,

‘Altaiskoye Rumyanoye, ‘Bayana’, ‘Zolotaya Taiga’, ‘Suvenir Altaya’, ‘Tolunai’, 2-76-11300, 2-76-11276, Co-81-907 are the character’s sources.

The most harmful apple-tree disease is scab – *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter. Good results in breeding scab resistant genotypes are provided by involvement of varietal samples with high field resistance in hybridization, such as *M. baccata* 1/1, ‘Altaiskoye Purpurovoye’, ‘Bayana’, ‘Gornoaltaiskoye’, ‘Zimniy Shafran’, ‘Nezhnoye Zabaikalskoye’, ‘Tolunai’, 3-84-3607, Co 06-K1; those with average resistance: *M. baccata* 23/2, ‘Zolotaya Taiga’, ‘Pepinka Altaiskaya’; susceptible ones: 18-9, 32-26, ‘Altaiskiy Golubok’, ‘Ranetka Purpurovaya’, ‘Ranetka Yermolayeva’ and heterozygous donors of immunity (*Rvi* 6): ‘Svegest’, ‘Maxat’, ‘Zaman’, ‘Bolotovskoye’, ‘Pervouralskaya’, ‘Florina’, ‘Redfree’, ‘Prima’, 30-47-88 (4x); *Rvi* 5: 4-95-2, 6-95-1, 7-95-10; (*Rvi* 6 + *Rvi* 17): 12-82-1816.

In the lowlands of Altai a large apple gene pool has been developed and studied, the degree of expression of the main economically valuable traits has been found out. According to the results of hybridological analysis varietal samples are recommended as donors and sources of desirable features when choosing the initial material for breeding. All in all, 34 apple cultivars have been developed in Gorno-Altaisk.

The present-day genetic potential of apple-tree gives a possibility to carry out adaptive breeding for severe conditions of Siberia aimed at the development of high-resistant varietal samples with high annual yield, high field resistance and immunity to scab, moniliose as well as to bark and wood diseases, with the average mass of fruit 110–120 g and different ripening period with F_1, F_2, F_3, F_4 of *M. baccata*. A special attention should be paid to varietal samples with improved quality of fruits for consumption in fresh conditions with continuous period of storage and available for processing.

Key words: Apple, source, hardiness, resistance to scab, large-fruited, the taste of fruit.

Введение

Яблоня – ведущая плодовая культура. Тщательный подбор исходных форм, большой объем гибридизации, критические фоны по зимостойкости, устойчивости к болезням и вредителям, качественное первичное и конкурсное сортоизучение позволили селекционерам Сибири за короткий период времени сформировать и кардинально улучшить сортимент яблони (Pomology, 2005).

В суровых климатических условиях юга Западной Сибири, именно сорт решает успех плодоводства. Современные сорта яблони, полученные в низкогорье Алтая, позволяют закладывать адаптивные насаждения с высокой урожайностью. Полевая толерантность сортов к болезням и вредителям позволяет до минимума сократить химическую нагрузку на

агроценоз и получать экологически чистые плоды, пригодные для потребления в свежем виде и для переработки.

Современный сортимент яблони для юга Западной Сибири нельзя назвать совершенным, и работа по его улучшению в долговременной перспективе остается актуальной. Повышение у потребителей требований к качеству плодов, а также моральное старение сортов вызывает необходимость продолжения работы над созданием сортов с повышенным качеством плодов. В последнее время отмечено повышение вредоносности монилиоза, а также грибных болезней коры и древесины. Мобилизация и создание генотипов яблони устойчивых и иммунных к болезням и вредителям позволит быстро реагировать на возникающие проблемы связанных с появлением новых рас, усилением вирулентности существующих, потерей устойчивости сортов.

Материалы и методы исследований

Работа выполнена в условиях низкогорья Алтая сотрудниками отдела горного садоводства Научно-исследовательского института садоводства Сибири имени М. А. Лисавенко (НИИСС) до 2011 г. и Федерального государственного унитарного предприятия «Горно-Алтайское» с 2011 г. Объекты исследований – гибриды 1982–2006 гг. скрещивания, сорта и формы первичного сортоизучения. На 1 января 2016 г. гибридный фонд насчитывает 18 024 гибрида, в коллекции 378 сортообразцов. Селекция и сортоизучение проведены в соответствии с общепринятыми программами и методиками (Program and methodology…, 1995; Program and methodology…, 1999).

Результаты и обсуждения

В селекции яблони определен комплекс хозяйственно полезных показателей для сорта (Kichina, 2011), который может корректироваться селекционером применительно к своей зоне. Главным признаком, определяющим жизнеспособность сорта и продуктивность насаждений яблони, в Сибири является зимостойкость. За время наблюдений и селекции яблони в низкогорье Алтая с 1936 по 2015 гг. было 14 неблагоприятных осенне-зимних периодов с понижением температуры воздуха до –52,5°С (1937/38 гг.), которые вызвали подмерзание деревьев яблони от слабой до сильной степени. Сорта яблони местной селекции с вызревшей древесиной при благоприятных условиях закаливания не подмерзают и реализуют свою продуктивность после зимних периодов с

минимальной температурой воздуха от –41,4 до –42,5°С без сочетания с критическими низкими температурами воздуха в октябре – ноябре и резких перепадов температуры воздуха в ноябре – декабре и марте. Такими были годы 1949/50 (2128,6°С) – минус 41,4°С; 1953/54 (2184,0°С) – минус 38,5°С; 1954/55 (2046,1°С) – минус 38,5°С; 1955/56 (2009,8°С) – минус 42,3°С; 1959/60 (2132,5°С) – минус 40,6°С; 1965/66 (1816,1°С) – минус 42,5°С (Makarenko, 2013).

Повреждение надземной части сортов яблони в зимний период на юге Западной Сибири, а в частности в низкогорье Алтая, происходит при резком понижении температуры воздуха в конце октября и начале ноября, а также при критических понижениях температуры воздуха и продолжительных морозных периодах в середине зимы, в редкие годы при резком понижении температуры воздуха и возвратных похолоданиях в марте. Наиболее сильные повреждения яблоня получает в зимние периоды с продолжительными морозными периодами, суммой отрицательных температур от 1998 до 2772°С без сочетания с минимальными температурами воздуха. Повреждения проявляются в гибели скелетных ветвей, обрастающей древесины, плодовых образований, в отдельных случаях всей или большей части кроны деревьев, ожогах коры различной степени, повреждении коры в развилках, плодовых образований и зачатков цветков. На современном этапе актуальным остается оценка потенциала устойчивости существующего генофонда яблони, а также поиск и создание новых источников (предбридинг) высокой зимостойкости для дальнейшей селекции.

Фундаментом сибирских сортов, пригодных для возделывания на юге Западной Сибири, являются *Malus baccata* (L.) Borhk. и *M.* × *prunifolia* (Willd.) Borkh., высокозимостойкие и зимостойкие сорта F_1, F_2, F_3 от *M. baccata* сибирской, уральской и американской селекции (Kalinina, 1976, Kalinina et al., 2010).

На основе анализа гибридного фонда донорами высокой зимостойкости являются сортообразцы НИИ садоводства Сибири (НИИСС) ‘Алтайское багряное’, ‘Алтайский голубок’, ‘Горноалтайское’, ‘Ермаковское горное’, ‘Пепинка алтайская’, ‘Ранетка целинная’, 2-37-836, 45-37-197, 11-61-295, 1-63-1046, 1-63-4909, среди интродуцированных видо- и сортообразцов – *M. baccata*, ‘Добрыня’, ‘Красноярское зимнее’, ‘Лалетино’, ‘Ранетка Ермолаева’, ‘Ранетка пурпуровая’, ‘Нежное забайкальское’. Источниками признака являются сортообразцы ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Алтайское румяное’, ‘Баяна’, ‘Золотая тайга’, ‘Сувенир Алтая’, ‘Толунай’, 2-76-11300, 2-76-11276, Co-81-907 (табл. 1). Наиболее зимостойкие гибриды получены в различных комбинациях насыщающих скрещиваний при использовании в качестве отцовской исходной формы сортов ‘Антор’, ‘Мезенское’, ‘Московское зимнее’, ‘Орлик’, ‘Орловское полосатое’,

‘Северный синап’, ‘Слава победителям’, ‘Фетовское’, ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Горноалтайское’, ‘Ермаковское горное’, ‘Пепинка алтайская’, ‘Сувенир Алтая’, ‘Феникс алтайский’, ‘Welsy’.

С 2007 г. в гибридизацию привлечены формы *M. baccata* 1/1 (форма из Всероссийского научно-исследовательского института генетики и селекции плодовых растений – ВНИИГиСПР), а также *M. baccata* 23/2, *M. baccata* 20/2 зимостойкие и высокоурожайные отборные формы Г. В. Васильченко с донорами и источниками высокого качества плодов по размеру, вкусу, плотности мякоти, срокам созревания и продолжительности хранения, сдержанной силе роста, спуровому типу плодоношения: ‘Апорт АС’, ‘Атласное’, ‘Бархат осени’, ‘Золотая корона’, ‘Марго’, ‘Память есаулу’, ‘Салют Крыму’, ‘Талида’, ‘Фламенко’, ‘Щит’, ‘Breburn’, ‘Gala’, ‘Golden B’, ‘Gold rush’, ‘Florina’, ‘Fuji’, ‘McIntosh’, ‘Mutsu’ (3x).

Умеренная температура воздуха в период вегетации 17–20°С и среднемноголетнее количество осадков 738 мм в низкогорье Алтая обеспечивают критический фон благоприятный для развития парши яблони и других грибных заболеваний, а также для отбора генотипов с высокой полевой устойчивостью к инфекции. На каждом этапе селекции яблони получены сорта, сохраняющие устойчивость к парше и превосходящие по признаку предыдущие.

По результатам гибридологического анализа и многолетних исследований выделены источники полигенной устойчивости к парше – ‘Алтайское багряное’, ‘Алтайский голубок’, ‘Алтайское румяное’, ‘Горноалтайское’, ‘Ермаковское горное’, ‘Красноярское зимнее’, ‘Пепинка алтайская’, 11-61-295, 1-63-4909, 1-63-1046. Аналогичные результаты нами получены на основании учета степени поражения паршой гибридов яблони, полученных с их участием, на искусственном инфекционном фоне в открытом грунте (Makarenko, Artyukh, 2015a). В группах с устойчивыми и среднеустойчивыми исходными формами, а также в комбинациях восприимчивой материнской исходной формы с сортом ‘Mutsu’ (3x) доля гибридов без признаков поражения и устойчивых к парше составляет от 63 до 88%.

По результатам анализа искусственного заражения установлено, что источниками горизонтальной (полигенной) устойчивости являются материнские исходные формы *M. baccata* 1/1, *M. baccata* 23/2, ‘Алтайский голубок’, ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Алтайское багряное’, ‘Горноалтайское’, ‘Золотая тайга’, ‘Нежное забайкальское’, ‘Пепинка алтайская’, ‘Ранетка пурпуровая’, ‘Ранетка Ермолаева’, ‘Сувенир Алтая’, ‘Толунай’. Со-81-907, 18-9, 32-26, в комбинациях с отцовскими исходными формами – ‘Ароматное’, ‘Апорт АС’, ‘Белорусский синап’, ‘Баяна’, ‘Восход’, ‘Жаркын’,

‘Наследница юга’, ‘Память есаулу’, ‘Талида’, ‘Фея’, ‘Gala’, ‘Golden B’, ‘Mutsu’ (3x), 25-37-45 (4x), ‘McIntosh’ (4x). При грамотном подборе исходных форм возможно выделение устойчивых к парше форм в комбинациях восприимчивых сортообразцов ‘Mutsu’ (3x), ‘McIntosh’ (4x), носителей других хозяйственно-ценных признаков.

Положительные результаты по созданию сортов, устойчивых к парше, на полигенной основе существенно дополняет работа с моногенной устойчивостью. В комбинациях сортообразцов, имеющих разную полевую устойчивость к парше, с гетерозиготными донорами иммунитета у гибридов отмечена разнообразная норма реакции на искусственное заражение свежей инфекцией парши в полевых условиях. Значительная часть гибридов имеет 2 и 3-й класс поражения в виде хлоротичных и небольших некротических пятен со слабым спороношением. Выявлено повышенное количество устойчивых к парше гибридов, как по комбинациям, так и по группам скрещивания от 59 до 99% (Makarenko, Artyukh, 2015b).

Результативным по выделению устойчивых гибридов к парше является скрещивание сортообразцов с высокой полевой устойчивостью *M. baccata* 1/1, ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Баяна’, ‘Горноалтайское’, ‘Зимний шафран’, ‘Нежное забайкальское’, ‘Толунай’, 3-84-3607, Co 06-K1; среднеустойчивых *M. baccata* 23/2, ‘Золотая тайга’, ‘Пепинка алтайская’; восприимчивых 18-9, 32-26, ‘Алтайский голубок’, ‘Ранетка пурпуровая’, ‘Ранетка Ермолаева’ с гетерозиготными донорами иммунитета (*Rvi* 6): ‘Свежесть’, ‘Максат’, ‘Заман’, ‘Болотовское’, ‘Первоуральская’, ‘Florina’, ‘Redfree’, ‘Prima’, 30-47-88 (4x); *Rvi* 5: 4-95-2, 6-95-1, 7-95-10; (*Rvi* 6 + *Rvi* 17): 12-82-1816.

Гибриды, отобранные в селекционный сад после искусственного заражения паршой, сохраняют устойчивость в полевых условиях.

С целью расширения генетического полиморфизма селекционного потомства следует привлечь иммунные и с высокой полевой устойчивостью к парше сортообразцы селекции РУП «Институт плодоводства» (Беларусь), полученные от внутрисортовых скрещиваний культигенного комплекса *M.* × *domestica* Borkh., а также F_3 *M. sieboldii* (Regel) Rehd. и F_2 *M. coronaria* (L.) Mill. (Kozlovskaja, 2015).

Адаптивность сортов, полученных на юге Западной Сибири, к условиям зимнего и вегетационного периодов обеспечивает высокую и ежегодную продуктивность насаждений яблони. Средняя урожайность сортов яблони в низкогорье Алтая за ротацию (15 лет плодоношения) со схемой питания 6 × 4 м составляет ‘Ранетка пурпуровая’ – 106 ц/га, ‘Ранетка целинная’ – 143, ‘Ранетка плодородная’ – 158, ‘Алтайский голубок’ – 208, ‘Алтайское золотое’ – 187, ‘Алтайское раннее’

– 121, ‘Горноалтайское’ – 158, ‘Пепинка алтайская’ – 216, ‘Ермаковское горное’ – 146, ‘Сурхурай’ – 135, ’Баяна’ – 123, ‘Горный синап’ – 123, ‘Поклон Шукшину’ – 116, ‘Толунай’ – 168, ‘Шушенское’ – 118, ‘Феникс алтайский’ – 130. Сорта яблони, интродуцированные из других районов Сибири и Урала, зачастую не реализуют в полной мере свою продуктивность, как правило, из-за недостаточной зимостойкости и устойчивости плодов к парше.

Привлечение в селекционный процесс урожайных и ежегодно плодоносящих сортообразцов F_1, F_2, F_3 позволяет получить продуктивные гибриды, а перечисленные сорта являются источниками признака, который хорошо передают гибридному потомству.

В зоне северного садоводства существенно возросли требования к качеству плодов. Современные сорта наряду с зимостойкостью и устойчивостью к болезням должны иметь среднюю массу плодов 110–125 г, привлекательный вид, хороший вкус, а сорта с осенним сроком созревания – продолжительный период хранения.

Положительные результаты по увеличению массы плодов получены в насыщающих комбинациях скрещивания F_1 *M. baccata* × *M.* ×*domestica*. Среди гибридов мелкоплодными полукультурками с массой плодов 16–30 г являются от 55 до 72%, от 7 до 11% – с массой плодов от 31 до 50 г и 1–2% – с массой 51–70 г.

В F_3 и F_4 влияние генотипа *M. baccata* в наследовании массы плода существенно ослабляется, хотя и выщепляются сеянцы с массой плодов 2–9 г, но до 4% увеличивается доля гибридов с массой плодов крупнее 71 г и от 2 до 5% с массой более 90 г.

Положительные результаты получены от скрещивания сибирских сортов между собой. В гибридных семьях от 18 до 52% сеянцев имеют плоды типа ранеток и мелкоплодных полукультурок, от 18 до 43% – типа среднеплодных полукультурок (31–50 г). Гибриды в группах скрещивания между алтайскими сортообразцами ($F_2 \times F_2$, $F_2 \times F_3$, $F_2 \times$ Co, $F_3 \times F_2$, $F_3 \times F_3$, $F_3 \times$ Co, Co $\times F_2$, Co $\times F_3$) по массе плодов занимают промежуточное положение между гибридами второго и третьего поколения сибирской яблони. Гетерозиготность исходных форм обеспечивает появление гибридов с массой плодов от 3 до 175 г. Наличие от 19 до 30% гибридов с массой плодов более 50 г свидетельствует о перспективности этих групп скрещиваний. Во всех группах скрещивания (кроме $F_1 \times$ КС) выявлено проявление в гибридном потомстве положительной трансгрессии по массе плодов.

В дальнейшей селекционной работе по созданию адаптированных сортов с массой плодов 40 г и более целесообразно использовать доноры: ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Алтайское румяное’, ‘Баяна’, ‘Горный синап’,

‘Ермаковское горное’, ‘Толунай’, ‘Феникс алтайский’, 11-61-295, 1-63-4909; источники: ‘Алтайское янтарное’, ‘Сурхурай’, ‘Поклон Шукшину’, ‘Шушенское’, ‘Юнга’; элитные формы 4-65-7823, 4-65-7890, 12-82-1816, 7-95-3, 7-95-4, 6-95-1.

Таблица 1. Доноры и источники хозяйственно полезных признаков, выделенные в низкогорье Алтая в период с 1976 по 2014 гг.
Table 1. Donors and sources of economically valuable traits selected in the lowland of Altai within the period from 1976 up to 2014.

Признак	Донор, источник
Высокая зимостойкость	*доноры*: Алтайское багряное, Алтайский голубок, Горноалтайское, Ермаковское горное, Пепинка алтайская, Ранетка целинная, 2-37-836 (Ранетка пурпуровая × Пепин шафранный), 4-37-197 (Ранетка пурпуровая × Бельфлер-китайка), 11-61-295 (Горноалтайское × Бельфлер-китайка), 1-63-1046, 1-63-4909 (Алтайский голубок × Фолвел), *M. baccata*, 18-9 (КВ5 × *M. baccata*), 32-26 (*M. baccata* × КВ5), Добрыня, Красноярское зимнее, Лалетино, Ранетка Ермолаева, Ранетка пурпуровая, Нежное забайкальское; *источники*: Алтайское пурпуровое, Алтайское румяное, Баяна, Золотая тайга, Сувенир Алтая, Толунай, 2-76-11300, 2-76-11276 (Пепинка алтайская × SR0523), Co-81-907 (Co Алтайское юбилейное), Co 06-K1 (Co Президент).
Полигенная устойчивость к парше	*доноры*: *M. baccata* (устойчивая форма), Алтайское багряное, Алтайский голубок, Горноалтайское, Ермаковское горное, Пепинка алтайская, Подарок садоводам, Ранетка целинная и элитные формы 4-37-197, 11-61-295, 1-63-4909, 1-63-1046; *источники*: Алтайское пурпуровое, Антор, Новинка, Орлик, Орловское полосатое, Рекорд Мичурина; Северный синап, Фетовское, Феникс алтайский, Welsy.
Моногенная устойчивость к парше	*источники селекции НИИСС*: Поклон Шукшину, Шушенское, 2-76-11300 (Пепинка алтайская × SR0523), 2-76-11281 (Пепинка алтайская × SR0523), 12-82-1816 [Ермаковское горное × (OR40T43 + OR48T47)], 19-82-1509 [1-63-1046 × (OR40T43 + OR48T47)], 7-95-3, 7-95-4 [(Пепинка алтайская × SR0523) × Мезенское], 6-95-1 [(Пепинка алтайская × SR0523) × Коричное новое].
Высокая урожайность и регулярное плодоношение	Алтайское багряное, Алтайское крапчатое, Алтайское пурпуровое, Алтайское румяное, Алтайское янтарное, Баяна, Горноалтайское, Горный синап, Ермаковское горное, Жар птица, Зимний шафран, Нежное забайкальское, Пепинка алтайская, Поклон Шукшину, Ранетка пурпуровая, Сувенир Алтая, Сурхурай, Толунай, Феникс алтайский, Шушенское.

окончание таблицы 1

Масса плодов	*доноры*: Алтайское пурпуровое, Алтайское румяное, Ермаковское горное, Феникс алтайский, 11-61-295, 1-63-4909; *источники*: Алтайское янтарное, Сурхурай, Поклон Шукшину, Шушенское, Юнга, 4-65-7823, 4-65-7890 [Пепинка алтайская × (Пепин шафранный + Welsy + Бельфлер-китайка)], 12-82-1816, 7-95-3, 7-95-4, 6-95-1; *интродуцированные источники*: Бельфлер-китайка, Орловское полосатое, Орлик, Северный синап, Фетовское, Welsy.
Высокие вкусовые качества плодов	*доноры*: Алтайское багряное, Алтайское пурпуровое, Горноалтайское, Ермаковское горное, Осенняя радость Алтая, Феникс алтайский; *интродуцированные источники*: Бельфлер-китайка, Зимнее полосатое, Мезенское, Московское зимнее, Новинка, Орлик, Орловское полосатое, Фетовское, Фолвел, Melba, Welsy.
Биохимический состав плодов	*источники высокого содержания растворимых сухих веществ* (более 17%): Алпек, Алтайское багряное, Алтайское бархатное, Алтайское лежкое, Алтайское новогоднее, Алтайское сладкое, Алые паруса, Барнаулочка, Баяна, Коллективное, Пепинка алтайская, Ранетка целинная, Сувенир Алтая, Сюрприз, Феникс алтайский. *источники высокого содержания витамина С* (более 30 мг/100 г): Алтайское лежкое, Алтайское новогоднее, Алтайское румяное, Алтайская скороспелка, Алтайское янтарное, Барнаулочка, Горноалтайское, Ермаковское горное, Зимний шафран, Пепинка алтайская. *источники высокого содержания Р-активных соединений* (более 300 мг/100 г): Алпек, Алтайское багряное, Алтайское пурпуровое, Алтайское румяное, Горноалтайское, Доктор Куновский, Жебровское, Пепинка алтайская, Ранетка целинная, Северянка, Сувенир Алтая.
Сдержанный рост	*источники селекции НИИСС:* Алтайское багряное, Жар птица, Золотая тайга, Ермаковское горное, Осенняя радость Алтая, Толунай, Сурхурай.

Со – сортообразцы НИИСС, полученные от свободного опыления.
КС – крупноплодные сорта, полученные в европейской части России и за рубежом.
КВ – источники колонновидной формы кроны.

В насыщающих скрещиваниях в качестве отцовских форм рекомендуем использовать источники крупноплодности: ‘Ароматное’, ‘Бельфлер-китайка’, ‘Коричное новое’, ‘Мезенское’, ‘Орловское полосатое’, ‘Орлик’, ‘Северный синап’, ‘Фетовское’, ‘Welsy’, а также лучшие сравнительно зимостойкие сорта отечественной и иностранной селекции с моногенной и полевой устойчивостью к парше.

Опираясь на высокую результативность селекции яблони на полиплоидном уровне, выполненную сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК, Орел) совместно с исследователями Северо-Кавказского научно-

исследовательского института садоводства и виноградарства (СКЗНИИСиВ, Краснодар) (Sedov et al., 2008; Sedov, 2011), мы привлекли доноры диплоидных гамет ‘Welsy’ (4x), ‘McIntosh’ (4x), 25-37-45 и 30-47-88 (4x) в скрещиваниях с высокозимостойкими ранетками и полукультурками с хорошим вкусом плодов, и планируем существенно увеличить массу сортообразцов в F_2 и F_3 с сохранением высокой зимостойкости.

По результатам оценки наследования вкуса плодов в гибридных потомствах различных поколений сибирской ягодной яблони наиболее результативными являются группы скрещиваний F_2 × КС и F_3 × КС (скрещивания лучших сортов НИИСС с крупноплодными интродуцированными сортами). Выявлена возможность отбора гибридов с хорошим вкусом среди потомства от прямых и обратных скрещиваний алтайских сортов между собой.

В F_2 лишь 2–10% гибридов имеют плоды с хорошим вкусом. В F_3 и F_4 их доля по сравнению с F_2 увеличилась в 16–17 раз. Появляется возможность отбора форм с плодами очень хорошего вкуса. На наследование вкуса гибридами F_3 в равной степени влияют обе родительские формы, в F_4 наследование идет большей частью по отцовской линии.

При скрещивании сортообразцов F_2, F_3 между собой и с сортами НИИСС – сеянцами от свободного опыления крупноплодных сортов (КС), значительно больше гибридов хорошего и очень хорошего вкуса выщепляется в семьях, где обе родительские формы имеют хороший вкус.

Среди сортов НИИСС донорами хорошего вкуса плодов являются сорта: ‘Алтайское багряное’, ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Алтынай’, ‘Горноалтайское’, ‘Ермаковское горное’, ‘Осенняя радость Алтая’, ‘Феникс алтайский’. В качестве источников хорошего вкуса в селекцию привлечены сорта: ‘Баяна’, ‘Горный синап’, ‘Толунай’. Гибриды с плодами хорошего вкуса выделены в комбинациях с отцовскими исходными формами *M.* × *domestica*: ‘Бельфлер-китайка’, ‘Зимнее полосатое’, ‘Мезенское’, ‘Московское зимнее’, ‘Новинка’, ‘Орлик’, ‘Орловское полосатое’, ‘Фетовское’, ‘Фолвел’, ‘Melba’, ‘Welsy’.

В перспективе нам предстоит оценить качество плодов у гибридов, полученных с участием сортов с высоким качеством плодов российской и иностранной селекции: ‘Апорт АС’, ‘Атласное’, ‘Восход’, ‘Бархат осени’, ‘Заман’, ‘Золотая корона’, ‘Максат’, ‘Марго’, ‘Память есаулу’, ‘Салют Крыму’, ‘Талида’, ‘Фламенко’, ‘Щит’, ‘Breburn’, ‘Gala’, ‘Golden B’, ‘Gold rush’, ‘Florina’, ‘Fuji’, ‘McIntosh’, ‘Mutsu’ (3x).

Сорта яблони, полученные в НИИСС, гетерозиготные по окраске плодов. В гибридных семьях с их участием выделены гибриды с разнообразной окраской. Наиболее яркоокрашенные плоды имеют формы,

в происхождении которых участвовали сортообразцы со сплошной покровной окраской плодов: ‘Алтайское багряное’, ‘Алтайский голубок’, ‘Алтайское крапчатое’, ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Алтайское юбилейное’, ‘Горноалтайское’, ‘Пепинка алтайская’, ‘Ранетка пурпуровая’, ‘Ранетка целинная’, ‘Толунай’ и элитные формы 2-37-836, 11-61-295, 4-65-7823, 4-65-6562, 4-65-7869, 4-65-7890, 2-76-11281, 2-76-11300; из интродуцированных сортов – ‘Бельфлер-китайка’, ‘Новинка’, ‘Память воину’, ‘Орлик’, ‘Орловское полосатое’, ‘Фолвел’, ‘Melba’, ‘Welsy’.

Элементами интенсификации плодоводства является скороплодность сортов (что существенно ускоряет окупаемость вложенных затрат), а также сила роста и форма кроны.

Сорта, полученные в Сибири, являются потомками самых скороплодных видов *M. baccata* и *M.* × *prunifolia*, а целенаправленный отбор в селекционных садах позволил закрепить этот признак в современных сортах.

Наиболее скороплодные гибриды получены от доноров: ‘Алтайское багряное’, ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Баяна’, ‘Горноалтайское’, ‘Ермаковское горное’, ‘Красноярское зимнее’, ‘Лалетино’, ‘Непобедимая Грелля’, ‘Пепинка алтайская’, ‘Ранетка Ермолаева’, ‘Ранетка пурпуровая’, ‘Ранетка целинная’, ‘Северянка’, ‘Толунай’, ‘Шушенское’, 11-61-295, 4-65-6562, 4-65-7869, 4-65-7890, 2-76-11281, 2-76-11300. В насыщающих комбинациях скрещивания скороплодное потомство получено с отцовскими исходными формами ‘Антор’, ‘Десертное Исаева’, ‘Жигулевское’, ‘Зимнее полосатое’, ‘Золотая осень’, ‘Коричное новое’, ‘Мезенское’, ‘Новинка’, ‘Орлик’, ‘Орловское полосатое’, ‘Северный синап’, ‘Фетовское’, ‘Welsy’. В комбинациях скрещиваний между сортообразцами алтайской селекции возможен отбор гибридов с началом плодоношения на 4–5-й год.

По силе роста к среднерослым сортам относятся ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Поклон Шукшину’, ‘Шушенское’. Сдержанный рост дерева имеют сортообразцы ‘Алтайское багряное’, ‘Жар птица’, ‘Золотая тайга’, ‘Ермаковское горное’, ‘Осенняя радость Алтая’, ‘Пепинка алтайская’, ‘Толунай’, ‘Сурхурай’, 2-76-11281, 2-76-11300, которые передают признак своим гибридам.

Повышение интенсификации производства плодов яблони в России стало возможным с появлением первых колонновидных сортов (Kichina, 2002; Savel`eva, 2014). В условиях Сибири существующие колонновидные сорта нежизнеспособны. Короткий вегетационный и безморозный период, недостаток тепла не способствуют окончанию вегетации, полноценному вызреванию древесины, закладке плодовых почек и подготовке к зимнему периоду. Подмерзание сортообразцов происходит ежегодно. Цветковые

почки у сортов яблони алтайской селекции в зимы с критическими температурами воздуха повреждаются меньше, чем древесина и способны удовлетворительно плодоносить даже с подмерзанием древесины в 3,0 балла. У колонновидных сортообразцов селекции Всероссийского научно-исследовательского института садоводства и питомниководства (ВСТИСП, Москва) в условиях низкогорья Алтая цветковые почки вымерзают полностью при понижении температуры воздуха ниже –33°С. Лишь сорт ‘Президент’ сохраняет единичные цветки в кроне на высоте более 180 см от поверхности почвы.

Методом аналитической селекции нами получены высокозимостойкие, скороплодные формы Со-06-К1, Со-06-К2, Со-06-К3, Со-07-45 ранеточного типа с массой плодов 8–12 г осеннего срока созревания от свободного опыления сортов ‘Арбат’, ‘Останкино’, ‘Президент’. Корнесобственные сеянцы вступили в плодоношение на 4–6 год. В комбинации скрещивания ‘Толунай’ × смесь пыльцы колонновидных сортов отобрана среднезимостойкая форма со средней массой плодов 70 г осеннего срока созревания. Упомянутые образцы формируют компактную, многоствольную, редкую, очень облиственную крону, имеют ежегодное плодоношение и активно вовлечены в селекционный процесс.

О перспективности возделывания колонновидных сортов яблони в кроне высокозимостойкого скелетообразователя 3-4-98 свидетельствует работа, выполненная сотрудниками ВНИИСПК (Sedov et al., 2013). Прививка этих сортов в крону существенно снижает затраты на закладку насаждений.

На юге Западной Сибири привлечение колонновидных сортов в селекцию необходимо рассматривать в формате создания адаптированных сортов с компактной формой кроны спурового типа плодоношения.

Обеспечение населения свежей витаминной продукцией является основным вопросом плодоводства (Kalinina, 1976; Vigorov, 1979). Сибирские плоды яблони выгодно отличались от сортов европейской селекции по биохимическому составу, оценке которого у сортообразцов полученных на Алтае и интродуцированных исходных форм всегда уделяли большое внимание (Shishkina, 1973; Kalinina et al., 2010).

Варьирование количества растворимых сухих веществ в плодах исходных форм у крупноплодных сортов составило от 10,39 (‘Сибирская красавица’) до 15,30% (‘Славянка’), у полукультурок от 14,10 (4-65-4809) до 22,30% (‘Вкусное’), у ранеток от 13,85 (‘Сеянец Пудовщины’) до 22,88% (‘Непобедимая Грелля’); варьирование количества сахаров соответственно от 5,30 (Сибирская красавица) до 11,72% (‘Melba’), от 9,14 (‘Сибирское золото’) до 16,68% (‘Тунгус’), от 10,48 (‘Багрянка’ и

‘Лалетино’) до 13,68% (‘Таежное’). В плодах сибирской ягодной яблони количество сухих растворимых веществ составляет 27,23%, сахаров – 4,72%.

Алтайские сорта и отборные формы яблони от насыщающих скрещиваний F_1, F_2 и F_3 с крупноплодными сортами, по содержанию сахаров и кислот, как правило, занимают промежуточное положение в сравнении с исходными формами. Из 56 изученных сортов селекции НИИСС два сорта имеют низкое содержание растворимых сухих веществ в плодах (10,50–11,63%); 14 сортов – среднее (12,20–14,72%) и 40 сортов – высокое (15,07–20,73%). В селекции на улучшенный биохимический состав источниками высокого содержания растворимых сухих веществ (более 17%) являются сорта: ‘Алпек’, ‘Алтайское багряное’, ‘Алтайское бархатное’, ‘Алтайское лежкое’, ‘Алтайское новогоднее’, ‘Алтайское сладкое’, ‘Алые паруса’, ‘Барнаулочка’, ‘Баяна’, ‘Коллективное’, ‘Пепинка алтайская’, ‘Ранетка целинная’, ‘Сувенир Алтая’, ‘Сюрприз’, ‘Феникс алтайский’.

Таблица 2. Краткая характеристика сортов яблони НИИСС горноалтайской селекции
Table 2. Brief characteristics of LRIHS’s apple cultivars of Gorno-Altaisk breeding

Сорт	Масса плодов, г		Вкус плодов, балл	Срок потребления	Лежкость плодов, дни	Урожайность, кг с дерева		Степень подмерзания, балл	Поражения паршой, балл	
	средняя	максимальная				средняя	максимальная		листья	плоды
Алтайская скороспелка	34	59	3,5	летний	15	22	45	0-4,0	2,0	0
Алтайский голубок	21	35	3,5	летний	30	45	142	0–3,0	5,0	3,0
Алтайское бархатное	38	50	4,0	летний	60	32	70	0–3,5	4,0	2,0
Алтайское десертное	40	90	5,0	летний	20	15	58	0–3,7	5,0	2,0
Алтайское золотое	52	112	4,0	осенний	45	18	68	0–3,2	5,0	2,5
Алтайское крапчатое	56	71	4,3	летний	60	36	49	0–3,1	3,0	2,0
Алтайское лежкое	22	30	4,0	зимний	160	36	148	0–3,6	5,0	3,0
Алтайское пурпуровое	57	62	4,4	зимний	170	26	134	0–3,0	2,5	0

окончание таблицы 2

Алтайское раннее	42	80	4,3	летний	20	34	48	0–2,5	2,0	0
Алтайское сладкое	33	57	3,5	осенний	60	40	139	0–3,5	3,0	2,0
Алтайское юбилейное	80	150	4,0	зимний	140	17	98	0–2,8	4,0	2,0
Алтынай	65	142	4,5	осенний	120	21	50	0–3,0	1,0	1,0
Баяна	84	140	4,6	осенний	55	24	74	0–1,5	1,0	0
Горноалтай-ское	30	49	4,0	летний	30	35	127	0–3,1	2,0	0
Горный синап	97	170	4,6	зимний	180	29	66	0–2,5	1,0	0
Ермаковское горное	67	80	4,0	летний	30	35	93	0–3,3	2,0	2,0
Золотая тайга	17	27	3,5	зимний	180	22	48	0–3,5	3,0	2,0
Новость Алтая	99	145	4,0	зимний	120	21	128	0–3,5	4,0	4,0
Осеннее солнышко	31	48	4,0	осенний	45	27	87	0–3,5	5,0	1,0
Пепинка алтайская	30	51	3,0	осенний	30	25	41	0–3,2	3,5	2,0
Поклон Шукшину	80	140	4,5	осенний	60	25	57	0–2,0	0	0
Ранетка плодородная	10	15	3,0	осенний	60	78	125	0–3,5	5,0	3,0
Ранетка целинная	18	29	3,0	зимний	150	19	60	0–0,5	5,0	4,0
Северянка	9	16	3,0	осенний	30	34	103	0-1,0	1,0	0
Сувенир Алтая	80	129	4,2	зимний	120	23	43	0–3,8	2,0	0
Сурхурай	56	82	4,4	осенний	45	32	62	0–1,5	1,5	0
Сюрприз	42	53	4,0	летний	60	31	85	0–2,5	5,0	4,0
Татанаков-ское	57	73	4,0	осенний	60	18	60	0–2,5	3,0	2,6
Толунай	77	130	4,6	летний	60	39	83	0–2,5	0	0
Урожайное	29	44	3,0	осенний	45	40	201	0-3,2	4,0	2,0
Шафран алтайский	56	85	4,0	зимний	165	14	42	0–4,0	3,5	3,0
Шушенское	80	110	4,4	летний	30	25	80	0–2,0	0	0
Феникс алтайский	72	134	4,4	зимний	120	31	138	0–4,0	2,0	4,0
Юнга	55	75	4,4	летний	30	19	53	0-2,0	2,0	0,5

По содержанию сахаров сорта НИИСС нередко превосходят обе родительские формы. Низкую сахаристость плодов имеют сорта

‘Алтайское юбилейное’, ‘Алтайское лежкое’, ‘Поклон Шукшину’ (9,17–9,88%), высокое содержание сахаров в плодах (10,04–14,92%) имеют 45 сортов, очень высокое (15,10–19,00%) – у сортов ‘Алпек’, ‘Алтайское бархатное’, ‘Алтайское новогоднее’, ‘Алтайское румяное’, ‘Алтайское сладкое’, ‘Баяна’, ‘Горноалтайское’, ‘Золотая тайга’, ‘Пепинка алтайская’.

Содержание титруемых кислот в плодах алтайских сортов высокое и очень высокое, среднее лишь у сортов ‘Алтайское раннее’ и ‘Алтайское сладкое’.

В плодах алтайских сортов яблони и перспективных гибридов витамина С, как правило, содержится значительно больше, чем в исходных родительских формах. Источниками в селекции на высокое содержание витамина С (мг/100 г) в плодах являются сорта НИИСС: ‘Алтайский голубок’ (29,50), ‘Алтайское багряное’ (22,80), ‘Алтайское лежкое’ (35,20), ‘Алтайское крапчатое’ (29,90), ‘Алтайское новогоднее’ (32,30), ‘Алтайское пурпуровое’ (25,00), ‘Алтайское румяное’ (50,00), ‘Алтайская скороспелка’ (36,00), ‘Алтайское юбилейное’ (25,20), ‘Алтайское янтарное’ (31,80), ‘Барнаулочка’ (45,80), ‘Баяна’ (21,20), ‘Горноалтайское’ (44,90), ‘Ермаковское горное’ (39,60), ‘Жар птица’ (27,80), ‘Жебровское’ (23,60), ‘Заветное’ (24,90), ‘Зимний шафран’ (39,00), ‘Осенняя радость Алтая’ (24,40), ‘Пепинка алтайская’ (61,50), ‘Подарок садоводам’ (25,00), ‘Феникс алтайский’ (25,80), ‘Шушенское’ (25,12).

Источниками высокого содержания Р-активных соединений, (более 300 мг/100 г) являются сорта: ‘Алпек’, ‘Алтайское багряное’, ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Алтайское румяное’, ‘Горноалтайское’, ‘Доктор Куновский’, ‘Жебровское’, ‘Пепинка алтайская’, ‘Ранетка целинная’, ‘Северянка’, ‘Сувенир Алтая’.

Многие сорта НИИСС, как и сибирские сорта ранеток и полукультурок ‘Ранетка пурпуровая’, ‘Лалетино’, ‘Северянка’, ‘Ранетка Ермолаева’, являются комплексными источниками высокого содержание витаминов С и Р, сахаров.

Всего за время селекционной деятельности в Горно-Алтайске было создано 34 сорта яблони (табл. 2), в происхождении которых наиболее результативными были исходные формы: ‘Ранетка пурпуровая’, ‘Непобедимая Грелля’, ‘Горноалтайское’, ‘Алтайский голубок’, ‘Алтайское бархатное’, ‘Алтайское пурпуровое’, ‘Ермаковское горное’, ‘Феникс алтайский’, ‘Пепин шафранный’, ‘Бельфлер-китайка’, ‘Welsy’.

Заключение

Многолетняя работа по селекции и сортоизучению яблони на юге Западной Сибири в условиях низкогорья Алтая позволила создать обширный генофонд, изучить и выявить степень выраженности основных хозяйственно полезных признаков. Изученные сортообразцы рекомендуем в качестве ценных доноров и источников желаемых признаков при подборе исходного материала в селекции. Всего за время селекционной деятельности в Горно-Алтайске создано 34 сорта яблони.

Современный генетический потенциал яблони, собранный и полученный в низкогорье Алтая, позволяет вести адаптивную селекцию для суровых условий Сибири с F_1, F_2, F_3, F_4 *Malus baccata* по созданию высокозимостойких сортов и промежуточных форм, с высокой ежегодной урожайностью для различных зон северного садоводства, с высокой полевой устойчивостью или иммунитетом к парше, монилиозу, а также заболеваниям коры и древесины, со средней массой плодов 110–120 г, различного срока созревания с привлечением различных методов создания гибридного материала. Особое внимание необходимо уделить получению сортов с повышенным качеством плодов для потребления в свежем виде, с продолжительным сроком хранения и пригодных для переработки. Рассматривая возможности интенсификации плодоводства, следует предусмотреть создание сортов со сдержанным ростом, компактной формой кроны и спуровым типом плодоношения.

References/Литература

Vigorov L. I. Garden of medicinal crops (Sad lechebnykh kul'tur). Sverdlovsk: Sredne-Ural`skoe izdatel`stvo, 1979, 176 p. [in Russian] (*Вигоров Л. И.* Сад лечебных культур. Свердловск: Средне-Уральское издательство, 1979. 176 с.).

Kalinina I. P. Apple breeding in Altai (Selekciya yabloni na Altae). Barnaul, 1976, 349 pp. [in Russian] (*Калинина И. П.* Селекция яблони на Алтае. Барнаул, 1976. 349 с.).

Kalinina I. P., *Yashhemskaya Z. S.*, *Makarenko S. A.* Apple selection for winter resistance, highcrop capacity, scab resistance, and high fruit quality selection in the south of Western Siberia (Selekciya yabloni na zimostojkost', vysokuyu urozhajnost', ustojchivost' k parshe i povyshennoe kachestvo plodov na yuge Zapadnoj Sibiri). Novosibirsk, 2010, 274 p. [in Russian] (*Калинина И. П. Ящемская З. С.*, *Макаренко С. А.* Селекция яблони на зимостойкость, высокую урожайность, устойчивость к парше и повышенное качество плодов на юге Западной Сибири. Новосибирск, 2010. 274 с.).

Kichina V. V. Columnar apple trees: all about apple trees of a columnar type (Kolonnovidnye yabloni: Vse o yablonyakh kolonnovidnogo tipa). Moscow,

2002, 159 p. [in Russian] (*Кичина В. В.* Колонновидные яблони: Все о яблонях колонновидного типа. М., 2002. 159 с.).

Kichina V. V. Principles of orchard plant improvement (Principy uluchsheniya sadovykh rastenij). Moscow, 2011, 528 p. [in Russian] (*Кичина В. В.* Принципы улучшения садовых растений. М., 2011. 528 с.).

Kozlovskaja Z. A. Apple breeding in Belarus. (Selekcija jabloni v Belarusi). Minsk: Belaruskaja navuka, 2015, 457 p. [in Russian] (*Козловская З. А.* Селекция яблони в Беларуси. Минск: Беларуская навука, 2015. 457 с.).

Makarenko S. A. Winter period conditions and factors limiting apple tree productivity in the South of West Siberia (Usloviya zimnikh periodov i faktory, limitiruyushchie produktivnost' yabloni na yuge Zapadnoj Sibiri) // Vestnik Altajskogo agrarnogo universiteta. 2013, no 6, pp. 39–42 [in Russian] (*Макаренко С. А.* Условия зимних периодов и факторы, лимитирующие продуктивность яблони на юге Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 6. С. 39–42).

Makarenko S. A., *Artyukh S. N.* Evaluation of apple-tree breeding fund and allocation of polygenic resistance to scab (Otcenka selektcionnogo fonda iabloni s vydeleniem istochnikov poligennoi ustoichivosti k parshe) // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2015a, N 35 (05), http://journal.kubansad.ru/pdf/15/05/02.pdf. [in Russian] (*Макаренко С. А.*, *Артюх С. Н.* Оценка селекционного фонда яблони с выделением источников полигенной устойчивости к парше // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015а. № 35(05) http://journal.kubansad.ru/pdf/15/05/02.pdf.).

Makarenko S. A., *Artyukh S. N.* Vertical scab resistance estimation of apple hybrids on field artificial infection background (Otsenka vertikal'noj ustojchivosti k parshe gibridov yabloni na iskusstvennom infektsionnom fone v otkrytom grunte) // Plodovodstvo: nauch. tr. RUP «Institut plodovodstva». Samoxvalovichi, 2015 b, vol. 27, pp. 214–222 [in Russian] (Макаренко С. А., Артюх С. Н. Оценка вертикальной устойчивости к парше гибридов яблони на искусственном инфекционном фоне в открытом грунте // Плодоводство: науч. тр. РУП «Ин-т плодоводства». Самохваловичи, 2015б. Т. 27. С. 214–222).

Pomology. Siberian species of fruit-and-berry crops of the XX century (Pomologiya. Sibirskie sorta plodovykh i yagodnykh kul'tur XX stoletiya). Novosibirsk: Yupiter, 2005, 566 p. [in Russian] (*Помология*. Сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия. Новосибирск: Юпитер, 2005. 586 с.).

The program and methodology of selection of fruit, berry and nut crops (Programma i metodika selekcii plodovykh, yagodnykh i orexoplodnykh kul'tur / pod red. E. N. Sedova). Orel: VNIISPK, 1995, 504 p. [in Russian] (*Программа и методика* селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова). Орел: ВНИИСПК, 1995. 504 с.).

Program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops (*Programma i metodika* sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orexoplodnykh kul'tur. Orel: VNIISPK, 1999. 608 p. [in Russian] (*Программа и методика* сортоизучения

плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

Savel'eva N. N. Genetic peculiarities and methodological approaches in breeding immune and columnar apple varieties (Geneticheskie osobennosti i metodicheskie podhody v selekcii immunnykh k parshe i kolonnovidnykh sortov jabloni Michurinsk-naukograd RF, 2014, 128 p. [in Russian] (*Савельева Н. Н.* Генетические особенности и методические подходы в селекции иммунных и колонновидных сортов яблони. Мичуринск-наукоград РФ, 2014. 128 с.).

Sedov E. N., *Sedysheva G. A.*, *Serova Z. M.* Apple breeding on polyploidy level (Selektsiya yabloni na poliploidnom urovne). Orel: VNIISPK, 2008, 368 p. [in Russian] (*Седов Е. Н.*, *Седышева Г. А.*, *Серова З. М.* Селекция яблони на полиплоидном уровне. Орел: ВНИИСПК, 2008. 368 с.).

Sedov E. N. Breeding and new apple cultivars (Selekciya i novye sorta yabloni). Orel: VNIISPK, 2011, 622 p. [in Russian] (*Седов Е. Н.* Селекция и новые сорта яблони. Орел: ВНИИСПК, 2011. 622 с.).

Sedov E. N., *Korneeva S. A.*, *Serova Z. M.* Columnar apple trees in the intensive orchard (Kolonnovidnaya yablonya v intensivnom sadu). Orel: VNIISPK, 2013, 64 p. [in Russian] (*Седов Е. Н.*, *Корнеева С. А.*, *Серова З. М.* Колонновидная яблоня в интенсивном саду. Орел: ВНИИСПК, 2013. 64 с.).

Shishkina E. E. Results of the chemical-technological study of apple trees in the Altai (Itogi khimiko-tekhnologicheskogo izucheniya yabloni na Altae) // Nauchnye chteniya pamyati akademika M. A. Lisavenko. Barnaul, 1973, iss. 3, pp. 84–96. [in Russian] (*Шишкина Е. Е.* Итоги химико-технологического изучения яблони на Алтае // Научные чтения памяти академика М. А. Лисавенко. Барнаул, 1973. Вып. 3. С. 84–96).

СИСТЕМАТИКА, ФИЛОГЕНИЯ И ГЕОГРАФИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ
SYSTEMATICS, PHYLOGENY AND GEOGRAPHY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVE

DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-110-121
УДК 579: 58

ГЕРБАРНЫЕ ОБРАЗЦЫ ДИКИХ ЧИЛИЙСКИХ ВИДОВ КАРТОФЕЛЯ СЕКЦИИ *PETOTA* DUMORT. РОДА *SOLANUM* L. В ГЕРБАРИИ ВИР

И. Г. Чухина, Е. А. Крылова, А. Б. Овчинникова, Т. А. Гавриленко
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: irena_wir@mail.ru, tatjana9972@yandex.ru

Ареал секции *Petota* Dumort простирается вдоль западного побережья двух американских континентов, на севере достигает южных штатов США и на юге – южных районов Чили и Аргентины. До настоящего момента вопрос о присутствии диких видов картофеля в южной части Чили остается открытым. Российские систематики полагали, что культурный картофель был независимо доместицирован в районах южного Чили и перуано-боливийского высокогорья. С. В. Юзепчук и В. С. Лехнович описали ряд дикорастущих видов *Solanum leptostigma* Juz., *S. molinae* Juz., *S. zykinii* Lechn., *S. ochoanum* Lechn., произрастающих в южной части Чили на острове Чилоэ (~41–43° ю. ш.) и прилегающих островах, и считали их предшественниками чилийского культурного картофеля *S. tuberosum* s. str. По мнению зарубежных ботаников, южнее ~35° ю. ш. диких видов картофеля нет, а упомянутые выше виды являются натурализировавшимся в естественных сообществах культурным картофелем.

Большое значение для решения спорных таксономических вопросов имеют научные гербарные коллекции, особенно важны аутентичные гербарные образцы, на основе изучения которых были описаны новые таксоны. В Гербарии ВИР [WIR] хранится уникальная коллекция, отражающая видовое и внутривидовое разнообразие культурного картофеля и его диких родичей. В настоящее время она насчитывает около 2000 листов. В итоге проведенной ревизии были выявлены гербарные образцы пяти чилийских видов картофеля: *S. leptostigma* (7 гербарных листов), *S. maglia* (5), *S. molinae* (9), *S. ochoanum* (2), *S. zykinii* (2). Выявлены аутентичные материалы С. В. Юзепчука и В. С. Лехновича, а именно синтипы *S. molinae*, *S. ochoanum* и *S. zykinii*. Проведена неотипификация ***S. leptostigma* Juz.** 1937, Изв. АН СССР. Сер. биол. 2: 309. **Neotypus** (hic designates): «Chile, Cucao,"Silvestre", Juzepczuk, n°2015, № 073, det. Bukasov» (WIR!).

Для разрешения спорных вопросов происхождения культурного чилийского картофеля планируется использовать в молекулярно-генетических исследованиях образцы растительной ткани, отобранные с проинвентаризированных гербарных листов.

Ключевые слова: ареал, аутентичные гербарные образцы, неотип, синтипы.

HERBARIUM SPECIMENS OF WILD CHILEAN POTATO SPECIES BELONGING TO THE SECTION *PETOTA* DUMORT. GENUS *SOLANUM* L. IN THE VIR HERBARIUM

I. G. Chukhina, E. A. Krylova, A. B. Ovchinnikova, T. A. Gavrilenko
Federal Research center the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources,
42-44, ul. Bolshaya Morskaya, St. Petersburg, Russia, 190000
e-mail: irena_wir@mail.ru, tatjana9972@yandex.ru
DOI:10.30901/2227-8834-2016-1-110-121

The area of distribution of the section *Petota* Dumort. stretches along the western coast of South and North Americas; it reaches in the north of the southern states of the USA in the north and the southern regions of Chile in the south. Until now, the question of the presence of wild potato species in the southern Chile remains open.

Russian taxonomists believed that cultivated potato had been domesticated independently in areas of southern Chile, and in the Peruvian-Bolivian highlands. S. V. Juzepczuk and V. S. Lekhnovich described a number of wild species: *Solanum leptostigma* Juz., *S. molinae* Juz., *S. zykinii* Lechn., *S. ochoanum* Lechn., which grew in southern Chile on the island of Chiloe (~ 41–43° S) and on the adjacent islands, and they considered them as ancestors of Chilean cultivated potato *S. tuberosum* s. str. According to foreign botanists, there are no wild potatoes further south than 30° S, while the above-mentioned wild species they consider the samples of cultivated potato naturalized in natural communities.

Herbarium collections have great scientific importance for solving controversial taxonomic issues; the authentic herbarium specimens are especially important, as on the basis of studying them new taxa have been described. The VIR Herbarium [WIR] has a unique collection that reflects the inter- and intraspecific diversity of cultivated potato and its wild relatives. It currently has about 2000 sheets.

As a result of the revision carried out, the herbarium specimens of five Chilean potato species: *S. leptostigma* (7 herbarium sheets), *S. maglia* (5), *S. molinae* (9), *S. ochoanum* (2) and *S. zykinii* (2) were identified. Authentic materials from S. V. Juzepchuk and V. S. Lekhnovich were revealed, namely syntypes of *S. molinae*, *S. ochoanum* and *S. zykinii*. Neotypification was done on ***S. leptostigma* Juz.** 1937, Bull. Acad. Sci. URSS, Ser. Biol. 2: 309. **Neotypus** (hic designates): «Chile, Cucao,"Silvestre", Juzepczuk, n° 2015, № 073, det. Bukasov» (WIR!). In order to resolve the controversial issues of origin of the Chilean cultivated potato, we plan to use

the samples of plant tissue selected from the inventoried herbarium sheets in molecular genetic studies.

Key words: area of distribution, authentic herbarium specimens, neotype, syntypes.

Ареал секции *Petota* Dumort. простирается вдоль западного побережья двух американских континентов, на севере достигает южных штатов США и на юге – южных районов Чили и Аргентины. В разное время ведущие систематики выделяли следующие дикие чилийские виды картофеля: *Solanum fonckii* Phil. ex Reich. nomen nudum, *S. infundibuliforme* Phill., *S. leptostigma* Juz., *S. maglia* Schlechtd., *S. medians* Bitt., *S. molinae* Juz., *S. oceanicum* Brücher, *S. ochoanum* Lechn., *S. zykinii* Lechn.

В северных районах Чили в провинциях Антофагаста, Тарапака и Атакама находится ареал дикого вида *S. infundibuliforme* (Hawkes, 1990; Correll, 1962; Bukasov, 1978; Gorbatenko, 2006; Spooner et al., 2014). Спунер (Spooner et al., 2008) также сообщает о трех местонахождениях перуанского вида *S. medians*, подтвержденных гербарными сборами, на севере Чили в провинциях Антофагаста и Тарапака. Вдоль тихоокеанского побережья центрального Чили между провинциями Кокимбо и Вальпарасио произрастает дикий вид *S. maglia* (29°56′–33°01′ ю. ш. согласно Gorbatenko, 2006), ареал которого заходит и на смежную с Чили территорию аргентинской провинции Мендоса (Mendoza) (Correll, 1962; Bukasov, 1978; Hawkes, 1990; Gorbatenko, 2006). По мнению перечисленных выше авторов, дикие виды северного и центрального Чили не участвовали в процессах доместикации, поскольку более 1000 км отделяют их ареалы от региона возделывания аборигенных чилийских сортов, расположенного в южных районах материкового Чили и на прибрежных островах архипелагов Чилоэ, Чонос, Гуайтекас (~40–47° ю. ш., Hawkes, 1944; Correll, 1962). Эту точку зрения не разделяет Юджент (Ugent et al., 1987), считавший *S. maglia* предшественником чилийского культурного картофеля.

В то время как мнения систематиков о диких видах картофеля в северном и центральном Чили почти полностью совпадают, их взгляды на число, ранг и таксономическое положение диких картофелей южного Чили весьма противоречивы. С. В. Юзепчук (Juzepczuk, 1937) и В. С. Лехнович (Lekhnovich, 1978) описали несколько дикорастущих видов из южной части Чили: *S. leptostigma*, *S. molinae*, *S. zykinii*, *S. ochoanum*, произрастающих на острове Чилоэ (~41–43° ю. ш.) и прилегающих

островах. Согласно гипотезе отечественных систематиков (Juzepczuk, Bukasov, 1929; Bukasov, 1933, 1978; Juzepczuk, 1937; Lekhnovich, 1978) эти дикорастущие виды являются предшественниками чилийского культурного картофеля *S. tuberosum* s. str. Они полагали, что культурный картофель был независимо доместицирован в районах южного Чили и перуано-боливийского высокогорья – бассейне озера Титикака (Juzepczuk, Bukasov, 1929; Bukasov, 1933, 1978; Juzepczuk, 1937; Lekhnovich, 1978; Gorbatenko, 2006).

Зарубежные ботаники (Salaman, 1937; Hawkes, 1944, 1956, 1990; Correll, 1962) полагали, что южнее ~35° ю. ш. диких видов картофеля нет, а упомянутые выше дикие чилийские виды считали натурализировавшимся в естественных сообществах культурным картофелем. Зарубежные систематики рассматривают *S. leptostigma*, *S. molinae*, *S. zykinii*, *S. ochoanum* в качестве номенклатурных синонимов *S. tuberosum* L.

Х. Брюхером (Brücher, 1965) был описан дикий вид картофеля *S. oceanicum*, собранный им на литорали западного побережья острова Чилоэ, отделенном от земледельчески освоенной восточной части острова труднопроходимыми лесами (Brücher, 1960, 1970). Брюхер (Brücher, 1970) не рассматривал данный вид в качестве предшественника чилийского культурного картофеля.

До настоящего момента вопрос о присутствии диких видов картофеля в южной части Чили остается открытым. Большое значение для решения спорных таксономических вопросов имеют научные гербарные коллекции, которые документируют таксономические и географические признаки растений. Особенно важны аутентичные гербарные образцы, на основе изучения которых были описаны новые таксоны. В последние годы гербарные образцы все чаще используются в молекулярно-генетических исследованиях для уточнения филогении тех или иных таксонов. В Гербарии культурных растений, их диких родичей и сорных растений Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова (в настоящее время Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова), далее в статье Гербарий ВИР [WIR], хранится уникальная коллекция, отражающая видовое и внутривидовое разнообразие культурного картофеля и его диких родичей. В настоящее время она насчитывает около 2000 листов. Часть гербарных образцов была собрана в местах непосредственного произрастания представителей секции *Petota* рода *Solanum*, но в основном образцы были получены в

результате репродукций на опытных делянках ВИР семян и клубней картофеля, собранных во время экспедиций по территории Южной и Центральной Америки в первой половине XX века.

Для разрешения спорных вопросов происхождения культурного чилийского картофеля мы планируем использовать в молекулярно-генетических исследованиях образцы растительной ткани, отобранные с гербарных листов в фондах Гербария ВИР [WIR]. Прежде чем сформировать экспериментальную выборку для таких исследований, необходимо было провести научную инвентаризацию хранящихся гербарных образцов для уточнения их таксономической принадлежности и происхождения, а также выявления аутентичных гербарных материалов. В итоге проведенной ревизии было выявлено, что в Гербарии ВИР хранятся гербарные образцы пяти чилийских видов картофеля, из которых четыре (*S. leptostigma*, *S. molinae*, *S. ochoanum*, *S. zykinii*) собраны в южном Чили на острове Чилоэ и один – *S. maglia* – в центральном Чили в провинции Вальпарасио.

В фондах Гербария ВИР хранятся семь гербарных листов *S. leptostigma*: «Chile, Cucao,"Silvestre", Juzepczuk, n° 2015, № 073, det. Bukasov» (WIR!) – 5 листов; «Chile, Temuco,"Silvestre", Juzepczuk, № 072, det. Bukasov» (WIR!) – 2 листа.

Ни на одном из пяти листов с этикеткой «Chile, Cucao,"Silvestre", Juzepczuk, n° 2015, № 073, det. Bukasov» не указан год сбора, только на полевых этикетках трех из пяти листов есть число и месяц – «24 августа». На одном из этих трех листов рукой С. М. Букасова отмечено: «Typus! S. Bukasov», еще на одном листе гербарная этикетка полностью написана рукой С. М. Букасова, но без подписи «typus!». Тщательное изучение полевых этикеток и всех надписей на листах, датированных 24 августа, выявило, что на этих трех гербарных листах смонтированы части одного растения. Мы сравнили надписи и характер изготовления полевых этикеток на этих трех листах с другими гербарными образцами рода *Solanum* из коллекции Гербария ВИР и нашли образцы с точно такими же рабочими этикетками. На чистовых гербарных этикетках был указан год сбора 1931, поэтому упомянутые выше 3 гербарных листа мы точно можем датировать 24 августа 1931 года. Содержание гербарных этикеток у оставшихся двух из пяти гербарных листов полностью совпадает с описанными выше тремя листами, но полевые этикетки сделаны из другой бумаги, и, более того, текст («073 так наз[ываемый] дикий из Cucao») и почерк на них совершенно иной. Очевидно, эти образцы гербария были

собраны в другое время. Из нумерации полевых этикеток «2015» и «2015а» следует, что части одного растения были смонтированы на двух листах.

В публикации А. Б. Овчинниковой с соавторами (Ovchinnikova et al., 2011, p. 142) ошибочно указано, что название данного вида обнародовано без описания – «*nomen nudum*»: «…*Solanum leptostigma* Juz. ex Bukasov, 1930, Trudy Prikl. Bot. Suppl. 47: 514. *Nomen nudum*, listed in text only, no description…». Между тем несколько позже, а именно в 1937 году, С. В. Юзепчук приводит подробный латинский диагноз для данного таксона. В этой работе автор вместо цитирования типа, указывает только место произрастания описываемого вида, что в те годы было обычным явлением. Дж. Коррелл (Correll, 1962, p. 503) и Л. Е. Горбатенко (Gorbatenko, 2006, p. 367) дают ссылку на тип этого вида: «Typus: «Chile, Chiloe island, before 1927, s. n. Junge (WIR), tubers collected by Junge and grown by him at Piruquina, tubers taken from these by Juzepczuk in 1928 and grown near Leningrad», что по сути является дословным английским переводом с латинского той части протолога, в котором С. В. Юзепчук (Juzepczuk, 1937) пишет о месте произрастания этого вида. Гербарный лист с таким текстом этикетки в Гербарии ВИР [WIR] отсутствует.

Необходимо отметить, что ни один из перечисленных выше гербарных листов не является авторским экземпляром, на основе которого С. В. Юзепчуком (Juzepczuk, 1937) был описан *S. leptostigma*. Никаких других гербарных образцов этого вида в фондах ВИР и Ботанического института им. В. Л. Комарова (БИН) [LE] обнаружено не было. Вероятно, типовой лист С. В. Юзепчука утерян, в связи с этим мы назначаем неотип. К сожалению, мы не смогли последовать указаниям С. М. Букасова и выбрать в качестве номенклатурного типа лист, отмеченный им как «typus!», так как в венчике по жилкам имеется антоциановая окраска, что не соответствует первоописанию «corolla alba» (Juzepczuk, 1937, p. 310). В качестве неотипа мы назначаем другой лист, гербарная этикетка которого наиболее близка к тексту протолога, а морфологические признаки растения соответствуют первоописанию.

***S. leptostigma* Juz.** 1937, Bull. Acad. Sci. URSS, Ser. Biol., 2: 309.

Neotypus (hic designates): «Chile, Cucao,"Silvestre", Juzepczuk, n° 2015, № 073, det. Bukasov» (WIR!).

Протолог: «Habitat in Chile australis, insula Chiloe; Cucao, ubi cl. Junge tubera hujus plantae legit et in Piruquina eam propagavit: e tuberibus a me anno 1928 acceptis prope Leninopolin educatur».

В фондах Гербария ВИР [WIR] хранятся пять гербарных листов *S. maglia*: «Получен от Knappe (на гербарной этикетке ошибочно написано Klappia), 04 VII 1930 и 31 VII 1930, чк-3395, № 065, WIR 42788» (WIR!) – два листа; «Чили, гербарий собран на опыт[ной] ст[анции] ВИР в г. Пушкин, Д. 35, 24 VIII ??, WIR 2871 (0077604), Кореновкина» (WIR!) – один лист; «Чили, берег Тихого океана, близ Valparaiso, 30 VII 1957, Жилова?» (WIR!) – один лист; «Реп[родукция] г. Пушкин, 28 XI 1958, чк-3395» (WIR!) – один лист.

В фондах Гербария ВИР хранятся девять гербарных листов *S. molinae*: «Происхождение: Chile, о-в Chiloe, экспедиция С. В. Юзепчука 1927 г., n° 2014. Репродукция: Экспериментальная база ВИРа «Красный пахарь» близ Ленинграда, 23 VIII 1931, № 078, leg. В. С. Лехнович, на листе – Typus! S. Bukasov» (WIR!) – один лист; «Происхождение: Chile, о-в Chiloe, экспедиция С. В. Юзепчука 1927 г., n° 2059. Репродукция: Экспериментальная база ВИРа «Красный пахарь» близ Ленинграда, 29 VIII 1931, № 078, WIR 50098, leg. В. С. Лехнович, det. S. Bukasov» (WIR!) – один лист; «Тихоокеанское побережье, чилийская группа, гербарий собран на опыт[ной] ст[анции] ВИР в г. Пушкин, Д. 215, 24 VIII 1954, WIR 2902 (0077722)» (WIR!) – один лист; «Ю. Америка, реп[родукция] Пушкин[ские] лаборат[ории] ВИР, 01 VIII 1963, WIR 5053 (0084148), собр. Калинина, опр. Роборовская» (WIR!) – один лист; «Южная Америка, Чили, Region de Los Lagos, Cucao, 42°37′ ю. ш. 74°06′ з. д. Реп[родукция] Пушкинские лаборатории ВИР, 08 VIII 2007, к-D268, WIR 98796, собр. Синицына Т. А., опр. Овчинникова А. Б.» (WIR!) – один лист; «Южная Америка, Чили, Region de Los Lagos, 42,37° ю. ш. 74,06° з. д. Реп[родукция] Пушкинские лаборатории ВИР, 27 VII 2012, к-24602, и-0144906, WIR 100451, собр. Шипилина Л. Ю., опр. Овчинникова А. Б., Крылова Е. А., Гавриленко Т. А., Спунер Д.» (WIR!) – один лист; «Южная Америка, Чили, Region de Los Lagos, 42,37° ю. ш. 74,06° з. д. Реп[родукция] Пушкинские лаборатории ВИР, 10 VIII 2012, к-D268, WIR 100436, собр. Шипилина Л. Ю., опр. Овчинникова А. Б., Крылова Е. А., Гавриленко Т. А., Спунер Д.» (WIR!) – три листа.

Дж. Коррелл указывает, что тип *S. molinae* хранится в WIR (Correll, 1962, p. 504). В своей последней монографии Л. Е. Горбатенко (Gorbatenko, 2006, p. 370) цитирует тип: «Chile, Chiloe isl., near Cucao, Robert Christie s. n. (WIR); tuber originally collected near Cucao and grown near Leningrad from which type was obtained». В Гербарии ВИР гербарный лист с подобной этикеткой отсутствует. В этой же монографии на рис. 102 она приводит

фото гербария без этикетки (Gorbatenko, 2006, p. 371). Из подписи к рисунку следует, что этот лист *S. molinae* хранится в Гербарии ВИР, хотя изображение тождественно гербарному листу из гербарной коллекции Ботанического института им. В. Л. Комарова [LE]. В публикации А. Б. Овчинниковой с соавторами (Ovchinnikova et al., 2011, p. 131) для данного таксона отсутствует ссылка на типовой гербарный материал: «…*Solanum molinae* Juz., Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Biol. 2: 308. 1937. Type: cultivated in Leningrad from tuber accession collected in Chile (Isla Chiloé, iv.1928, R. Christie s.n.), 5.ix.1935, S. Juzepczuk 2014 (no specimens found)…». Вид описан по репродукциям чилийских образцов в условиях Ленинградской области, клубни которых были получены от Роберта Кристи. В Гербарии БИН [LE] сохранился авторский лист С. В. Юзепчука 1935 года репродукции, гербарная этикетка которого полностью совпадает с местом сбора, указанным в протологе. В Гербарии ВИР имеются два гербарных листа, собранные в 1931 г. В. С. Лехновичем, определенные С. М. Букасовым и полученные в результате репродукции образцов, привезенных С. В. Юзепчуком в 1928 и, несомненно, переданных ему Робертом Кристи, хотя это и не отмечено на этикетках. Таким образом, в гербарной коллекции БИН хранится лектотип, а в ВИР – синтипы.

***S. molinae* Juz.** 1937, Bull. Acad. Sci. URSS, Ser. Biol., 2: 308.

Syntypus: «Происхождение: Chile, о-в Chiloe, экспедиция С. В. Юзепчука 1927 г., n° 2014. Репродукция: Экспериментальная база ВИРа «Красный пахарь» близ Ленинграда, 23 VIII 1931, № 078, leg. В. С. Лехнович, на листе – Typus! S. Bukasov» (WIR!).

Syntypus: «Происхождение: Chile, о-в Chiloe, экспедиция С. В. Юзепчука 1927 г., n° 2059. Репродукция: Экспериментальная база ВИРа «Красный пахарь» близ Ленинграда, 29 VIII 1931, № 078, WIR 50098, leg. В. С. Лехнович, det. S. Bukasov» (WIR!).

Протолог: «Habitat in Chile australis, insula Chiloe; e tuberibus a cl. Robert Christie prope Cucao lectis planta in hortulo in opp. Castro enata fuit et postea per multos annos subspontanea propagabatur; ipse IV 1928 hanc. plantam loco indicato observavi; e tuberibus a me decerptis prope Leninopolin educatur».

В Гербарии ВИР хранятся два гербарных листа *S. ochoanum*. Таксон описан В. С. Лехновичем (Lekhnovich, 1978) по материалам, выращенным на опытной станции ВИР в условиях Ленинградской области из клубней, собранных перуанским профессором К. Очоа на острове Гуайтекас. В монографии Хокса (Hawkes, 1990, p. 172) и в статье А. Б. Овчинниковой с соавторами (Ovchinnikova et al., 2011, p. 133) гербарный лист «WIR к-

11289» представлен как голотип. В «Каталоге типов таксонов растений, хранящихся в Гербарии ВИР, часть 2» Н. М. Черноморская, В. С. Лехнович и О. Н. Коровина в главе, посвященной номенклатурным типам сем. Solonaceae, обозначают эти листы как «typus et paratypus» (Chernomorskaya et al., 1985, p. 19), что не соответствует статьям 9.5. и 9.6. Международного кодекса ботанической номенклатуры (McNeill et al., 2012). Следуя тексту протолога, два образца к-11289 и к-11290 обозначены как типы, следовательно, они соответствуют категории синтипы.

***S. ochoanum* Lechn.** 1978, Bull. Appl. Bot., Genet., Pl.-Breed., 62, 1:44.

Syntypus: «Происхождение: Chile, Insula Guaiteca. Leg. Carlos Ochoa. Репродукция: Пушкинская опытная станция ВИР, 25 VIII 1978, к-11289, собр. Турулева Л. М., опр. Dr. Vadim S. Lechnovitch» (WIR!).

Syntypus: «Chile, Insula Guaiteca. Leg. Carlos Ochoa. Репродукция Пушкинская опытная станция ВИР, 25 VIII 1978, к-11290, собр. Турулева Л. М., опр. Dr. Vadim S. Lechnovitch» (WIR!).

Протолог: «Typus: Professor Carlos Ochoa. Chile, Insula Guaiteca. WIR к-11289, к-11290».

В Гербарии ВИР хранятся два гербарных листа *S. zykinii.* Один лист (WIR 41785), собранный в 1978 г. и определенный В. С. Лехновичем как *S. zykinii* Lechn., и один лист (к-7600, WIR 25830), определенный как *S. leptostigma* Juz. var. *zykinii* Lechn., собранный в 1968 г. Автор базионима сначала определил данный таксон как разновидность *S. leptostigma* (Zykin, 1973), но действительно его не обнародовал. Только в 1978 г. В. С. Лехнович обнародовал его в ранге самостоятельного вида – ***S. zykinii***.

В монографии Хокса (Hawkes, 1990, p. 172) в качестве голотипа цитируется образец к-11288.

Первоописание основывается на двух образцах – к-7600 и к-11288, которые цитируются в протологе. Образец к-7600 собран в феврале 1967 г. А. Г. Зыкиным на западном побережье о. Чилоэ южнее д. Кукао и подробно им охарактеризован (Zykin, 1971), поэтому гербарный лист *S. leptostigma* Juz. var. *zykinii* Lechn. «Происхождение: Юж.[ная] Америка, о-в Чилое, репродукция Павл.[овской] ст[анции], 27 VIII 1968, к-7600, WIR 25830. Шарапова» представляет собой не что иное, как гербарий первой репродукции клубней образца к-7600 на Павловской станции ВИР.

В гербарной этикетке листа, собранного в 1978 г., формально переписан латинский текст из протолога и, таким образом, перечислены два образца: к-7600, собранный А. Г. Зыкиным, и к-11288, собранный профессором Очоа на кладбище г. Анкуд на о. Чилоэ. Из текста гербарной

этикетки неясно, какой именно образец загербаризирован, но каталожный номер к-11288, указанный на полевой этикетке, соответствует образцу профессора Очоа. Таким образом, в Гербарии ВИР [WIR] имеются два синтипа.

***S. zykinii* Lechn.** 1978, Bull. Appl. Bot., Genet., Pl.-Breed., 62, 1:44.

Syntypus: «Dr. A. G. Zykin: WIR к-7600 in statu silvestri insula Chiloe, 43° oceani litorale, Ochoa, Ancud, sepulereto к-11288. Собрано Зыкиным А. Г. в дикорастущем состоянии на о. Чилое[э]. Репродукция близ Ленинграда в 1978 г., 08 VIII 1978, WIR 41785, к-11288, А. А. Давыдова» (WIR!).

Syntypus: «Происхождение: Юж. Америка, о-в Чилое[э], репродукция Павл.[овской] ст[анции], 27 VIII 1968, к-7600, WIR 25830, Шаравпова» (WIR!).

Протолог: «Dr. A. G. Zykin: WIR к-7600 in statu silvestri insula Chiloe, 43° oceani litore, Ochoa, Ancud, sepulereto к-11288».

Проведенная инвентаризация показала, что в фондах Гербария ВИР хранятся оригинальные аутентичные гербарные листы. Собранные материалы имеют важное значение для дальнейших исследований происхождения картофеля в Чили.

References/Литература

Bukasov S. M. The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia // Suppplement 47-th to the Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant-Breeding, 1930, 307 p. [in Russian] (*Букасов С. М.* Возделываемые растения Мексики Гватемалы и Колумбии // Приложение 47 к Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1930. 307 с.).

Bukasov S. M. The potatoes of South America and their breeding possibilities // Suppplement 58-th to the Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant-Breeding, 1933, 153 p. [in Russian] (*Букасов С. М.* Картофели Южной Америки и их селекционное использование // Приложение 58 к Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1933. 153 с.).

Bukasov S. M. Principles of the systematic of potatoes // Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, 1978, vol. 62, fasc. 1, pp. 3–35 [in Russian] (*Букасов С. М.* Принципы систематики картофеля // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1978. Т. 62. Вып. 1. С. 3–35).

Gorbatenko L. E. Potato species of South America (Ecology, geography, introduction, systematics, breeding value). St. Petersburg, VIR, 2006, 456 p. [in Russian] *Горбатенко Л. Е.* Виды картофеля Южной Америки (Экология, география, интродукция, систематика, селекционная значимость). СПб.: ВИР, 2006. 456 с.).

Zykin A. G. About Chilean wild relatives of potatoes (O dikorastushhih sorodichah chilijskogo kartofelja) // Rastitel'nye resursy – Plant Resources, 1971, vol. 7, iss. 2, pp. 242–251 [in Russian] (*Зыкин А. Г.* О дикорастущих сородичах чилийского картофеля // Растительные ресурсы. 1971. Т. 7. Вып. 2. С. 242–251).

Zykin A. G. Chilian cultivated potato and its wild relatives // Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding (Expeditions), 1973, vol. 50, fasc. 3, pp. 216–243 [in Russian] (*Зыкин А. Г.* Чилийский культурный картофель и его дикие сородичи // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1973. Т. 50. Вып. 3. С. 216–243).

Lekhnovich V. S. New wild potato species from Pacific off shore islands of South America // Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, 1978, vol. 62, iss. 1, pp. 36–54 [in Russian] (*Лехнович В. С.* Новые дикие виды картофеля с тихоокеанских прибрежных островов Южной Америки // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1978. Т. 62. Вып. 1. С. 36–54).

Chernomorskaya N. M., *Lekhnovich V. S.*, *Korovina O. N.* Family Solanaceae Juss. (Semejstvo Solonaceae Juss.) // Katalog tipov taksonov rastenij, hranjashhihsja v Gerbarii VIR, chast' 2 – Catalog types of plant taxa in the VIR Herbarium, part 2, Leningrad, 1985, pp. 16–19 [in Russian] (*Черноморская Н. М.*, *Лехнович В. С.*, *Коровина О. Н.* Семейство Solonaceae Juss. // Каталог типов таксонов растений, хранящихся в Гербарии ВИР, часть 2. Л., 1985. С. 16–19).

Juz*epczuk S. W.* New species of *Solanum* L. genus from the group *Tuberarium* Dun. (Novye vidy roda Solanum iz gruppy Tuberarium Dun.) // Izvestija AN SSSR, serija biologija – Bulletin de l'Academie des Sciences de l'URSS, Serie Biologique, 1937, no 2, pp. 295–331 [in Russian] (*Юзепчук С. В.* Новые виды рода *Solanum* из группы *Tuberarium* Dun. // Изв. АН СССР, сер. биол. 1937. № 2. С. 295–331).

Juz*epczuk S. W.*, *Bukasov S. M.* A contribution to the question of the origin of the potato // Proceedings of the USSR Congress of Genetics, Plant- and Animal-Breeding, 1929, vol. 3, pp. 593–611 [in Russian] (*Юзепчук С. В.*, *Букасов С. М.* К вопросу о происхождении картофеля // Труды Всесоюзного съезда по генетике, селекции, семеноводству и племенному животноводству. 1929. Т. 3. С. 593–611).

Correll D. S. The potato and its wild relatives. Contributions of the Texas Research Foundation, Botanical Studies. Renner, Texas: Texas Research Foundation, 1962, 606 p.

Hawkes J. G. A revision of the tuber-bearing Solanum. II. Scottish Plant Breeding Station Record, 1963, pp. 76–181.

Hawkes J. G. Potato collecting expeditions in Mexico and South America. II. Systematic classification of the collections. Aberystwyth: Imperial Bureau of Plant Breeding and Genetics, 1944, pp. 1–142.

Hawkes J. G. Taxonomic studies on the tuber-bearing Solanum. I. Solanum tuberosum and the tetraploid species complex // Proceedings of the Linnean Society of London, 1956, vol. 166, pp. 97–144.

Hawkes J. G. The potato: evolution, biodiversity and genetic resources. Oxford: Belhaven Press, 1990, 256 p.

Hosaka K. Distribution of the 241 bp deletion of chloroplast DNA in wild potato species // American Journal of Potato Research, 2002, vol. 79, pp. 119–123.

McNeill J., *Barrie F. R.*, *Buck W. R.*, *Demoulin V.*, *Greuter W.*, *Hawksworth D. L.*, *Herendeen P. S.*, *Knapp S.*, *Marhold K.*, *Prado J.*, *Prud'homme van Reine W. F.*, *Smith G. F.*, *Wiersema J. H.*, *Turland N. J.* International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, July 2011 // Regnum Vegetabile, 2012, vol. 154, 240 p.

Ovchinnikova A., *Krylova E.*, *Gavrilenko T.*, *Smekalova T.*, *Zhuk M.*, *Knapp S.*, *Spooner D.* Taxonomy of cultivated potatoes (*Solanum* section *Petota*: *Solanaceae*) // Botanical Journal of the Linnean Society, 2011, vol. 165, pp. 107–155.

Salaman R. N. The potato in its early home and its introduction into Europe // Journal of the Royal Horticultural Society, 1937, vol. 62, pp. 61–67, 112–113, 156–162.

Spooner D. M., *Ghislain M.*, *Simon R.*, *Jansky S. H.*, *Gavrilenko T.* Systematics, diversity, genetics, and evolution of wild and cultivated potatoes // Botanical Review, 2014, vol. 80, pp. 283–383.

Ugent D., *Dillehay T.*, *Ramirez C.* Potato remains from a late Pleistocene settlement in southcentral Chile // Economic Botany, 1987, vol. 41, pp. 17–27.

УДК 631.617: 929-052

Н. И. Дзюбенко, А. А. Кочегина. Роль Н. И. Вавилова и ученых ВИР в освоении пустынь. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 1. СПб., 2016. С. 5–34. Библ. 41.

Представлена 90-летняя история освоения пустынь в России и странах СНГ, у истоков которой стояли ученые ВИР. Была проведена гигантская работа по комплексному геоботаническому, геологическому, гидрологическому изучению почв и растительности пустынь и полупустынь СССР. Намечены мероприятия по их сельскохозяйственному освоению, переводу кочевого животноводства в оседлое и формированию устойчивой кормовой базы, созданию оазисов в пустыне. Разработаны технологии по облесению и закреплению песков псаммофитами, богарному, орошаемому и траншейному выращиванию зерновых, крупяных, кормовых, овощных, плодово-ягодных и декоративных культур. Экспедиционная работа по сбору гермоплазмы пустынных растений, созданию и изучению коллекции мировых генетических ресурсов ряда пустынных сельскохозяйственных культур, начатая ВИР в прошлом веке, продолжается и в наше время.

Ключевые слова: освоение пустынь, Бюро пустынь ВИР, Репетекская песчано-пустынная станция, Приаральская опытная станция, коллекция мировых генетических ресурсов пустынных сельскохозяйственных культур.

N. I. Dzyubenko, A. A. Kochegina. The role of N. I. Vavilov and VIR's scientists in desert reclamation. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 1. SPb.: VIR, 2016. P. 5–34. Bibl. 41.

The 90-year history of desert reclamation in Russia is presented. The scientists of VIR stood at its origin. Huge work on complex geobotanical, geological and hydrological study of soils and vegetation of deserts and semi-deserts of the USSR was carried out. Comprehensive measures to undertake their agricultural development, transfer the nomadic livestock husbandry into sedentary status, and form a stable food supply were outlined as well as the establishment of oases in the desert. Technologies were developed for afforestation and fixation of moving sands by psammophytes, for rainfed, irrigated and trench cultivation of cereals, forages, vegetables, fruits and ornamental crops. Expeditions collecting desert plant germoplasm as well as the establishment and study of the worldwide genetic resources collection holding a number of agricultural desert crops that VIR launched in the previous century are being continued.

Key words: desert reclamation, the Bureau of Deserts, Repetek Sand Desert Station, Aral Experimental Station, a collection of worldwide genetic resources of desert crops

УДК: 635.656:631.526.32(470.62)

О. В. Аликина, А. Г. Беседин, О. В. Путин, М. А. Вишнякова. Сравнительная оценка сортов овощного гороха двух морфотипов по комплексу признаков в условиях Краснодарского края. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 1. СПб., 2016. С. 35–51. Библ. 16.

В 2014–2015 гг. проведена оценка урожайности зеленого горошка, чистой продуктивности фотосинтеза (Ч52ПФ), продуктивности единицы листового аппарата, а также хозяйственного коэффициента у 16 сортов овощного гороха обычного (листочкового) и усатого (безлисточкового) морфотипов в Краснодарском крае. По результатам исследования выделены усатые сорта, которые по комплексу изученных признаков не уступают сортам обычного морфотипа.

Ключевые слова: овощной горох, обычный и усатый морфотипы, чистая продуктивность фотосинтеза, продуктивность листового аппарата, урожайность.

O. V. Alikina, A. G. Besedin,O. V. Putin,M. A. Vishnyakova. Comparative evaluation of garden pea varieties with two morphotypes by acomplextraits in Krasnodar region. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 1. SPb.: VIR, 2016. P. 35–51. Bibl. 16.

In 2014–15, evaluated in Krasnodar Region were the yield of green pea, net productivity of photosynthesis, productivity of a foliage surface unit as well as the economic coefficient in 16 garden pea varieties of the common leafy and leafless morphotypes. The study helped to identify leafless varieties comparable with those of the conventional morphotype accordin to the set of traits studied.

Key words:garden pea, leafless and conventional-leaved morphotypes, photosynthetic productivity, foliage efficiency, yield.

УДК 57;581.1;581.5;615.9

А. В. Дикарев, В. Г. Дикарев, Н. С. Дикарева. Сравнительный анализ частоты цитогенетических эффектов в апикальной меристеме корешков проростков сортов ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.), контрастных по устойчивости к свинцу. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 1. СПб., 2016. С. 52–68. Библ. 16.

Изучали пролиферативную активность, частоту и спектр цитогенетических аномалий в клетках апикальной меристемы корешков проростков ярового двурядного ячменя (*Hordeum vulgare* L.). Выполнен сравнительный анализ частоты аберраций в клетках интактных проростков наиболее чувствительных и устойчивых сортов ячменя, отобранных при исследовании влияния свинца на 100 сортов ячменя Мировой коллекции ВИР. Показано наличие достоверных различий между группами устойчивых и чувствительных сортов по ряду основных цитогенетических показателей в апикальных меристемах корня интактных проростков: частоте аберрантных клеток (ЧАК), частоте цитогенетических нарушений на делящуюся клетку (ЧАДК) и частоте аберраций на клетку с цитогенетическими аномалиями (ЧААК). Обсуждаются механизмы формирования толерантности и чувствительности растений к действию свинца и тяжелых металлов в целом.

Ключевые слова: проростки, цитогенетические эффекты, апикальная меристема, цитогенетический анализ, контрастные сорта.

A. V. Dikarev, V. G. Dikarev, N. S. Dikareva. Comparative analysis of the frequency of cytogenetic abnormalies in the root apical meristem of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivae seedlings, contrasting in their lead tolerance. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 1. SPb.: VIR, 2016. P. 52–68. Bibl. 16.

Cell division activity, frequencies and spectra of cytogenetical abnormalities were studied in the root apical meristem cells of spring barley seedlings (*Hordeum vulgare* L.). Comparative analysis of aberration frequencies in cells of most sensitive or tolerant barley cultivars was made. Sensitive and tolerant cultivars of spring barley were chosen by testing of lead influence on 100 barley cultivars from the VIR collection. Significant differences between groups of sensitive and tolerant cultivars were shown in indexes received on intact seedlings: frequencies of aberrant cells (FAC), frequency of cytogenetical abnormalities on a dividing cell (FADC), frequency of cytogenetical disturbances on a cell with cytogenetical abnormalities (FAAC). Mechanisms of tolerance to lead and HM were discussed.

Key words: seedlings, cytogenetical effects, apical meristem, cythogenetic analysis, contrasting variants.

УДК 634.13

И. А. Бандурко, З. Ш. Дагужиева, Е. М. Апухтина. Изучение природного генофонда груш Кавказа в условиях Адыгеи. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 1. СПб., 2016. С. 69–90. Библ. 31.

Приведены результаты многолетнего изучения образцов груши, собранных экспедициями ВИР на Кавказе и произрастающих в коллекции филиала Майкопская опытная станция ВИР. Установлено значительное разнообразие морфологических признаков, в том числе, диагностических. Выделены образцы с нехарактерными для западных видов признаками: опадающими чашелистиками (*Pyrus caucasica* Fed., *P. salicifolia* Pall., *P. syriaca* Boiss.), уменьшенным числом семенных камер (2–4) в плодах (*P. salicifolia*, *P. syriaca*, *P. zangezura* Maleev). Выделены видообразцы, относительно устойчивые к грибным болезням *(P. zangezura*, *P. balansae* Decne, *P. caucasica, P. salicifolia*); обладающие в условиях Адыгеи морозоустойчивостью *(P. salicifolia*, *P. medvedevii* Rubtz., *P. caucasica)*, засухоустойчивостью (*P. caucasica*, *P. salicifolia, P. syriaca),* высокой урожайностью (*P. caucasica, P. salicifolia*, *P. balansae*, *P. zangezura).* Выделены виды *P. salicifolia*, *P. complexa* Rubtz., P. *medvedevii*, *P. syriaca*, *P. elata* Rubtz., перспективные для озеленения и селекции декоративных форм.

Ключевые слова: Кавказ, груша, дикорастущие виды, морфология, фенология, адаптивные свойства, продуктивность.

I. A. Bandurko, Z. Sh. Daguzhieva, E. M. Apukhtina. The study of the natural gene pool of the Caucasus' pears in the environments of Adygea. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 1. SPb.: VIR, 2016. P. 69–90. Bibl. 31.

The results of a long-term study of pear accessions collected by VIR's expeditions in the Caucasus and grown in the collection of Maikop Experiment Station are presented. A significant variety of morphological characteristics including diagnostic ones was identified. Accessions with uncharacteristic for western species traits were selected: deciduous sepals (*Pyrus caucasica* Fed., *P. salicifolia* Pall., *P. syriaca* Boiss.), reduced number of seed cavities (2–4) in the fruit (*P. salicifolia*, *P. syriaca*, *P. zangezura* Maleev). Also identified were specific accessions relatively resistant to fungal diseases (*P. zangezura*, *P. balansae* Decne., some forms of *P. caucasica* and *P. salicifolia*) possessing frost resistance in the environments of Adygea (*P. salicifolia*, *P. medvedevii* Rubtz., *P. caucasica*), drought resistance (*P. caucasica*, *P. salicifolia*, *P. syriaca*), and high yield (*P. caucasica*, *P. salicifolia*, *P. balansae*, *P. zangezura*). Some species: *P. salicifolia*, *P. complexa* Rubtz., *P. medvedevii*, *P. syriaca*, *P. elata* Rubtz. were selected as promising for landscaping and breeding of ornamental forms.

Key words: Caucasus, pear, wild species, morphology, phenology, adaptive properties, productivity.

УДК 631. 527: 634.

С. А. Макаренко, И. П. Калинина. Генетический потенциал в селекции яблони на юге Западной Сибири. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 1. СПб., 2016. С. 91–109. Библ. 17.

Представлены результаты селекции яблони на юге Западной Сибири по основным хозяйственно полезным признакам. На основании гибридологического анализа выделено 30 доноров и источников высокой зимостойкости, 16 источников полигенной устойчивости к парше и 13 гетерозиготных источников моногенной устойчивости, а также результативные сортообразцы в селекции на урожайность и повышенное качество плодов. Дана краткая характеристика 34 сортов яблони горноалтайской селекции.

Ключевые слова: яблоня, источник, зимостойкость, устойчивость к парше, крупноплодность, вкус плодов.

S. A. Makarenko, I. P. Kalinina. Genetic potential of apple-tree breeding in the south of West Siberia. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 1. SPb.: VIR, 2016. P.91–109. Bibl. 17.
The results of apple breeding in the south of West Siberia according to the main economically useful features are presented in the paper. On the basis of hybridological analysis, 30 donors and sources of high winter hardiness, 16 sources of polygenic scab resistance and 13 heterozygous sources of monogenic resistance as well as productive varietal samples for breeding for yield and high fruit quality have been selected. Brief characteristics of 34 apple varieties of Gorno-Altaisk breeding are given.
Key words: Apple, source, hardiness, resistance to scab, large-fruited, the taste of fruit.

УДК 579: 58
И. Г. Чухина, Е. А. Крылова, А. Б. Овчинникова, Т. А. Гавриленко. Гербарные образцы диких чилийских видов картофеля секции *Petota* Dumort. рода S*olanum* L. в гербарии ВИР. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 1. СПб., 2016. С. 110–121. Библ. 21.
Проведена ревизия гербарных образцов чилийских видов картофеля, относящихся к секции *Petota* Dumort рода *Solanum* L. В Гербарии ВИР [WIR] хранятся образцы пяти видов: *Solanum leptostigma* Juz., *S. Maglia* Schlechtd., *S. molinae* Juz., *S. ochoanum* Lechn., *S. zykinii* Lechn., в количестве 25 листов. Выявлены аутентичные материалы С. В. Юзепчука и В. С. Лехновича, а именно, синтипы *S. molinae*, *S. ochoanum* и *S. zykinii*. Проведена неотипификация *S. leptostigma*.
Ключевые слова: ареал, аутентичные гербарные образцы, неотип, синтипы.

I. G. Chukhina, E. A. Krylova, A. B. Ovchinnikova, T. A. Gavrilenko. Herbarium specimens of wild chilean potato species belonging to the section *Petota* DumorT. genus *Solanum* L. IN the VIR herbarium. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 1. SPb.: VIR, 2016. P. 110–121. Bibl. 21.
A revision of herbarium specimens of Chilean potato species belonging to the section *Petota* Dumort. genus *Solanum* L. was conducted. The VIR herbarium [WIR] has 25 specimen sheets of five species: *Solanum leptostigma* Juz., *S. maglia* Schlechtd., *S. molinae* Juz., *S. ochoanum* Lechn., *S. zykinii* Lechn. Authentic materials from S. V. Yuzepczuk and V. S. Lehnovich have been identified, namely syntypes of *S. molinae*, *S. ochoanum* and *S. zykinii*. The neotypification of *S. leptostigma* was done.
Key words: area of distribution, authentic herbarium specimens, neotype, syntypes.

СОДЕРЖАНИЕ

ИСТОРИЯ ВИР. СЛАВНЫЕ ИМЕНА

Дзюбенко Н. И., Кочегина А. А. Роль Н. И. Вавилова и ученых ВИР в освоении пустынь 5

КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

Аликина О. В., Беседин А. Г., Путин О. В., Вишнякова М. А. Сравнительная оценка сортов овощного гороха двух морфотипов по комплексу признаков в условиях Краснодарского края 35

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Дикарев А. В., Дикарев В. Г., Дикарева Н. С. Сравнительный анализ частоты цитогенетических эффектов в апикальной меристеме корешков проростков сортов ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.), контрастных по устойчивости к свинцу 52

Бандурко И. А., Дагужиева З. Ш., Апухтина Е. М. Изучение природного генофонда груш Кавказа в условиях Адыгеи 69

Макаренко С. А., Калинина И. П. Генетический потенциал в селекции яблони на юге Западной Сибири 91

СИСТЕМАТИКА, ФИЛОГЕНИЯ И ГЕОГРАФИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Чухина И. Г., Крылова Е. А., Овчинникова А. Б., Гавриленко Т. А. Гербарные образцы диких чилийских видов картофеля секции *Petota* Dumort. рода S*olanum* L. в гербарии ВИР 110

CONTENTS

HISTORY OF VIR. NAMES OF RENOWN

Dzyubenko N. I., Kochegina A. A. The role of N. I. Vavilov and VIR's scientists in desert reclamation 5

COLLECTIONS OF WORLDWIDE CROP GENETIC RESOURCES IN THE DEVELOPMENT OF PRIORITY BREEDING TRENDS

Alikina O. V., Besedin A. G., Putin O. V., Vishnyakova M. A.. Comparative evaluation of garden pea varieties with two morphotypes by acomplextraits in Krasnodar region 35

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Dikarev A. V., Dikarev V. G., Dikareva N. S. Comparative analysis of the frequency of cytogenetic abnormalies in the root apical meristem of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivae seedlings, contrasting in their lead tolerance 52

Bandurko I. A., Daguzhieva Z. Sh., Apukhtina E. M. The study of the natural gene pool of the Caucasus' pears in the environments of Adygea 69

Makarenko S. A., Kalinina I. P. Genetic potential of apple-tree breeding in the south of West Siberia 91

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

Chukhina I. G., Krylova E. A., Ovchinnikova A. B., Gavrilenko T. A. Herbarium specimens of wild chilean potato species belonging to the section *Petota* DumorT. genus *Solanum* L. IN the VIR herbarium..... 110

Научное издание

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 177, ВЫПУСК 1**

Выпускающий редактор *Е. И. Гаевская*
Научные редакторы *Е. А Соколова, И. Г. Чухина*
Компьютерная верстка *Л. Ю. Шипилина*
Корректор *Ю. С. Чепель-Малая*

Подписано в печать 28.02.2016 Формат бумаги 70×100 1/16
Бумага офсетная. Печать офсетная
Печ. л. 8 Тираж 300 экз. Зак.26/16

Сектор редакционно-издательской деятельности ВИР
190000, Санкт-Петербург, Большая Морская ул., 44

ООО «Р – КОПИ»
Санкт-Петербург, пер. Гривцова, 6Б