

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

**PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY,
GENETICS AND BREEDING**

volume 178
issue 3



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, 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. A. Sokolova, N. I. Dzyubenko*

ST. PETERSBURG

2017

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ**

**том 178
выпуск 3**



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, М. М. Силантьева, Т. Н. Смекалова, И. А. Тихонович, Й. Турок, Е. К. Турусбеков, Н. В. Фризен, Ю. В. Чесноков, К. Хаммер, З. Ш. Шамсутдинов.

Ответственные редакторы выпуска *Е. А. Соколова, Н. И. Дзюбенко*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2017

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. 132 с.

На основе использования оригинальной модификации метода капель-витрификации «DV-biotech» проведена криоконсервация 20 селекционных сортов картофеля в ВИРе с последующей оценкой посткриогенной регенерации. Проанализированы первые результаты рекультивации деградированных пастбищных угодий в условиях сухой степи Алтайского края. Показано значение уникальной коллекции яблони восточной – *Malus orientalis* (Uglitz.) Juz. – филиала Майкопской ОС ВИР для обеспечения селекции разнообразными источниками ценных признаков. Обсуждаются результаты интродукции и изучения генофонда вишни в Северо-Западном регионе РФ за 50-летний период. Рассмотрены особенности фенологии сортов северной высокорослой голубики в условиях Белорусского Полесья. Выявлены приоритетные элементы структуры урожая на продуктивность ячменя ярового в условиях Крайнего Севера. Исследованы изменчивость и корреляции хозяйственно ценных признаков сортов арахиса в Астраханской обл. Представлены материалы сравнительной оценки продуктивности 24 сортов ярового ячменя в сухостепной зоне Волгоградской области и данные по сравнительному изучению экотипов сорта яровой твердой пшеницы ‘Харьковская 46’ и сорта ‘Алтайка’ в условиях приобской лесостепи Алтайского края. Изучена выборка из 131 линии генетической коллекции подсолнечника, различающихся по способности к супрессии фенотипа цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС). Дана оценка генетического контроля ультраскороспелости местных образцов ячменя из Китая. Разработана классификация вида *Linum usitatissimum* L., основанная на результатах изучения морфологических особенностей гибридов от полного циклического скрещивания между формами *Linum usitatissimum* и дикорастущим видом *L. angustifolium* Huds. Подведены итоги скрининга 200 образцов риса по устойчивости к обыкновенной злаковой тле. Проанализированы взгляды И. П. Бородин и Н. И. Вавилова на проблему соединения физиологии и экологии растений с растениеводством.

Табл. 41, рис. 17, библиогр. 214 назв.

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

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING. Vol. 178. Iss. 3. SPb., 2017. 132 p.

Cryoconservation of 20 potato breeding cultivars has been accomplished at VIR using an original modification of the DV-Biotech droplet vitrification method with consequent post-cryogenic regeneration. The first results of degraded pastureland recultivation in dry steppe environments of the Altai Territory have been analyzed. The unique apple-tree collection of *Malus orientalis* (Uglitz.) Juz. held at Maikop Experiment Station of VIR is shown to be an important repository of breeding sources possessing valuable traits. The results of the 50-year-long works on introduction and studying of the sour cherry gene pool in the Russian North-West are discussed. Specific phenological features of northern highbush blueberry varieties in Belorussian Polesia are reviewed. Priority yield structure elements have been identified in spring barley in the environments of the Extreme North, and their effect on crop productivity has been analyzed. Variability of economic traits and their correlations have been studied in groundnut varieties of Astrakhan Province. Comparative evaluation results are presented to assess the productivity of 24 spring barley varieties in the dry-steppe zone of Volgograd Province as well as the data on comparative study of spring durum wheat ecotypes of the cultivars ‘Kharkovskaya 46’ and ‘Altaika’ in the environments of the Ob River forest-steppe vicinity in the Altai Territory. Samples selected from 131 lines held in the sunflower collection have been assessed for their variable ability to suppress the phenotype of cytoplasmic male sterility (CMS). Local barley accessions from China have been evaluated to analyze their genetic control of ultra-earliness. A classification system of the species *Linum usitatissimum* L. has been developed on the basis of the study of morphological features possessed by the hybrids from full diallelic crossing between the forms of *Linum usitatissimum* and the wild species *L. angustifolium* Huds. The results of screening 200 rice accessions for their resistance to greenbug are summarized. The views of I.P. Borodin and N.I. Vavilov on the linkage of plant physiology and ecology with plant production problems are analyzed.

Tabl. 41, Fig. 17, Ref. 214.

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,
2017

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-5-12

УДК 582.736:631.5 (571.150)

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**Т. В. Корниевская,
М. М. Силантьева**

Алтайский государственный
университет,
656049, Россия,
г. Барнаул, пр. Ленина, д. 61,
e-mail: galtsovaw@yandex.ru

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ В УСЛОВИЯХ СУХОЙ СТЕПИ

Ключевые слова:

пастбищная дигрессия, фенология, рекультивация, кормовые травы, астрагал, сухая степь, Кулунда

Поступление:

17.04.2017

Принято:

21.08.2017

Актуальность. Влияние антропогенных факторов – земледелия и ненормированной пастбищной нагрузки – обусловили процессы деградации степных экосистем центральной части России. Важным путем решения сложившейся проблемы является проведение мероприятий по биологической рекультивации нарушенных земель. Объект. Кормовые травы семейства бобовые, используемые в целях рекультивации малопродуктивных пастбищных угодий: астрагал нутовый (*Astragalus cicer* L.), астрагал бороздчатый (*A. sulcatus* L.), астрагал эспарцетовый (*A. onobrychis* L.) люцерна роговатый дикорастущий (*Lotus corniculatus* L.), люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.), люцерна серповидная (*M. falcata* L.). Материалы и методы. Заложено два эксперимента по восстановлению пастбищ сухостепной зоны Кулунды, находящихся на II и III стадиях дигрессии, методом прямого посева бобовых трав в дернину. Проведены фенологические наблюдения, оценена всхожесть и выживаемость используемых в экспериментах бобовых трав. Результаты и выводы. Создана коллекция кормовых трав семейств Роасеae и Fabaceae, включающая в себя 24 вида и сорта, с которых были собраны семена первичной репродукции. Выявлены устойчивые к засухе виды, обладающие ценными кормовыми свойствами. Наиболее перспективные виды были использованы в экспериментах по восстановлению малопродуктивных пастбищных угодий в условиях сухой степи. Сравнение влияния сроков сева на всхожесть и выживаемость бобовых показало, что оптимальным сроком является подзимний сев. При подзимнем севе семена не требуют предварительной подготовки (скарификации и стратификации). В условиях подзимнего сева наибольшая выживаемость отмечена у люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina*) и астрагала эспарцетового (*Astragalus onobrychis*). Семена начинают дружно всходить при положительных температурах выше 5°C. В первые два года растения адаптируются к засушливым условиям среды и проходят только вегетативную фазу. *Medicago lupulina* – двулетнее растение, в первый год выращивания образует семена.

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

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-5-12

ORIGINAL ARTICLE

**T. V. Kornievskaya,
M. M. Silantyeva**

Altai State University,
61 Lenin Avenue,
Barnaul,
656049, Russia,
e-mail: galtsovaw@yandex.ru

Key words:

*pasture digression, phenology,
recultivation, forage grasses,
milk vetch, dry steppe*

Received:

17.04.2017

Accepted:

21.08.2017

RECOLTIVATION OF DEGRADED PASTURABLE LANDS IN DRY STEPPE ENVIRONMENTS

Background. The influence of anthropogenic factors – farming and unregulated grazing pressure – caused degradation of steppe ecosystems in the central part of Russia. An important way to solve the current problem is to carry out measures for biological recultivation of disturbed lands. **Object of study.** Forage grasses of the legume family usable for the purposes of recultivation of low-productive pasturelands: *Astragalus cicer* L., *A. sulcatus* L., *A. onobrychis* L., *Lotus corniculatus* L., *Medicago lupulina* L., and *M. falcata* L. **Materials and methods.** Two experiments on the restoration of pastures in the dry steppe zone of Kulunda manifesting the II and III stages of digression were carried out by direct seeding of leguminous grasses in the sod. Phenological observations were performed, and germination and survival of grasses from the Fabaceae family used in the experiments were assessed. **Results and conclusion.** A collection of forage grasses from the Poaceae and Fabaceae families was established to include 24 species and varieties, of which seeds of the first reproduction were collected. Drought-resistant species with valuable forage properties have been identified. The most promising species were used in experiments on the restoration of low-productive rangelands under dry steppe conditions. Comparison of the effect of the timing of planting on germination and survival of legumes has shown that pre-winter seeding is the optimal time. In this case, the seeds do not require pretreatment (scarification and stratification). Under the conditions of pre-winter planting, the highest survival rate among alfalfa plants was observed in black medick (*Medicago lupulina*), while among milk vetches in *Astragalus onobrychis*. The seeds started to germinate simultaneously when the positive temperatures exceeded 5°C. In the first two years the plants adapt to the arid conditions of the environment, and pass only the vegetative phase. *Medicago lupulina*, a biennial plant, in the first year of cultivation develops seeds.

Введение

Площадь территорий, подверженных деградации и опустыниванию, ежегодно растет. На сегодняшний день в Российской Федерации она составляет свыше 100 млн. га, при этом около 90% нарушенных земель появляется вследствие действия антропогенных факторов. Важнейшие из них – земледелие и чрезмерная пастбищная нагрузка, обусловили процессы опустынивания в центральной части России, в том числе на юге Западной Сибири (Кулундинская степь). Одним из способов восстановления нарушенных и малопродуктивных пастбищных угодий является биологическая рекультивация с использованием ассортимента кормовых трав, способных выдерживать вытаптывание и давать отаву (Dzybov, 2001). Но в условиях сухостепной подзоны степи процессы восстановления пастбищ, даже при снижении пастбищной нагрузки, происходят очень медленно (Elesova et al., 2014).

Материалы и методы

Климат Кулундинской степи резко континентальный с жарким летом и холодной малоснежной зимой. Годовая сумма осадков составляет 230–350 мм. Максимум осадков приходится на вторую половину лета (июль – 30% всех осадков). Весенние осадки составляют около 20% от общей суммы, поэтому практического влияния на увлажнение почвы они не оказывают. Важные начальные фазы развития растений протекают при недостатке влаги весеннего сезона и первой половины лета. Увеличивается продолжительность периодов без дождя, а выпадающие осадки носят ливневый характер, слабо пополняя запасы почвенной влаги (Kharlamova, 2012).

Недостаток влаги и чрезмерная сухость воздуха обуславливают почвенную и воздушную засуху, суховеи и пыльные бури (The most important..., 1986).

Почвы на экспериментальных участках представлены темно-каштановыми подтипами. Для гумусовых горизонтов почв (Ад(А)+АВ) характерна среднещелочная (площадка II) и нейтральная (площадка III) реакция среды почвенного раствора. Содержание гумуса (углерода) в почвах невысокое, что характерно для зональных каштановых почв (2,13% в пахотном слое почвы). По гранулометрическому составу преобладающими фракциями являются мелкий (0,25–

0,05 мм) и крупный (0,25–0,01 мм) песок. По содержанию физической глины, описанные почвы – легкосуглинистого состава (Silantjeva, Kharlamova et al., 2015).

В мае 2013 г. в сухостепной зоне Кулунды (Михайловский район, Алтайский край) заложена коллекция кормовых трав семейств Бобовые и Злаковые, содержащая 24 вида и сорта. Семена были предоставлены кураторами Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова (в 2013 году). Посев осуществлялся на пашне, вручную. Семена каждого образца высевались на экспериментальных площадках 1,0×3,0 м, для большинства объектов в двукратной повторности. Ширина обрабатываемой полосы – 10–15 см, межполосное пространство – 15–20 см. Таким образом заложено 29 делянок. В 2013–2016 гг. осуществлялся регулярный уход за коллекцией (Silantjeva, Terekhina et al., 2015). В 2014 г. с коллекционного участка были получены первые семена, которые были использованы в экспериментах по реставрации малопродуктивных сенокосов и пастбищ.

Для проведения исследований по улучшению сенокосно-пастбищных угодий в условиях недостатка влаги было выбрано пастбище, представляющее собой полынно-типчаковую деградированную степь в окрестностях с. Полуямки (Михайловский район). В мае 2014 г. (поздневесенний сев) был заложен опыт по восстановлению пастбищ, находящихся на III стадии пастбищной дигрессии (начало сбоя, полынная стадия). В середине октября 2014 г. (подзимний сев) с целью сравнения влияния сроков сева на всхожесть и приживаемость бобовых растений проведен второй полевой опыт на пастбище, соответствующем II стадии дигрессии (усиленный выпас, типчаковая стадия). В опытах использовались семена бобовых трав первичной репродукции, выращенные на интродукционном семенном участке в условиях сухостепной зоны Кулунды (таблица).

Наблюдения проводились на двух специально огороженных опытных площадках. Одна площадка соответствует III, вторая – II стадии пастбищной дигрессии. Размер опытной площадки 10×10 м, одна вторая часть которой – естественный травостой, на второй половине расположены делянки сеяных бобовых трав, врезанных в дернину. Ширина обрабатываемой полосы – 15 см, межполосное пространство – 35 см. Ежемесячно с мая по сентябрь выполнялись описание расти-

тельности на выбранных площадках, фенологические наблюдения по методике И. Н. Бейдеман, (Beudeman, 1954). Определение всхожести и выживаемости бобовых осуществлялось методом визуальной оценки. Визуальная оценка всходов: 5 баллов – массовая всхожесть (70–100%), 4 балла – (свыше 50%), 3 балла – (от 35–50%), 2 балла – (20–35%), 1 балл – неудовлетворительная всхожесть (от 0 до 20%). Выживаемость растений в конце вегетационного сезона определялась также визуальным способом по 5-балльной шкале: 5 баллов – изреженность травостоя слабая, количество выпавших растений не превышает 10%; 4 балла – изреженность слабая, количество погибших растений не превышает 25%; 3 балла – изреженность растений значительная, погибло около 50%; 2 балла – изреженность большая, количество погибших растений превышает 50%; 1 балл – изреженность очень высокая, сохранилось незначительное количество растений.

Таблица. Список образцов семян, используемых в экспериментах по реставрации малопродуктивных сенокосно-пастбищных угодий

(с. Полуямки, Михайловский район, Алтайский край)

Table. List of seed samples used in the experiments on the restoration of low-productive haymaking and pasture lands

(Poluyamki Village, Mikhailovsky District, Altai Territory)

Название	№ по каталогу ВИР	Происхождение
<i>Lotus corniculatus</i> L. (лядвенец рогатый дикорастущий)	15596	Казахстан
<i>Astragalus cicer</i> L. (астрагал нутовый)	48630	США
<i>A. sulcatus</i> L. (астрагал бороздчатый)	34604	Чехословакия
<i>A. onobrychis</i> L. (астрагал эспарцетовый)	35214	Ставропольский край
<i>Medicago lupulina</i> L. (люцерна хмелевидная)	25734	Казахстан
<i>M. falcata</i> L. (люцерна серповидная)	22388	Алтайский край

В первом опыте на площадке, соответствующей III стадии пастбищной дигрессии, использовались виды: *Astragalus cicer*, *A. onobrychis*, *Lotus corniculatus*.

В середине октября 2014 г. заложен второй пробный участок по улучшению пастбища, находящегося на II стадии деградации. Для исследования отобраны 3 вида астрагала (*Astragalus cicer*, *A. onobrychis*, *A. sulcatus*), 2 вида люцерны (*Medicago falcata*, *M. lupulina*) и лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus*).

Результаты и их обсуждение

Опыты по рекультивации деградированных пастбищных угодий сухостепной зоны Кулунды расположены на участке разнотравно-типчакково-тырсоковьяльной степи.

Опыт №1 (улучшение пастбища III стадии дигрессии). В первый год выращивания (2014 г.) наблюдалось незначительное количество всходов на делянках. Всходы были

слабыми. Полевая всхожесть составила у астрагала эспарцетного 36–49%, у астрагала нутового – 20%, а у лядвенца рогатого – 21–35%. К концу первого года выращивания растения находились в стадии формирования второго настоящего листа. Высота растений в среднем составила 2–3 см.

В 2015 г. количество всходов увеличилось на 20%. Всходы были более крепкие и дружные. Наблюдался прирост у всех видов, особенно у астрагала эспарцетового. В конце второго года жизни растения достигли средней высоты 7,5 см (рис. 1).

На экспериментальных площадках проводились наблюдения за выживаемостью растений в течение вегетационного сезона 2015 г. У астрагала нутового максимум всходов пришелся на начало мая (332 шт./м²), однако, к августу 83% всходов погибла в связи с наступившей засухой. В это время температура почвы составила 26°C, а влажность – 0,3% объемного содержания воды.

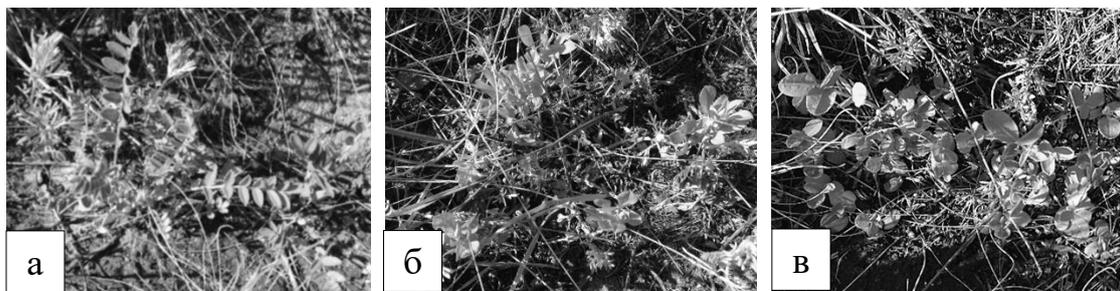


Рис. 1. Рекультивация сильнодеградированного пастбища (III стадия). Молодые развивающиеся растения второго года жизни (первая половина мая 2015 г.): (а) – *Astragalus onobrychis*; (б) – *Lotus corniculatus*; (в) – *Astragalus cicer* (с. Полуямки, Михайловский район, Алтайский край)

Fig. 1. Reclamation of a severely degraded pasture (stage III). Young developing plants of the second year of life (first half of May 2015): (a) *Astragalus onobrychis*; (б) *Lotus corniculatus*; (в) - *Astragalus cicer* (Poluyamki Village, Mikhailovsky District, Altai Territory)

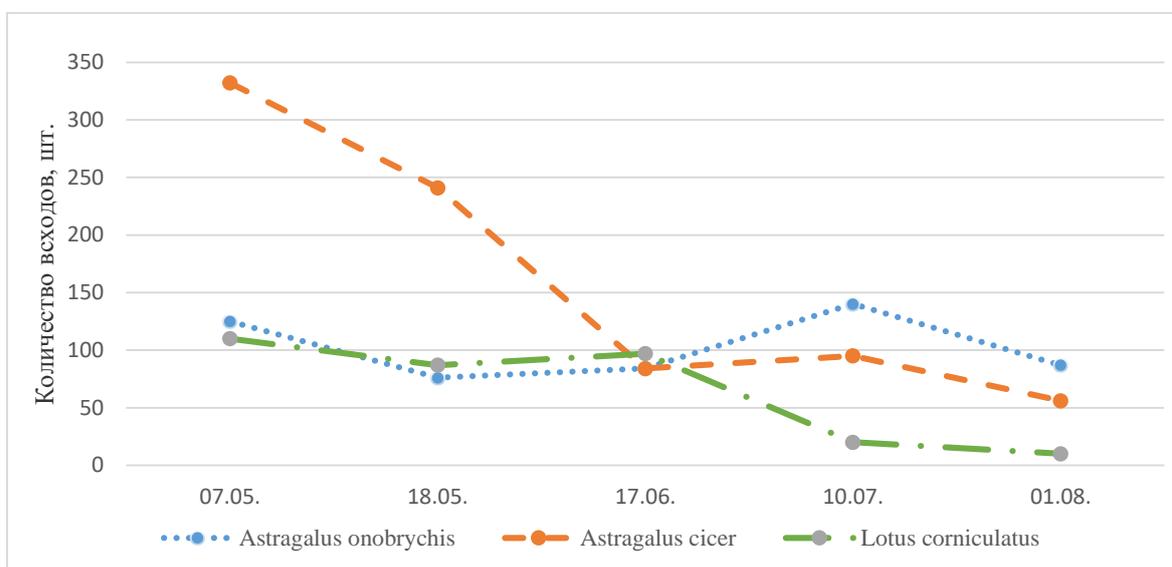


Рис. 2. Выживаемость бобовых на улучшенном пастбище (III стадия) при поздневесеннем севе (вегетационный период 2015 г.; с. Полуямки, Михайловский район, Алтайский край)

Fig. 2. Survival of legumes on an improved pasture (stage III) at late-spring seeding (growing season 2015; Poluyamki Village, Mikhailovsky District, Altai Territory)

У астрагала эспарцетового наибольшее количество молодых растений зафиксировано в первой половине июля (рис. 2), на которую приходится оптимальная температура для развития бобовых (20°C) и влажность почвы (44,88 %). К августу (период засухи) погибло 38% растений. Всходы лядвенца рогатого были наиболее слабыми по сравнению с другими видами бобовых на пастбище. При общей численности растений (110 шт./ м²) лишь 9% выжило к концу сезона. Наиболее приспособленным видом к

условиям сухой степи в данном эксперименте оказался астрагал эспарцетный (62% жизнеспособных растений).

Опыт №2 (улучшение пастбища II стадии дигрессии). Подзимний посев имел ряд преимуществ. Во-первых, не требовалось дополнительной скарификации семян бобовых. Они прошли «естественную» скарификацию и стратификацию. Во-вторых, не был упущен оптимальный срок сева, который определяется, с одной стороны, температурой почвы, а с другой – способностью растения противостоять зимним холодам.

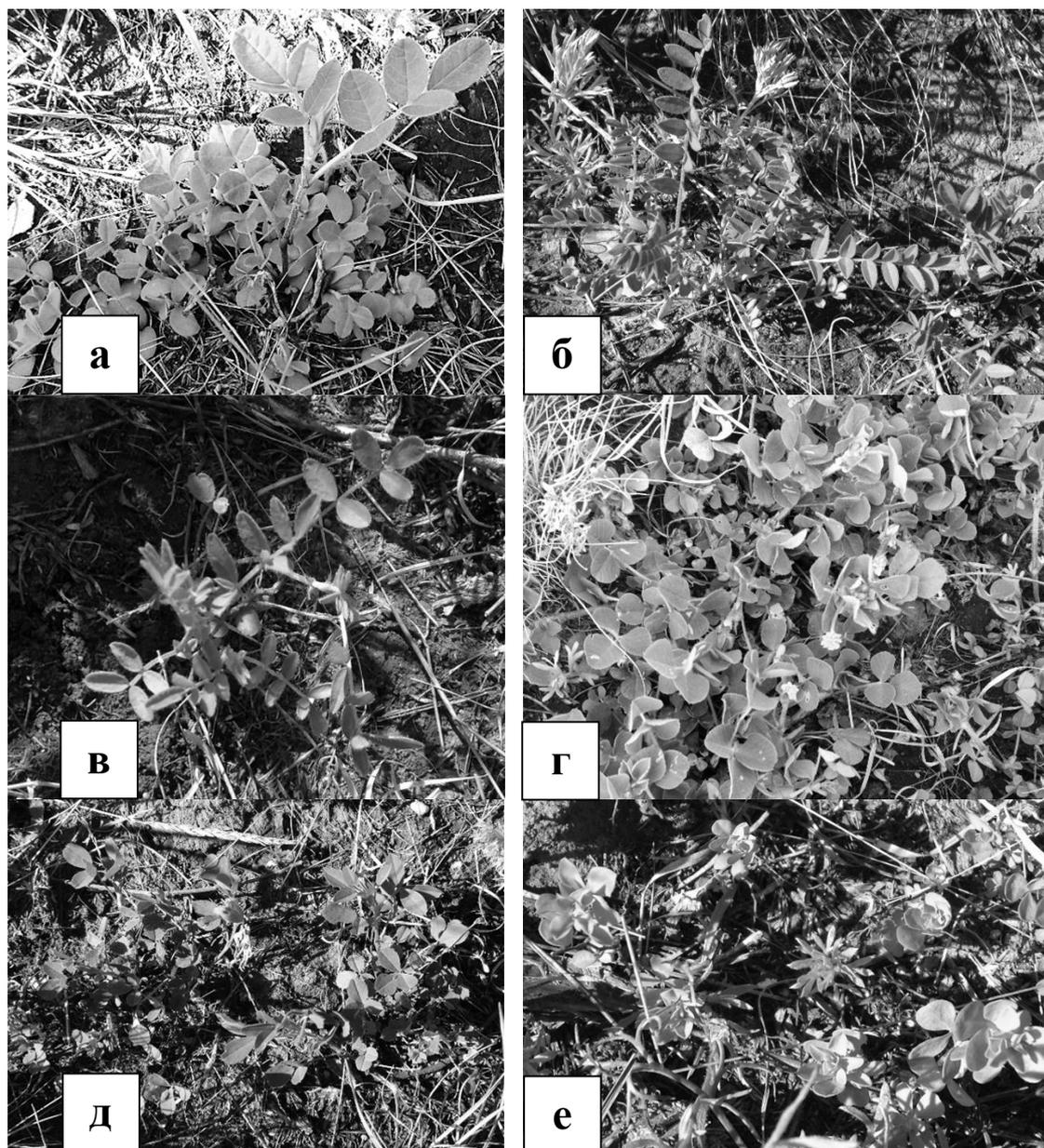


Рис. 3. Виды бобовых культур, используемые для улучшения природного пастбища (II стадия деградации). Растения второго года жизни, всходы (май): (а) – *Astragalus cicer*; (б) – *Astragalus onobrychis*; (в) – *Astragalus sulcatus*; (г) – *Medicago lupulina*; (д) – *Medicago falcata*; (е) – *Lotus corniculatus*

Fig. 3. Species of legumes used to improve a natural pasture (stage II of degradation). Plants of the second year of life, shoots (May): (a) *Astragalus cicer*; (б) *Astragalus onobrychis*; (в) *Astragalus sulcatus*; (г) *Medicago lupulina*; (д) *Medicago falcata*; (е) *Lotus corniculatus*

Выбранные нами виды бобовых культур в лабораторных условиях начинают прорастать при температурах от 5–15°C, а оптимальной для прорастания является температура 20–25°C (Galtsova, 2015). При подзимнем севе семена всходили дружно. Лучше остальных всходили семена люцерны серповидной и люцерны хмелевидной. У них отмечено максимальное количество проростков 1201 и 577 шт./м² соответственно (рис. 3). Среди астрагалов можно отметить

астрагал бороздчатый (231 шт./м²), всхожесть семян которого была вдвое выше, чем у астрагала нутового (168 шт./м²) и астрагала эспарцетного (116 шт./м²). Лядвенец рогатый, в среднем, по количеству проросших семян был на уровне астрагалов и имел всхожесть 146 шт./м². Наблюдая за динамикой всходов, можно заметить, что у астрагала нутового наибольшее количество молодых проростков зафиксировано в начале мая (рис. 4). В последующие даты наблюдений

отмечался выпад молодых растений, а к концу вегетационного сезона сохранилось лишь 16%.

У астрагалов эспарцетового и бороздчатого максимальное количество всходов пришлось на вторую половину мая. К середине

июня произошло резкое снижение численности всходов, около 50% растений оказались нежизнеспособными и погибли в период начавшейся июньской засухи. К 1 августа выжило 27% молодых растений астрагала эспарцетового, 16% астрагала нутового и 14% – астрагала бороздчатого.

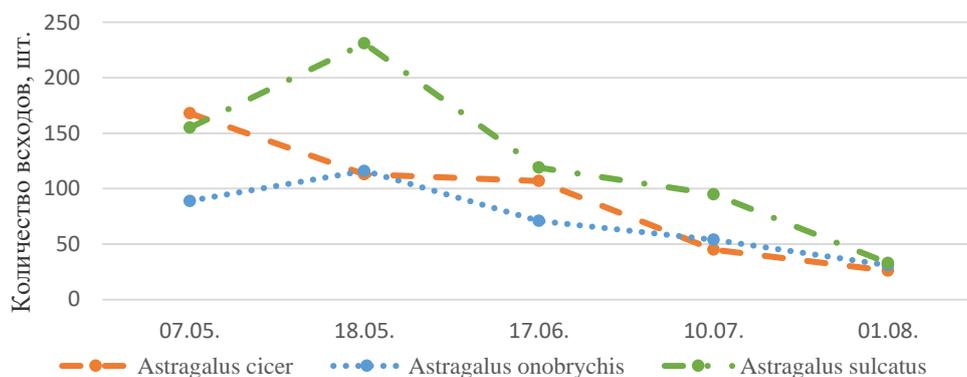


Рис. 4. Выживаемость астрагалов на улучшенном пастбище (II стадия) при подзимнем севе (вегетационный сезон 2015 г.; с. Полуямки, Михайловский район, Алтайский край)

Fig. 4. Survival of milk vetches on an improved pasture (stage II) at pre-winter seeding (growing season 2015; Poluyamki Village, Mikhailovsky District, Altai Territory)

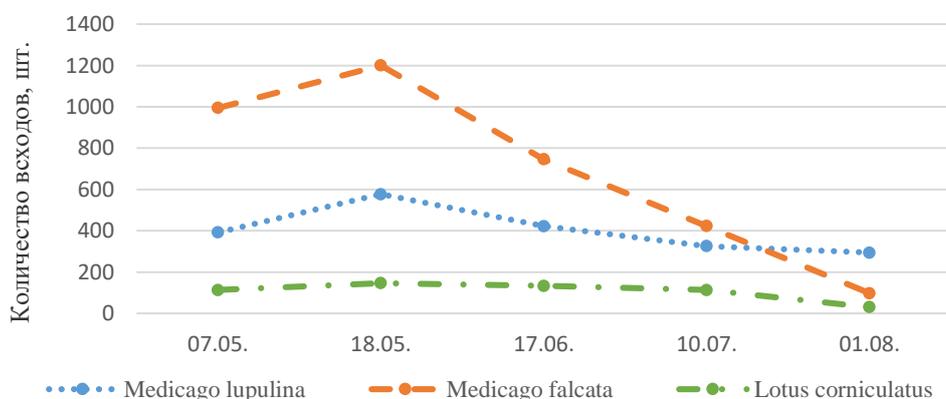


Рис. 5. Выживаемость люцерны и лядвенца на улучшенном пастбище (II стадия) при подзимнем севе (вегетационный сезон 2015 г.; с. Полуямки, Михайловский район, Алтайский край) Fig. 5. Survival of alfalfa and alfalfa on improved pasture (stage II) at pre-winter seeding (growing season 2015; Poluyamki Village, Mikhailovsky District, Altai Territory)

У люцерны и лядвенца максимум всходов приходится также на вторую половину мая. Однако в июне, как и у астрагалов, наблюдались значительные выпадения растений. У лядвенца рогатого погибло 79,5% всходов, у люцерны хмелевидной – 49%, а у люцерны серповидной – 92% (рис. 5).

К концу сезона произошло изреживание травостоя. Выжило: 51% (294 шт./м²) всходов люцерны хмелевидной, 8,2% (98 шт./м²) всходов люцерны серповидной и 20,5%

(30 шт./м²) лядвенца рогатого. Значительные выпадения бобовых связаны в большей степени с обострившейся конкуренцией за влагу между густорастущими особями (люцерны серповидной).

Несмотря на высокий процент погибших растений, их количественный пересчет на единицу площади свидетельствует об устойчивости всех используемых в опыте бобовых трав к недостатку влаги и высоким температурам почвы и воздуха.

Выводы

Двухлетние опыты по рекультивации пастбищ в сухостепной зоне Кулунды показали положительные результаты. Подобран ассортимент бобовых трав, устойчивых к засухе. Наиболее устойчивыми видами при поздневесеннем севе стали *Astragalus onobrychis* и *A. cicer*. В условиях подзимнего сева наибольшая выживаемость отмечена среди люцерн – у люцерны хмелевидной (*Medicago lupulina*), среди астрагалов – у астрагала эспарцетового (*Astragalus onobrychis*). Оптимальным сроком сева для бобовых является подзимний сев (ноябрь).

Фенологические наблюдения за используемыми в экспериментах бобовыми, показали, что первые два года жизни растения адаптируются к новым условиям и проходят только вегетативную фазу (все виды, за исключением люцерны хмелевидной). Люцерна хмелевидная в первый год использования в эксперименте проходит все фенологические фазы, завершая вегетационный сезон образованием немногочисленных плодов. Во второй год наблюдений растения *Medicago lupulina* достигает фазы полного обсеменения

References/Литература

- Beydeman I. N.* A methodology for studying the phenology of plants and plant communities. Novosibirsk: Izd. Science, 1974, 155 p. [in Russian] (*Бейдеман И. Н.* Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Изд. Наука, 1974. 155 с.).
- The most important types and varieties of forage grasses for hayfields and pastures of the Altai Territory. Recommendations / Altai Scientific Research Institute of Farming and Crop Selection.* Novosibirsk, 1986, 53 p. [in Russian] (*Важнейшие виды и сорта кормовых трав для сенокосов и пастбищ Алтайского края. Рекомендации / Алтайский научно-исследовательский институт земледелия и селекции сельскохозяйственных культур.* Новосибирск, 1986. 53 с.).
- Galtsova T. V.* New fodder grasses of legume family for dry steppe zone of Kulunda // Proceedings of young scientists, 2015, pp. 76–80 [in Russian] (*Гальцова Т. В.* Новые кормовые травы семейства бобовые для сухостепной зоны Кулунды // Труды молодых ученых. 2015. С. 76–80).
- Dzybov D. S.* The agro-steppe method accelerated restoration of natural vegetation. Toolkit. Saratov: The scientific book, 2001. 40 p. [in Russian] (*Дзыбов Д. С.* Метод агростепей. Ускоренное восстановление природной растительности. Методическое пособие. Саратов: Научная книга, 2001. 40 с.).
- Elesova N. V., Silantjeva M. M.* et all. Estimation and possible ways of restoration of the degraded pasture. Moscow: Publishing house "Sputnik +", 2012, pp. 90–98 [in Russian] (*Харламова Н. Ф.* Изменение устойчивости экосистем Кулунды в сухостепных условиях Кулунды // Вестник Алтайской науки. 2014. №1. С. 204–208).
- Silantjeva M. M., Terekhina T. A.* et all. New promising species and varieties of forage grasses for the restoration of pastures of the dry steppe zone of Kulunda // Vestnik of the Altai Science, 2015, no. 1, pp. 50–54 [in Russian] (*Силантьева М. М., Терехина Т. А.* и др. Новые перспективные виды и сорта кормовых трав для реставрации пастбищ сухостепной зоны Кулунды // Вестник Алтайской науки. 2015. №1. С. 50–54).
- Silantjeva M. M., Kharlamova N. F.* et all. Restoration of steppe ecosystems in the dry steppe zone of Kulunda, taking into account the historical reconstruction of the vegetation cover // Vestnik of the Altai Science, 2015, no. 1, pp. 241–245 [in Russian] (*Силантьева М. М., Харламова Н. Ф.* и др. Реставрация степных экосистем сухостепной зоны Кулунды с учетом исторической реконструкции растительного покрова // Вестник Алтайской науки. 2015. №1. С. 241–245).
- Kharlamova N. F.* Changing the stability of Kulunda ecosystems (Altai Territory) in the context of climate change // Sciences about the Earth at the present stage. Mat. III Intern. Scientific-practical. Conf (Алтайский край) в условиях изменения климата // Науки о Земле на современном этапе. Mat. III Междунар. научно-практ. конф. М.: Изд-во «Спутник+», 2012. С. 90–98).

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-13-20

УДК: 635.21:57.043

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Ю. В. Ухатова¹,
Е. В. Овэс²,
Н. Н. Волкова¹,
Т. А. Гавриленко¹

¹Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР), 190000, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44, e-mail: tatjana9972@yandex.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. Лорха, Кусково, ул. Лорха, 23, Россия

Ключевые слова:

картофель, криоконсервация, дроблет-витрификация, *in vitro* и криоколлекции, генбанк ВИР, ВНИИКХ.

Поступление:
07.07.2017

Принято:
21.08.2017

КРИОКОНСЕРВАЦИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В ВИРЕ

Актуальность. Для надежного сохранения генофонда сортов, гибридов и селекционных клонов картофеля создаются дублетные *in vitro* и криоколлекции. Работы по криоконсервации южноамериканских аборигенных сортов картофеля были начаты в ВИРе в 2010 г., в настоящее время в эти исследования включены и селекционные сорта. Материалы и методы. В качестве исходного материала для криоконсервации использовали микрорастения 20 селекционных образцов из *in vitro* коллекции Банка здоровых сортов картофеля ВНИИКХ. Биоматериал был охарактеризован в культуре *in vitro* по следующим показателям морфогенеза: 1 – продолжительность периода от черенкования до формирования микрорастениями 4–6 междоузлий; 2 – продолжительность периода активного роста микрорастений; 3 – продолжительность всего вегетационного периода микрорастений до формирования ими микроклубней. Кроме того, учитывали «возраст мериклона» – продолжительность пребывания данного клона в культуре *in vitro*. Для криоконсервации использована оригинальная модификация метода дроблет-витрификации с быстрым погружением в жидкий азот – «DV-biotech». Эксплантами для криоконсервации служили верхушечные и пазушные почки микрорастений. Результаты. Частоты выживших и регенерировавших после замораживания-оттаивания верхушечных почек были существенно ($p < 0,05$) выше соответствующих показателей пазушных почек. Между показателями *in vitro* морфогенеза (1, 2, 3) исходных микрорастений изученных сортов и эффективностью посткриогенного восстановления (жизнеспособность и частота регенерации после оттаивания) отмечены существенные отрицательные корреляции. Срок пребывания материала в культуре *in vitro* не оказывал значительного влияния ни на перечисленные выше показатели морфогенеза микрорастений, ни на эффективность посткриогенного восстановления эксплантов изученных сортов. Показано существенное влияние генотипа на регенерационную способность верхушечных почек после замораживания-оттаивания ($p \leq 0,05$). Максимальная частота криорегенерантов отмечена у сорта ‘Импала’ (73,3%), минимальная – у сорта ‘Ильинский’ (26,7%). Выводы. Проведена криоконсервация 20-ти селекционных сортов картофеля с использованием оригинального модифицированного протокола дроблет-витрификации «DV-biotech»; для 17 сортов получены высокие показатели посткриогенной регенерации. Частота посткриогенной регенерации верхушечных почек была существенно выше ($p < 0,05$) соответствующих показателей пазушных почек. Выявлено достоверное влияние генотипа на уровень посткриогенной регенерации. Отмечены существенные отрицательные корреляции между показателями *in vitro* морфогенеза исходных микрорастений изученных сортов и эффективностью их посткриогенного восстановления.

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-13-20

ORIGINAL ARTICLE

Y. V. Ukhatova¹,
E. V. Oves²,
N. N. Volkova¹,
T. A. Gavrilenko¹

¹The N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR),
42-44 Bolshaya Morskaya St., St. Petersburg,
190000, Russia,
e-mail: uv13011@yahoo.com

²The A. G. Lorkh All-Russian Research Institute of Potato Farming, 23 Lorkh St.,
Kuskovo, Moscow,
Russia

Key words:

potato, cryopreservation, drop-let vitrification, in vitro and cryogenic collection, genebank of VIR, Research Institute of Potato Farming.

Received:

07.07.2017

Accepted:

21.08.2017

CRYOPRESERVATION OF POTATO BREEDING CULTIVARS AT VIR

Background. To ensure safe conservation of the gene pool of potato varieties, hybrids and breeding clones, duplicate *in vitro* and cryogenic collections have been established. Works on cryopreservation of South American native varieties of potato were launched at VIR in 2010. Currently, breeding cultivars are included in these studies. **Materials and methods.** Potato microplants of 20 breeding cultivars were selected from the *in vitro* collection of the Research Institute of Potato farming and used as source material in cryopreservation experiments. These microplants were characterized according to the following indicators of *in vitro* culture morphogenesis: (1) duration of the period from propagation to the formation of 4-6 internodes; (2) duration of the period of the microplants' active growth; and (3) duration of the whole growing season of the microplants before they have developed microtubers. In addition, we took into account the "age of the mericlone", i. e. the duration of the clone's life as *in vitro* culture. For cryopreservation, an original modification of the "DV-biotech" droplet vitrification method with fast immersion into liquid nitrogen was used. Explants for cryopreservation were the apical and axillary buds of the microplants. **Results.** The frequencies of apical buds survived and regenerated after the freezing/thawing were significantly ($p < 0.05$) higher than the corresponding parameters of axillary ones. Significant negative correlations were observed between the indicators of *in vitro* morphogenesis (1, 2, 3) of the initial microplants of the studied varieties and the post-cryogenic recovery efficiency (viability and frequency of regeneration after thawing). The age of *in vitro* material did not significantly affect either the above-mentioned indicators of the microplants' morphogenesis or the efficiency of the explants' post-cryogenic recovery. A significant effect of the genotype on the regenerative capacity of apical buds after freezing/thawing ($p \leq 0.05$) was recorded. The maximum frequency of regenerated post-cryogenic plants was registered for the 'Impala' variety (73.3%), the minimum frequency was registered for the 'Ilyinsky' variety (26.7%). **Conclusion.** Cryopreservation of 20 potato breeding varieties was carried out using an original modified "DV-biotech" protocol; high levels of post-cryogenic regeneration were recorded for 17 varieties. The frequency of post-cryogenic regeneration of the apical buds was significantly higher ($p < 0.05$) than the corresponding parameters of the axillary ones. Statistically significant influence of the genotype on the post-cryogenic regeneration level was observed. Significant negative correlations were registered between the *in vitro* morphogenesis indicators of the initial microplants of the studied varieties and the effectiveness of their post-cryogenic recovery.

Введение

Для надежного сохранения генофонда сортов, гибридов и селекционных клонов картофеля наряду с полевыми коллекциями создаются дублетные *in vitro* и криоколлекции. Каждая из систем хранения коллекционных образцов имеет свои недостатки и преимущества и только сочетание всех трех гарантирует надежное *ex situ* сохранение сортов картофеля (Gavrilenko et al., 2007; Filipenko et al., 2014; Bamberg et al., 2016; Vollmer et al., 2016). В настоящее время криоколлекции апексов микрорастений картофеля сохраняются в генбанках: ИПК, Германия – 1428 селекционных сортов (Leibniz Institute..., 2016); СІР, Перу – 1028 аборигенных южноамериканских сортов (Vollmer et al., 2016); USPG, США – 280 селекционных сортов (Bamberg et al., 2016); ВИР, Россия – 160 аборигенных южноамериканских сортов (Shvachko, Gavrilenko, 2011; Ukhatova et al., 2016); NAC, Корея – 130 образцов (Niino, Valle-Arizaga, 2015); CAES, Япония – 100 образцов (Hirai, 2011). Для криоконсервации апексов микропобегов сортов картофеля используют методы инкапсуляции-дегидратации (Hirai, 2011), дроблет-замораживания (Kaczmarczyk et al., 2011) и дроблет-витрификации (Shvachko, Gavrilenko, 2011; Vollmer et al., 2016; Bamberg et al., 2016). Наиболее часто для криоконсервации почек *in vitro* растений картофеля применяют метод дроблет-витрификации, разработанный В. Panis с коллегами (Panis et al., 2005) для создания криоколлекции образцов банана. Данный метод с небольшими модификациями успешно апробирован для криоконсервации широкого круга объектов – банана, чеснока, хмеля, мяты, маниока, ананаса, хризантемы. С использованием модифицированного метода дроблет-витрификации в 2010 году в ВИРе были начаты работы по созданию криоколлекции картофеля (Shvachko, Gavrilenko, 2011; Dunaeva et al. 2011; Shvachko, 2012). В последние годы проводятся исследования по оптимизации указанного выше метода, предложен оптимизированный протокол криоконсервации «DV-biotech» (Ukhatova et al., в печати), с использованием которого криоколлекция ВИР пополняется новыми сортами картофеля и образцами других культур (малина, ежевика) (Ukhatova et al., 2016, Ukhatova et al., в печати).

В многочисленных работах по криоконсервации показано, что эффективность посткриогенной регенерации зависит от объекта, генотипа, типа экспланта, методики криоконсервации (состава питательных сред и криопротекторов, длительности всех этапов) (обзоры: Kaczmarczyk et al., 2011; Niino, Valle-Arizaga, 2015; Panis et al., 2016). Частота посткрио-генной регенерации образцов является наиболее важным показателем при создании криоколлекций. Так, в 2000 году IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) рекомендовал закладывать на длительное хранение в криоколлекции образцы с уровнем регенерации не ниже 20% (IPGRI, 2000). Современные требования к криоколлекциям таковы, что образец считается надежно сохраняемым, если уровень регенерации после цикла «замораживание-оттаивание» не ниже 40% (Keller et al., 2011). Образцы, регенерационная способность которых ниже 20%, требуют повторной криоконсервации для увеличения числа эксплантов, заложенных на криохранение (IPGRI, 2000; Keller et al., 2011). В данной статье представлены первые результаты по криоконсервации селекционных сортов картофеля в ВИРе. **Цели и задачи:** изучить способность к посткриогенной регенерации 20 селекционных сортов картофеля, определить наиболее подходящий тип экспланта для дальнейших экспериментов.

Материалы и методы

В качестве исходного материала для криоконсервации использовали микрорастения 20 селекционных образцов из *in vitro* коллекции Банка здоровых сортов картофеля ВНИИКХ: ‘Барин’, ‘Брянский деликатес’, ‘Великан’, ‘Вымпел’, ‘Голубизна’, ‘Жигулёвский’, ‘Жуковский ранний’, ‘Ильинский’, ‘Импала’, ‘Колобок’, ‘Крепыш’, ‘Лорх’, ‘Метеор’, ‘Накра’, ‘Невский’, ‘Никулинский’, ‘Удача’, ‘Фиолетовый’, ‘Gala’, ‘Red Scarlett’.

Сорта картофеля были охарактеризованы по трем показателям морфогенеза растений в культуре *in vitro* во ВНИИКХ им. Лорха:

1 – продолжительность периода от черенкования до формирования микрорастениями 4-6 междоузлий;

2 – продолжительность периода активного роста микрорастений, т.е. периода, позволяющего использовать микрорастения

для повторного черенкования или для высадки в защищенный грунт;

3 – продолжительность всего вегетационного периода микрорастений – от черенкования до формирования ими микроклубней (или до полного отмирания *in vitro* растений).

Кроме того, учитывали «возраст мериклона» – продолжительность пребывания данного клона в культуре *in vitro*; в зависимости от сорта этот период варьировал от 0,6 до 4,6 лет.

Криоконсервацию почек *in vitro* растений сортов картофеля проводили в отделе биотехнологии ВИР с использованием оригинальной модификации метода дроблет-витрификации с быстрым погружением в жидкий азот – «DV-biotech» (Ukhatova et al.,

в печати). Описание модифицированного протокола «DV-biotech» представлено в таблице 1.

Для изучения влияния типа экспланта на эффективность посткриогенного восстановления сортов картофеля были использованы верхушечные и пазушные почки микрорастений.

Учитывали следующие показатели количественной оценки посткриогенного восстановления образцов картофеля к 8 неделе после размораживания:

– жизнеспособность эксплантов – число (%) зеленых почек на питательной среде MSTo;

– регенерационная способность – число (%) эксплантов, сформировавших микропобеги на питательной среде MSTo

Таблица 1. Основные этапы модифицированного протокола дроблет-витрификации «DV-biotech», использованного для криоконсервации селекционных сортов картофеля
Table 1. The main stages of the modified "DV-biotech" droplet vitrification protocol used for cryo-preservation of potato breeding varieties

№	Этап	Условия
1	Подготовка растительного материала	Культивирование микрорастений на питательной среде MC (Murashige, Skoog, 1962) без фитогормонов с 3% сахарозой при постоянной температуре 22°C с 16-часовым фотопериодом в течение трех недель.
2	Изоляция почек	Экспланты верхушечных и пазушных почек размеров 1,1-1,8 мм помещали в жидкую среду MC без гормонов для предотвращения высыхания на 1 час.
3	Обработка эксплантов растворами с криопротекторами	Экспланты помещали в чашки Петри с раствором LS (Loading Solutions) на 20 минут при 20°C на свету (Matsumoto et al., 1994), затем – с раствором PVS2 (Plant Vitrification Solution, Sakai et al., 1990) на 30 минут при 0°C (на льду). На последних минутах обработки раствором PVS2 экспланты помещали в индивидуальные капли того же раствора объемом 3 мкл, нанесенные на полоски алюминиевой фольги размером 0,5x2,0 см (по 5 капель раствора PVS2 на полоске).
4	Криоконсервация	Быстро погружали полоски фольги с эксплантами в криопробирку с жидким азотом (10 эксплантов в одну криопробирку) на 1 час.
5	Оттаивание	Полоски фольги с эксплантами переносили в раствор RS (Rewarming Solution, Sakai, 1997) на 15 минут при 20°C на свету.
6	Учет регенерационной способности	Экспланты помещали на агаризованную питательную среду MSTo, дополненную зеатин-рибозидом (0,5 мг/л), ИУК (0,5 мг/л) и ГК (0,2 мг/л) (Towill, 1983). Процент выживаемости и регенерации эксплантов отмечали на третьей, шестой и восьмой неделе после оттаивания, культивируя экспланты при постоянной температуре 22°C с 16-часовым фотопериодом.

Все эксперименты проводили в трех повторностях. В качестве контроля в каждой повторности было использовано 10 эксплантов на образец, которые проходили этапы 1, 2, 3, 5 и 6, без стадии 4 (криоконсервация, погружение в жидкий азот) (табл. 1). В опыты по криоконсервации для каждой повторности включали по 20 эксплантов, которые проходили все этапы (1 – 6) данного протокола. Одновременно для каждого сорта в каждой повторности опыта было изолировано дополнительно по 30 эксплантов с последующей их закладкой на длительное криохранилище в биокриокомплекс ВИР, т.е. данные 30 эксплантов проходили только

этапы 1 – 4, без стадий 5 и 6 (оттаивание и учет регенерационной способности). Таким образом, для одной повторности опыта суммарно было изолировано по 60 эксплантов. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью методов вариационной статистики (компьютерная программа STATISTICA 6, модуль ANOVA).

Результаты и обсуждение

*Изучение морфогенеза в культуре *in vitro* микрорастений сортов картофеля.*

Результаты оценки показателей морфогенеза картофеля в культуре *in vitro* представлены в таблице 2. Изученные сорта существенно отличались между собой по трем показателям морфогенеза. Результаты факторного анализа показали, что на показатели морфогенеза (1, 2, 3) группа спелости и возраст мериклонов существенного влияния не оказывают.

Таблица 2. Характеристика показателей морфогенеза микрорастений 20 сортов картофеля

Table 2. Morphogenesis of microplants of 20 potato cultivars

№ п/п	Сорт	Группа спелости сортов	Возраст мериклона, лет	Показатели морфогенеза, дни		
				(1)	(2)	(3)
1	Барин	среднеспелый	3,2	30–35	35–50	50–85
2	Брянский деликатес	среднеранний	2,6	35–40	40–50	50–80
3	Великан	среднепоздний	1,7	35–45	45–60	60–100
4	Вымпел	среднеспелый	1,7	30–35	35–45	45–75
5	Голубизна	среднеспелый	1,7	35–45	45–60	60–100
6	Жигулёвский	ранний	1,7	25–30	30–40	40–80
7	Жуковский ранний	ранний	0,9	20–21	21–28	28–50
8	Ильинский	среднеранний	0,7	25–30	30–40	40–80
9	Импала	ранний	1,8	20–21	21–30	30–70
10	Колобок	среднеспелый	2,6	35–40	40–50	50–90
11	Крепыш	ранний	1,8	30–35	35–45	45–75
12	Лорх	поздний	1,8	25–30	30–40	40–90
13	Метеор	очень ранний	1,8	35–40	40–50	50–80
14	Накра	среднеспелый	4,6	35–40	40–50	50–90
15	Невский	среднеранний	0,6	25–30	30–40	40–80
16	Никулинский	среднепоздний	1,7	25–30	30–45	45–80
17	Удача	ранний	0,9	40–45	45–60	60–90
18	Фиолетовый	среднепоздний	1,8	35–45	45–60	60–100
19	Gala	среднеранний	1,8	30–40	40–50	50–90
20	Red Scarlett	ранний	0,9	35–40	35–55	55–80

Показатели морфогенеза: 1 – продолжительность периода от черенкования до формирования микрорастениями 4-6 междоузлий; 2 – продолжительность периода активного роста микрорастений; 3 – продолжительность всего вегетационного периода микрорастений до формирования ими микроклубней (или до полного отмирания *in vitro* растений).

Выявлены существенные положительные корреляции между показателями *in vitro* морфогенеза (1, 2, 3) исходных микрорастений изученных сортов (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты корреляции показателей морфогенеза *in vitro* растений 20 сортов картофеля.

Table 3. Correlations in the morphogenesis indicators for *in vitro* plants of 20 potato cultivars

Показатели морфогенеза	2	3
1	0,978	0,881
2	–	0,944

Показатели морфогенеза: 1 - продолжительность периода от черенкования до формирования микрорастениями 4-6 междоузлий; 2 - продолжительность периода активного роста микрорастений; 3 - продолжительность всего вегетационного периода микрорастений до формирования ими микроклубней (или до полного отмирания *in vitro* растений). **Жирным шрифтом** отмечены статистически значимые коэффициенты корреляции.

Изучение способности к посткриогенному восстановлению селекционных сортов картофеля

Результаты сравнительного изучения способности к посткриогенному восстановлению различных типов эксплантов (верхушечных и пазушных почек микрорастений) 20 селекционных сортов картофеля представлены в таблице 4. Частота выживших после замораживания-оттаивания эксплан-

тов была достоверно ($p < 0,05$) выше при использовании верхушечных почек по сравнению с вариантом пазушных почек. Частота регенерации верхушечных почек была существенно выше ($p < 0,05$) соответствующих показателей пазушных почек у 17 (85%) из 20 сортов; и только у трех сортов ('Великан', 'Ильинский', 'Накра') эти различия были недостоверны, однако и для них отмечена та же тенденция (см. табл. 4).

Таблица 4. Показатели посткриогенного восстановления различных типов эксплантов у тетраплоидных сортов картофеля
Table 4. Post-cryogenic recovery of various explant types for tetraploid potato cultivars

№ п/п	Название сорта или к-ВИР	Жизнеспособность после замораживания-оттаивания, %		Эффективность регенерации после замораживания-оттаивания, %	
		Верхушечные почки	Пазушные почки	Верхушечные почки	Пазушные почки
1	Барин	60,0±10,0*	13,3±6,7	60,0±10,0*	13,3±6,7
2	Брянский деликатес	61,8±10,0*	6,6±3,3	42,4±9,5*	6,7±3,3
3	Великан	50,0±17,3	22,9±12,2	40,0±10,0	16,9±12,6
4	Вымпел	50,0±0,0*	6,6±3,3	42,5±3,8*	3,3±3,3
5	Голубизна	50,9±15,4*	10,0±5,8	50,9±15,4*	6,7±3,3
6	Жигулёвский	53,3±3,3*	20,0±5,8	46,7±6,7*	10,0±5,8
7	Жуковский ранний	73,3±3,3*	6,7±6,7	60,0±0,0*	6,7±6,7
8	Ильинский	60,0±11,5*	20,0±0,0	26,7±3,3	16,7±3,3
9	Импала	76,6±3,3*	40,0±10,0	73,3±3,3*	33,3±6,7
10	Колобок	40,0±11,5*	10,0±5,8	30,0±5,8**	6,7±6,7
11	Крепыш	56,7±6,7*	23,3±6,7	46,7±3,3*	16,7±6,7
12	Лорх	53,3±6,7*	3,3±3,3	53,3±6,7*	3,3±3,3
13	Метеор	46,7±12,0*	10,0±5,8	36,7±6,7*	6,7±3,3
14	Накра	68,9±7,8*	46,7±13,3	49,9±7,1	30,0±11,5
15	Невский	44,8±8,7*	26,2±3,1	44,8±8,7*	22,8±2,9
16	Никулинский	90,0±0,0*	30,0±15,3	63,3±8,8*	26,7±12,0
17	Удача	50,0±10,0*	13,3±6,7	30,0±5,8*	3,3±3,3
18	Фиолетовый	41,8±6,1*	9,4±5,3	38,8±5,9*	9,4±5,3
19	Gala	63,3±6,7*	23,3±6,7	60,0±5,8*	20,0±5,8
20	Red Scarlett	60,0±0,0*	6,7±6,7	53,3±6,7*	0
	X±mх	57,6±2,8*	17,4±2,6	47,5±2,7*	12,9±2,1

Приведены данные по выживаемости и регенерационной способности, учтенные на 8 неделе после момента размораживания эксплантов. * – различия между соответствующими показателями у верхушечных и пазушных почек достоверны ($p \leq 0,05$).

В среднем в выборке из 20 сортов картофеля (см. табл. 4) частоты выживших и регенерировавших верхушечных почек достигали 57,6±2,8% и 47,5±2,7%, соответственно; для пазушных почек эти показатели составили 17,4±2,6% и 12,9±2,1%, соответственно. Полученные данные однозначно указывают на более высокую способность к посткриогенному восстановлению верхушечных почек микрорастений по сравнению с пазушными. Исходя из полученных результатов, во всех последующих экспериментах по криоконсервации картофеля в ВИРе использовался только один тип эксплантов - верхушечные почки микрорастений. Результаты проведенных исследований

выявили существенное влияние генотипа на регенерационную способность почек после замораживания-оттаивания ($p \leq 0,05$). Максимальная частота формирования криорегенерантов после оттаивания отмечена у сорта 'Импала' (73,3%), минимальная – у сорта 'Ильинский' (26,7%) (см. табл. 4). Отмечена значимая ($p \leq 0,05$) положительная корреляция между показателями выживаемости и регенерационной способности у изученных селекционных сортов. Выявлена существенная отрицательная корреляция между показателями *in vitro* морфогенеза (1, 2, 3) исходных микрорастений и эффективностью посткриогенного восстановления (выживаемости и регенерационной способности) изученных сортов (табл. 5)

Таблица 5. Коэффициенты корреляции показателей морфогенеза и посткриогенного восстановления 20 сортов картофеля

Table 5. Correlations between the morphogenesis and post-cryogenic recovery indicators for 20 *in vitro* potato cultivars

Показатели морфогенеза	Показатели посткриогенного восстановления	
	Жизнеспособность, %	Эффективность посткриогенной регенерации, %
1	-0,534	-0,538
2	-0,513	-0,492
3	-0,498	-0,405
Жизнеспособность после криоконсервации, %	-	0,711

Показатели морфогенеза: 1 – продолжительность периода от черенкования до формирования микрорастениями 4-6 междоузлий; 2 – продолжительность периода активного роста микрорастений; 3 – продолжительность всего вегетационного периода микрорастений до формирования ими микроклубней (или до полного отмирания *in vitro* растений). **Жирным шрифтом** отмечены статистически значимые коэффициенты корреляции.

Согласно современным требованиям к уровню регенерации после криоконсервации (Keller et al., 2011), образцы, помещенные в криобанк ВИР, были дифференцированы на две группы:

А) 15 сортов – надежные образцы, с регенерационной способностью выше 40%;

Б) 5 сортов, уровень регенерационной способности которых варьировал от 21 до 39%.

Заключение

При криоконсервации 20 сортов картофеля с использованием модифицированного протокола дроплет-витрификации «DV-biotech» были получены высокие показатели посткриогенной регенерации для 17 сортов. Частота регенерации верхушечных почек

была достоверно ($p < 0,05$) выше соответствующих показателей пазушных почек. Выявлено существенное влияние генотипа на уровень посткриогенной регенерации.

Отмечены существенные отрицательные корреляции между показателями *in vitro* морфогенеза исходных микрорастений изученных сортов и эффективностью их посткриогенного восстановления.

Исследования выполнены при поддержке КЦП РФ «Научное обеспечение деятельности по созданию отечественного посевного фонда, ... на 2016–2025 годы» (по приоритетному направлению «Картофелеводство») и Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы.

Список сокращений

Генбанки:

CIP – International Potato Center, Перу;

IPK – Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Германия;

NAC – National Agrobiodiversity Center, Южная Корея;

CAES – Central Agricultural Experiment Station, Hokkaido Research Organization, Япония;

CRI – Crop Research Institute, Чехия;

[BIARD]-NEIKER – Basque Institute of Agricultural Research and Development -NEIKER, Испания

USPG – US Potato Genebank, США

References/Литература

Gavrilenko T. A., Dunaeva S. E., Truskinov E. V., Antonova O. Yu., Pendinen G. I., Lupysheva Yu. V., Rogovaya V. V., Shvachko N. A. Strategy of long-term conservation of the gene pool of vegetatively propagated agricultural plants under controlled environmental conditions // Works on Applied Botany, Genetics and Breeding, 2007, vol. 164, pp. 273–283 [in Russian] (Гавриленко Т. А., Дунаева С. Е., Трускинов Э. В., Антонова О. Ю., Пендинен Г.И., Лупышева Ю. В., Роговая В. В., Швачко Н. А. Стратегия долгосрочного сохранения генофонда вегетативно

размножаемых сельскохозяйственных растений в контролируемых условиях среды // Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 2007. Т. 164. С. 273–283).

Filipenko G. I., Silaeva O. I., Verzhuk V. G., Safina G. F., Zabegaeva O. N., Baranova E. A., Pavlov A. V. Preservation of the world's genetic resources of plants in the VIR with the use of modern technologies // In: Geneticheskiye resursy rasteniy – osnova prodovol'stvennoy bezopasnosti i povysheniya kachestva zhizni. Tezisy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy

- konferentsii, posvyashchennoy 120-letiyu osnovaniya instituta. St.Peterburg: VIR, 2014, p. 34 [in Russian] (Филипенко Г. И., Силаева О. И., Вержук В. Г., Сафина Г. Ф., Забегаева О. Н., Баранова Е. А., Павлов А. В. Сохранение мировых генетических ресурсов растений в ВИР с использованием современных технологий // В кн.: Генетические ресурсы растений – основа продовольственной безопасности и повышения качества жизни. Тезисы докладов международной научной конференции, посвященной 120-летию основания института. СПб.: ВИР, 2014. С. 34).
- Dunayeva S. Y., Pendinen G. I., Antonova O. Y., Shvachko N. A., Volkova N. N., Gavrilenko T. A. Sokhraneniye vegetativno razmnozhaemykh kul'tur v *in vitro* i kriokollektsiyakh: metodicheskiye ukazaniya // pod red. T. A. Gavrilenko. SPb: GNU VIR Rossel'khozakademii, 2011. 64 pp. [in Russian] (Дунаева С. Е., Пендинен Г. И., Антонова О. Ю., Швачко Н. А., Волкова Н. Н., Гавриленко Т. А. Сохранение вегетативно размножаемых культур в *in vitro* и криоколлекциях: методические указания // под ред. Т. А. Гавриленко. СПб: ГНУ ВИР Россельхозакадемии, 2011. 64 с.)
- Shvachko N. A. Izucheniye geneticheskogo raznoobraziya sortov kartofelya otechestvennoy selektsii na osnove SSR analiza i sovershenstvovaniye metodov ex situ sokhraneniya sortovogo genofonda v kontroliruyemykh usloviyakh. Avtoref. ... diss. kand. biol. nauk. SPb, VIR, 2012, 25 pp. [in Russian] (Швачко Н. А. Изучение генетического разнообразия сортов картофеля отечественной селекции на основе SSR анализа и совершенствование методов *ex situ* сохранения сортового генофонда в контролируемых условиях. Автореф. ... дисс. канд. биол. наук. СПб, ВИР, 2012, 25 с.)
- Ukhatova Yu. V., Shvachko N. A., Volkova N. N., Gavrilenko T. A. Creation of potato cryocollection at VIR. Problemy sistematiki i selektsii kartofelya // In.: Tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 125-letiyu so dnya rozhdeniya Sergeya Mikhaylovicha Bukasova. St Peterburg: VIR, 2016, pp. 42–44 [in Russian] (Ухатова Ю. В., Швачко Н. А., Волкова Н. Н., Гавриленко Т. А. Создание криоколлекции картофеля в ВИР // В кн. Проблемы систематики и селекции картофеля. Тезисы докладов Международной научной конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Сергея Михайловича Букасова. Санкт-Петербург: Издательство: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова", 2016, с. 42–44)
- Bamberg J. B., Martin M. W., Abad J., Jenderek M. M., Tanner J., Donnelly D. J., Nassar M. K., Veilleux R. E., Novy R. G. *In vitro* technology at the US Potato Genebank. In Vitro Cell.Dev.Biol. – Plant. 2016. DOI 10.1007/s11627-016-9753-x.
- Hirai D. Gelled droplet vitrification improves recovery of cryopreserved potato germplasm // Cryo-Lett., 2011, vol. 32, pp. 287–296.
- IPGRI. Cryopreservation of tropical plant germplasm / Current research progress and applications Engelmann F., Takagi H. (eds.), 2000, 496 pp.
- Kaczmarczyk A., Rokka V.-M., Keller E. R. J. Potato Shoot Tip Cryopreservation. A Review. // Potato Research, 2011, pp.45–79.
- Keller E.R.J., Senula A., Zanke Ch., Grübe M., Kaczmarczyk A. Cryopreservation and *In Vitro* Culture – State of the Art as Conservation Strategy for Genebanks // Acta Hort. ISHS, 2011, vol. 918, pp. 99–111.
- Matsumoto T., Sakai A., Yamada K. Cryopreservation of *in vitro*-grown apical meristems of wasabi (*Wasabia Japonica*) by vitrification and subsequent high plant regeneration // Plant Cell Rep, 1994, vol. 13, pp. 442–446.
- Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiol Plantarum, 1962, vol. 15, pp. 473–497.
- Niino T., Valle Arizaga M. Cryopreservation for preservation of potato genetic resources. Breeding Science, 2015, vol. 65, pp. 41–52. doi:10.1270/jsbbs.65.41.
- Panis B., Piette B., Swennen R. Droplet vitrification of apical meristems: a cryopreservation protocol applicable to all *Musaceae* // Plant Sci, 2005, vol. 168, pp. 45–55.
- Panis B., Van den Houwe I., Swennen R., Rhee J., Roux N. Securing Plant Genetic Resources for Perpetuity through Cryopreservation // Indian J Plant Genet Resour, 2016, vol. 29, iss. 3, pp. 300–302.
- Sakai A. Potentially valuable cryogenic procedures for cryopreservation of cultured plant meristems. / Razdan M. K. and Cocking E. C. (eds.). Conservation of plant genetic resource *in vitro*, Science Publishers, USA, 1997, pp. 53–66.
- Sakai A., Kobayashi S., Oiyama I. Cryopreservation of nuclear cells of navel orange (*Citrus sinensis* Osb. var. *brasiliensis* Tanaka) by vitrification // Plant Cell Rep, 1990, vol.9, pp. 3–33.
- Shvachko N., Gavrilenko T. Cryopreservation of potato landraces using droplet-vitrification method // In: Proceeding of COST Action 871 Cryopreservation of crop species in Europe Final meeting. Grapin A., Keller J., Lynch P., Panis B., Revilla A., Engelmann F. eds.). Angers, 2011, pp. 135–137.
- Towill L. E. Improved survival after cryogenic exposure of shoot tips derived from *in vitro* plantlet cultures of potato. Cryobiology, 1983, vol. 20, pp. 567–573.
- Ukhatova Y. V., Dunaeva S. E., Antonova O. Y., Apalikova O. V., Pozdniakova K. S., Novikova L. Y., Shuvalova L. E., Gavrilenko T. A. Cryopreservation of red raspberry cultivars from the VIR *in vitro* collection using a modified droplet vitrification method // In Vitro Cell Dev. Biol – Plant. In press.
- Vollmer R., Villagaray R., Egusquiza V., Espirilla J., Garcia M., Torres A., Rojas E., Panta A., Barkley N. A., Ellis D. The potato cryobank at the International Potato Center (CIP): a model for long term conservation of clonal plant genetic resources collections of the future. CryoLetters. (UK). ISSN 0143-2044, 2016, vol. 37, iss. 5, pp. 318–329.
- Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK) <http://www.ipk-gatersleben.de> (03/06/2016).

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-21-27

УДК 633.16:470.44/47

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Г. В. Козубовская¹,
О. Ю. Козубовская²,
В. И. Балакшина³

¹Филиал Волгоградская опытная станция Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 404160, Волгоградская область, Среднеахтубинский район, г. Краснослободск, Опытная станция ВИР, кварт. 30, e-mail: kozubovskaya.galina@yandex.ru

²Нижне-Волжский НИИСХ филиал ФНЦ агроэкологии РАН, 403013, Волгоградская область, Городищенский район, пос. Областной сельскохозяйственной опытной станции, ул. Центральная, д. 12, e-mail: nwniish@mail.ru

Ключевые слова:

яровой ячмень, сорта, урожайность, метеорологические условия

Поступление:

17.05.2017

Принято:

21.08.2017

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Актуальность. В условиях сухостепной зоны Волгоградской области интенсивность засух и время их проявления оказывают неоднозначное влияние на формирование продуктивности сортов ячменя разных экотипов. Необходимо подбирать сорта наиболее пластичные, с высокой потенциальной продуктивностью, способные реализовывать свой потенциал независимо от климатических условий. Материалы и методы. Исследования проводились в сухостепной зоне Волгоградской области на опытном поле Нижне-Волжского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Питомник изучения заложен по общепринятой методике. Для исследования отобраны 24 сорта из России, Казахстана, Германии, Дании, Латвии, Белоруссии, Австралии. Результаты и выводы. Средняя урожайность 24 сортов ячменя из коллекции ВИР составила 1,35 т/га при гидротермическом коэффициенте за вегетацию (ГТК) – 0,26; 1,53 т/га – при ГТК 0,55; 4,27 т/га при ГТК 0,83. Сорта по-разному реагировали как на условия засухи, так и на влагообеспеченность. Вариабельность по сортам была значительной – коэффициент вариации в засушливые годы составил 53,7%–68,7%, во влажный – 17,8%. Наибольшая корреляционная зависимость, особенно в засушливые годы наблюдается между урожайностью и количеством продуктивных побегов – коэффициент корреляции $r = 0,74–0,83$, во влажный год – $r = 0,42$. Четкой зависимости урожайности от таких показателей как, период всходы-колошение, высота растений, число зерен в колосе, масса 1000 зерен не выявлено. Выделены наиболее пластичные сорта, такие как ‘Ворсинский 2’, ‘Саша’, ‘Донецкий 8’, у которых была максимальная урожайность (3,1–4,1 т/га), коэффициент адаптации выше 1,0 во все годы проведения опыта. Наименее приспособленные к условиям выращивания были сорта ‘Мишка’ и ‘Чилл’, где коэффициент адаптации ниже 1, а урожайность минимальная (1,7–1,8 т/га). Остальные сорта, несмотря на более высокие показатели отдельных элементов продуктивности и урожайности, в разные годы были менее пластичны и не отличались стабильностью урожая. Выявлены сортообразцы с высокой массой 1000 зерен, такие как ‘Миар’ (40–50 г) из Оренбургской области, короткостебельные сорта из Австралии – ‘Sloop Vic’, ‘Maritime’, ‘Dhow’ (42–48 г).

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-21-27

ORIGINAL ARTICLE

G. V. Kozubovskaya¹,
O. Y. Kozubovskaya²,
V. I. Balakshina³

THE FORMING OF PRODUCTIVITY IN SPRING BARLEY VARIETIES IN THE DRY STEPPE ZONE OF VOLGOGRAD PROVINCE

¹Volgograd Experiment Station,
branch of the N. I. Vavilov
All-Russian Institute of Plant
Genetic Resources, Block 30,
VIR Exp. Station, Krasnoslobodsk,
Sredneakhtubinsk District,
Volgograd Province, 404160,
Russia,
e-mail: kozubovskaya.galina@yandex.ru

²Lower Volga Research Institute
of Agriculture, 12 Tsentralnaya St.,
Settlement of the Regional
Agricultural Experiment Station,
Gorodishche District,
Volgograd Province,
403013, Russia,
e-mail: nwniish@mail.ru

Key words:

*spring barley, cultivars, yield,
meteorological (climate) conditions*

Received:

17.05.2017

Accepted:

21.08.2017

Background. In the environments of the dry steppe zone in Volgograd Province, the intensity of droughts and the time of their occurrence render an ambiguous effect on the formation of productivity in barley cultivars of different ecotypes. It is necessary to select cultivars possessing as high plasticity as possible, with high potential productivity, capable of fulfilling their potential regardless of climate conditions. Materials and methods. The research was held in the dry steppe zone of Volgograd Province at the experimental field of the Lower Volga Research Institute of Agriculture. The nursery where the study was conducted was established according to the generally accepted technique. Twenty-four cultivars from Russia, Kazakhstan, Germany, Denmark, Lithuania, Belarus and Australia were selected for the research. **Results and conclusion.** The average yield of the 24 spring barley cultivars from VIR's collection was 1.35 t/ha with the hydrothermal coefficient (HTC) of 0.26 for the growing season; 1.53 t/ha with HTC = 0.55; and 4.27 t/ha with HTC = 0.83. The cultivars manifested various responses to drought or water supply. There was considerable variability among the cultivars: the coefficient of variation in dry years was 53.7–68.7%, while in wet years it was 17.8%. The highest correlation of 0.74–0.83, mostly in dry years, was observed between the yield and the number of productive shoots, with $\text{corr} = 0.42$ in a wet year. There was no distinctive dependence of the yield from such parameters as the emergence-heading period, plant height, number of grains per ear or 1000-grain weight. Cultivars with the highest plasticity were identified, such as 'Vorsinskiy 2', 'Sasha', 'Donezhkiy 8' which had maximum yield (3.1–4.1 t/ha), and the coefficient of adaptation higher than 1.0 in all the years of research. 'Mishka' and 'Chill' were the least adapted to the growth condition, with their adaptation coefficient below 1.0, and the lowest yield (1.7–1.8 t/ha). The rest of the cultivars, despite their high rates in some of the productivity and yield components, showed lower plasticity in different years, and their yields were not stable. Cultivar accessions with high 1000-grain weight were identified, such as 'Miar' (40–50 g) from Orenburg Province, and the short-stemmed cultivars 'Sloop Vic', 'Maritime' and 'Dhow' from Australia (42–48 g).

Введение

Основным фактором, ограничивающим получение высоких урожаев ячменя, является несоответствие условий выращивания биологическим требованиям возделываемых сортов, и, в первую очередь, недостаточная влагообеспеченность посевов в отдельные периоды развития, а иногда в течение всей вегетации растений.

Волгоградская область относится к зоне рискованного земледелия, где сильные засухи повторяются три – пять лет из десяти. Интенсивность засух и время их проявления оказывают неоднозначное влияние на формирование продуктивности сортов ячменя разных экотипов. В настоящее время созданы сорта с высокой потенциальной продуктивностью, но стабильности урожайности по годам нет (Balakshina, Ustimenko, 2007). Поэтому необходим поиск селекционного материала с повышенной адаптивностью, способного реализовывать свой потенциал, не зависимо от климатических условий.

Материалы и методы

Исследования проводились в сухостепной зоне Волгоградской области на опытном поле Нижне-Волжского научно-исследовательского института сельского хозяйства (НВ НИИСХ) – филиала ФНЦ агроэкологии РАН. Опытный участок расположен на выровненной территории, почва светло-каштановая. Мощность пахотного горизонта составляет 27 см. Содержание гумуса 1,8–2,0%, валового азота от 0,11 до 0,17%, общего фосфора 0,11%. Почвы по гранулометрическому составу относятся к тяжелосуглинистым, pH – 7,0–8,2, наличие солонцов в комплексе до 20%. Водный режим почв непромывного типа из-за наличия в почве сильно уплотненных карбонатных и солонцовых горизонтов.

Питомник изучения был заложен на паровом поле по методике ВИР (Loskutov et al., 2012)

Для исследования были отобраны 24 сорта из России, Казахстана, Германии, Дании, Латвии, Белоруссии, Австралии.

Математическую обработку проводили по общепринятой методике (Dosehov, 1985), для коэффициента адаптации использовали понятия «среднесортная урожайность года» (Jivitkov, Morozova, 1994), а также использовали индекс экологической пластичности сорта – $Y_{sp} = S_s/S_k$, где: Y_{sp} –

индекс экологической пластичности сорта; S_s – урожайность сорта; S_r – средняя урожайность всех сортов выборки (Tihonov, 2007).

Результаты и обсуждение

Сухостепная зона Волгоградской области характеризуется сильно выраженной континентальностью климата с проявлением засух на протяжении всего вегетационного периода, а также неустойчивостью метеорологических факторов по годам.

Климатические условия в годы проведения опыта значительно различались, что оказало влияние на продуктивность ячменя. Наиболее засушливым был 2014 год (табл. 1). Гидротермический коэффициент (ГТК) составил 2014 году – 0,26, 2015 – 0,55, 2016 – 0,83.

В 2014 г. за период вегетации выпало 51,6 мм осадков, большая часть (22,8 мм) в межфазный период колошение-созревание. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил всего 0,26. Межфазный период посев-всходы прошел при умеренной температуре воздуха и достаточном запасе продуктивной влаги. Однако в дальнейшем установилась жаркая и сухая погода. В межфазный период всходы-колошение выпало всего 16,5 мм осадков. Среднесуточная температура воздуха поднималась до +26°C, относительная влажность снижалась до 27–38%. Сумма среднесуточных температур за этот период была наибольшей по сравнению с 2015 и 2016 гг. Запасы продуктивной влаги в почве под посевами ячменя составили всего 5–6 мм. В межфазный период колошение-созревание наблюдались суховеи. В дневные часы почва прогревалась до +30 ... 40°C.

2015 г. был средним по влагообеспеченности. Количество осадков за вегетационный период составило 114,3 мм. Гидротермический коэффициент 0,55. Осадки распределялись неравномерно. В межфазный период всходы-колошение основное количество осадков выпало во время фенофазы ку-щение. Фаза выхода в трубку проходила при высокой среднесуточной температуре (+22 ... 23°C) и низкой относительной влажности воздуха (35–46%). В период колошения несмотря на выпавшие осадки (44,0 мм) высокая температура воздуха в течение длительного времени привела к иссушению почвы. Запасы продуктивной влаги составили от 0 до 5 мм. Фенофаза созревание также проходила при высокой температуре воздуха. Кратковременные осадки не повлияли на формирование зерновки.

Таблица 1. Метеорологические условия вегетации ярового ячменя
(Нижне-Волжский НИИСХ)
Table 1. Meteorological conditions during the growing season of spring barley
at the experimental field (Lower Volga Research Institute of Agriculture)

Показатели	Год исследований	Посев-всходы	Всходы-колошение	Колошение-созревание	Всего за вегетацию
Количество осадков, мм	2014	12,3	16,5	22,8	51,6
	2015	3,3	59,7	51,3	114,3
	2016	4,0	90,4	73,7	168,1
Сумма активных температур выше +10°C	2014	137,9	991,4	856,0	1985,3
	2015	141,5	928,0	1030,2	2099,5
	2016	74,1	780,5	1182,2	2043,2

Наиболее благоприятные условия для роста и развития растений ячменя были в 2016 г. За вегетацию выпало максимальное количество осадков – 168,1 мм, и распределились они по фазам равномерно.

Гидротермический коэффициент был высоким – 0,82. В межфазный период посев-всходы достаточное количество почвенной влаги и умеренная температура воздуха способствовали получению дружных всходов.

Таблица 2. Показатели продуктивности ярового ячменя
(Нижне-Волжский НИИСХ)
Table 2. Productivity indexes of spring barley
(Lower Volga Research Institute of Agriculture)

Показатели	Год исследований	$X_{cp} \pm S_x$	X_{max}	X_{min}	V%
Всходы-колошение, сутки	2014	43,7±0,25	45,0	42,0	2,9
	2015	47,0±0,43	51,0	43,0	4,5
	2016	48,1±0,95	52,0	40,0	9,7
Высота, см	2014	50,0±2,3	66,0	30,0	20,7
	2015	52,0±1,6	65,0	40	15,0
	2016	72,0±1,6	85,0	60	10,8
Число продуктивных стеблей, шт/м ²	2014	138±11,0	236	42	39,6
	2015	401±22,0	576	171	26,9
	2016	279±9,1	375	192	16,0
Масса 1000 зерен, г	2014	41,3±0,8	50,0	32,0	9,9
	2015	34,5±1,2	47,0	27,7	16,5
	2016	41,4±0,9	52,3	31,8	10,7
Число зерен в колосе, шт.	2014	26,2±0,6	30,0	23,0	10,6
	2015	24,9±0,4	27,0	20,0	7,6
	2016	20,7±0,6	24,0	15,0	14,7

В межфазный период всходы-колошение выпало максимальное количество осадков – 90,4 мм, что превышает многолетние данные в 2–3 раза. Среднемесячная температура воздуха составила всего +17,6°C. Сумма активных температур выше +10°C была наименьшей по сравнению с другими годами. Межфазный период колошение-созревание отличался не только большим количеством осадков (73,7 мм), но и высокими температурами воздуха и почвы. В июле максимальная температура воздуха поднималась

до +38,6°C, а на поверхности почвы – до +65°C. В экстремальных по гидротермическому режиму условиях вероятность получения высоких стабильных урожаев в значительной степени связана с продолжительностью периода всходы-колошение (Chigantsev et al., 2009). В наших условиях продолжительность периода всходы-колошение в среднем по сортам колебалась от 44 суток в засушливый год до 48 – во влажный (табл. 2). Изменчивость по сортам была незначительной, особенно в засушливый год,

где коэффициент вариации (V) составил всего 2,9%. Во влажный год разница в продолжительности периода всходы-колошение между сортами несколько увеличилась ($V = 9,7\%$). Независимо от условий выращивания наиболее короткий период до колошения (40–43 суток) был у сортов: ‘Медикум 157’ из Самарской области, ‘Maritime’, ‘Grout’, ‘Sloop SA’, ‘Sloop VIC’, из Австралии, более длинный (45–52 суток) у сортов Jumara, Rubiola из Латвии, ‘Водар’, ‘Магутны’ из Беларуси. В то же время встречались такие сорта как ‘Асем’ из Казахстана, ‘Шармей’ из Дании, ‘Маскау’ из Австралии, ‘Донецкий 8’ – стандарт, у которых продолжительность периода варьировалась от 42 суток в засушливый год, до 52 суток – во влажный. В засушливых условиях выращивания важное значение имеет высота растений. В период роста побегов и формирования генеративных органов верхние слои почвы, как правило, бывают уже сухими, и, если не выпадают в это время осадки, то более выносливыми являются высокорослые сорта средних сроков колошения с мощной глубоко проникающей корневой системой. Низкорослые, рано колосящиеся сорта с развитой поверхностной системой сильнее реагируют на недостаток влаги в почве (). В наших условиях средняя высота растений менялась от 50 см в засушливый год, до 72 см – во влажный. Изменчивость этого признака по сортам была значительной в условиях засухи ($V = 20,7\%$). При выпадении осадков в течение вегетации разница по высоте у сортов снижалась ($V = 10,8\%$). Наибольшая высота во все годы проведения опыта была у сорта ‘Ворсинский 2’ из Алтайского края, наименьшая (30–60 см) у сортов ‘Sloop SA’, ‘Sloop VIC’, ‘Dhow’ из Австралии. У сорта ‘Асем’ из Казахстана высота растений варьировала от 30 см в засушливый год, до 80 см – во влажный. Сравнительная характеристика элементов структуры урожая имеет важное значение при оценке продуктивности сортов. К ним, в частности, относится число продуктивных стеблей, число зерен в колосе, масса 1000 зерен в колосе и т. д. (Макарова, 1995). Число продуктивных стеблей за три года изучения сортов ярового ячменя значительно изменялась в зависимости от климатических условий. При благоприятных условиях увлажнения и оптимальной температуре воздуха в период кущения в 2015 году у растений сформировалась наибольшее число продук-

тивных стеблей. В 2016 г., несмотря на большую влагообеспеченность, число продуктивных стеблей у всех сортов уменьшалось, так как в период кущения температурный режим был ниже, среднесуточная температура воздуха составила всего +15–17°C. В засушливый 2014 год, при незначительном количестве осадков и высокой температуре воздуха в период кущения сформировалось наименьшее число побегов. Изменчивость по сортам была значительной (коэффициент вариации 26,9–39,6%) в засушливые годы и средний ($V = 16,0$) – во влажный год. Максимальное число продуктивных стеблей во все годы исследований было у сортов ‘Саша’ из Омской области, ‘Ворсинский 2’ – Алтайский край, ‘Саншайн’ из Германии, минимальное – у сорта ‘Мишка’ из Мурманской области. Число зерен в колосе во многом зависит от способности растений переносить элементы питания из стеблей в колосья (Loskutov et al., 2012). В засушливый 2014 г. при минимальном количестве продуктивных побегов в колосе сформировалось наибольшее количество зерновок (26,2 шт.). В 2016 г., несмотря на выпавшие осадки, высокая температура и низкая влажность воздуха в межфазный период колошение-созревание привели к редукции части заложившихся колосков. В результате число зерен в колосе было минимальным (20,7 шт.). У сортов варибельность по этому показателю была незначительной ($V = 7,6–10,6\%$) в более засушливые годы и средней – во влажный год (14,7%). Во все годы проведения опыта наибольшее число зерен в колосе было у сорта ‘Чилл’ из Германии, наименьшее у ‘Sloop VIC’ из Австралии и ‘Медикум 157’ из Самарской области. У сорта ‘Саншайн’ из Германии число зерен варьировало от 19,3 шт. во влажный год, до 30 шт. – в засушливый. Масса 1000 зерен зависела не только от климатических условий, но и от количества продуктивных побегов. В 2015 году с увеличением количества продуктивных побегов масса 1000 зерен была меньше по сравнению с другими годами. Однако четкой зависимости между этими показателями не наблюдается. Коэффициент корреляции $r = 0,29–0,36$. Во все годы исследований максимальная масса 1000 зерен (47–52 г) была у сортов ‘Миар’ из Оренбургской области, ‘Dhow’ из Австралии, минимальная – у сортов ‘Омский 99’ из Омской области и ‘Мишка’ из Мурманской области.

Таблица 3. Урожайность сортов ярового ячменя
(Нижне-Волжский НИИСХ)
Table 3. Yield of spring barley cultivars
(Lower Volga Research Institute of Agriculture)

№ каталога ВИР	Происхождение	Название сорта	Разновидность	Урожайность, т/га			Коэффициент адаптации		
				2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
31109	Алтайский кр.	Ворсинский 2	Nutans	3,1	2,2	6,0	2,33	1,46	1,25
31110	Омская обл.	Саша	Medicum	3,2	2,8	6,5	2,44	1,83	1,37
31142	Омская обл.	Сибирский Авангард	Medicum	1,9	1,6	4,5	1,42	1,04	0,95
31230	Омская обл.	Омский 99	Pallidum	1,3	0,7	3,6	1,01	0,46	0,75
31128	Московская обл.	Московский 86	Nutans	0,5	1,6	4,9	0,40	1,04	1,03
31202	Самарская обл.	Медикум 157	Medicum	1,5	2,8	3,9	1,11	1,85	0,81
31203	Оренбургская обл.	Миар	Nutans	1,6	2,8	5,1	1,22	1,85	1,06
31227	Мурманская обл.	Мишка	Nutans	0,5	0,5	4,1	0,40	0,32	0,86
31124	Казахстан	Асем	-	1,3	1,1	5,1	1,01	0,74	1,06
31126	Германия	Грейс	Nutans	1,7	1,1	5,7	1,3	0,71	1,20
31129	Германия	Саншай	Nutans	1,3	1,7	6,3	1,01	1,21	1,31
31130	Германия	Чилл	Deficiens	0,7	0,7	4,4	0,50	0,46	0,92
31127	Дания	Шармей	Nutans	1,5	1,1	4,7	1,11	0,71	0,97
31144	Латвия	Jumaga	Deficiens	1,6	0,9	4,9	1,22	0,59	1,03
31145	Латвия	Rubiola	Nutans	1,5	0,4	5,5	1,11	0,26	1,14
31146	Беларусь	Водар	Nutans	1,5	0,4	5,1	1,32	0,26	0,19
31149	Беларусь	Магунты	Deficiens	2,0	0,9	5,1	1,52	0,59	1,06
31150	Австралия	Sloop SA	Nutans	0,3	1,6	5,5	0,2	1,04	1,14
31151	Австралия	Sloop VIC	Nutans	0,3	2,0	4,9	0,20	1,3	1,03
31152	Австралия	Maritime	Nutans	0,3	1,3	5,2	0,20	0,85	1,09
31153	Австралия	Maskay	Nutans	0,4	1,5	5,1	0,30	1,00	1,06
31155	Австралия	Grout	Nutans	0,2	1,7	3,8	0,16	1,21	0,81
31156	Австралия	Dhow	Nutans	0,2	2,4	2,9	0,16	1,56	0,61
	St.	Донецкий 8	Medicum	2,8	2,9	5,7	2,13	1,89	1,20
Xcp±Sx				1,31±0,18	1,53±0,15	4,77±0,17			
Xmax				3,2	2,9	6,5			
Xmin				0,2	0,4	2,9			
V%				68,7	53,7	17,8			

Урожайность ярового ячменя в условиях сухостепной зоны зависела как от климатических условий, так и, в значительной степени, от сортовых особенностей растений (табл. 3). В условиях засухи 2014 г. средняя урожайность составила всего 1,3 т/га, с увеличением количества осадков в 2015 г. урожайность была на 0,2 т/га выше, а в оптимальный по влагообеспеченности год (2016) достигла 4,7 т/га. Изучаемые сорта по-разному реагировали как на условия засухи, так и на влагообеспеченность. Вариабельность по сортам была значительной ($V = 68,7\%$; $53,7$) при ГТК 0,26 и 0,55, и средней ($V 17,8\%$) при ГТК 0,83. Изучение зависи-

мости урожая от элементов структуры выявило сильное влияние числа продуктивных стеблей, особенно в засушливые годы ($r = 0,83$ в 2014 г.; $0,74$ в 2015 и $0,42$ в 2016г.). Четкой зависимости урожайности от остальных показателей не наблюдается. В зонах с резким колебанием погоды возникает необходимость определения пластичности или степени адаптации сорта к условиям выращивания. Коэффициент адаптации или индекс экологической пластичности позволяет сделать вывод о том, насколько изучаемый образец имеет преимущество перед популяцией всех сортов в выборке. В наших исследованиях коэффи-

циент адаптации выше 1,0 во все годы проведения опыта был у сортов 'Ворсинский 2', 'Саша', 'Миар', 'Саншайн', 'Донецкий 8'. Наиболее приспособленны к условиям засухи сорта: 'Ворсинский 2', 'Саша' и 'Донецкий 8', у которых в 2014 г. коэффициент адаптации был выше 2-х. Наименее приспособленные к выращиванию в сухостепной зоне сорта: 'Мишка' и 'Чилл', у которых во все годы исследования коэффициент адаптации был ниже 1. У остальных сортов коэффициент адаптации менялся в зависимости от климатических условий. Например, в 2014 засушливом году у сортов 'Московский 86', 'Sloop SA', 'Sloop VIC', 'Маскау' коэффициент адаптации был значительно ниже 1, тогда как в более влажные – выше. У сортов 'Сибирский авангард' и 'Медикум 157' наблюдается обратная тенденция. Во влажный 2016 г. коэффициент адаптации был меньше по сравнению с засушливыми годами.

Заключение

Анализируя полученные данные можно сказать, что в условиях сухостепной зоны на

светло-каштановых тяжелосуглинистых почвах интенсивность засух и время их проявления оказывают неоднозначное влияние на сорта ячменя разных экотипов. Для засушливых условий подходят наиболее пластичные сорта, формирующие высокую урожайность независимо от климатических факторов, такие как 'Донецкий 8', 'Ворсинский 2', 'Саша', коэффициент адаптации которых выше 1,0 во все годы проведения опыта. Остро реагируют на изменение условий вегетации сорта 'Сибирский Авангард', 'Московский 86', 'Медикум 157'. Остальные сорта, несмотря на более высокие показатели отдельных элементов продуктивности и урожайности в разные годы, были менее пластичны и не отличались стабильностью урожаев. Выявленные сортообразцы с высокой массой 1000 зерновок, такие как 'Миар' (40–50 г.) из Оренбургской области, короткостебельные сорта из Австралии – 'Sloop Vic', 'Maritime', 'Dhow' (42–48,2 г), можно использовать в селекции ячменя как источники повышения продуктивности.

References/Литература

- Balakshina V. I., Ustimenko N. I. The influence on crops productivity of barley in steppe zone biogenic and human factors in Volgogradskaya oblast // Vestnik APK, 2007, no. 9 (277), pp. 20–22 [in Russian] (Балакшина В. И., Устименко Н. И. Влияние на урожайность ячменя в степных зонах биогенных и человеческих факторов в Волгоградской области // Вестник АПК. 2007. № 9 (277). С. 20–22).
- Dospehov B. A. The methods of field research with statistic cleaning the results of researches. Moscow: Aliance, 1985, 357 p. [in Russian] (Доспехов Б. А. Методы полевых исследований со статистической очисткой результатов исследований. М.: Альянс, 1985. 357 с.).
- Jivodkov L. A., Morozova Z. A. The methods of revealing of potential productivity and adaptively of sorts and selection forms by the mark of crops // Selection and sowing, 1994, no. 2, 36 p. [in Russian] (Живодков Л. А., Морозова З. А. Методы выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм по признаку посевов // Подбор и снос. 1994. № 2. 36 с.).
- Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blinova E. V. Methodological guidelines for the study and keeping international collection of barley and oat. St. Petersburg: VIR, 2012, 63 p. [in Russian] (Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Э. В. Методические указания по изучению и хранению международной коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 63 с.).
- Makarova V. M. The structure of grains` crops and it`s regulating. Moscow: Kolos, 1995, 144 p. [in Russian] (Макарова В. М. Структура зерновых культур и его регуляция. Москва: Колос, 1995. 144 с.).
- Tihonov N. A. The improving of structure of crops of Spring barley, Ergeninsky 2 // International agri-cultural Journal, 2007, no. 6, pp. 56–58 [in Russian] (Тихонов Н. А. Совершенствование структуры посевов ярового ячменя, Ергенин-ский 2 // Международный сельскохозяйственный журнал. 2007. № 6. С. 56–58).
- Chigantsev N. P., Chigantseva L. P., Kozubovskaya G. V. Factors influencing in barley yields in the volga region // Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, 2009, vol. 165, pp. 66–68 [in Russian] (Чиганцев Н. П., Чиганцева Л. П., Козубовская Г. В. Факторы превышения урожайности ячменя в условиях Нижней Волги // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2009. Т. 165. С. 66–68).
- Chigantsev N. P. The optimization of sizes of valuable features of spring barley in steppe zone conditions // Scientifically agricultural journal, 2009, no. 2 (85), pp. 36–38 [in Russian] (Чиганцев Н. П. Оптимизация размеров ценных признаков ярового ячменя в условиях степной зоны // Научно-агрономический журнал. 2009. № 2 (85). С. 36–38).

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-28-34

УДК 633.85: 581.6

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Л. П. Подольная¹,
А. Г. Дубовская¹,
М. Ш. Асфандиярова²,
Р. К. Туз²,
Е. О. Мигачева¹

¹Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская д. 42, 44, e-mail: l.podolnaya@vir.nw.ru

²Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 416356, Астраханская обл, Черноярский р-н, с. Соленое Займище.

Ключевые слова:

арахис, корреляции, изменчивость, продуктивность, зрелость

Поступление:

21.06.2017

Принято:

21.08.2017

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОРТОВ АРАХИСА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Актуальность. Арахис культура комплексного использования – как для получения масла, так и для кондитерского производства. Необходимость расширения ассортимента растительного масла и замены дорогостоящего миндаля в кондитерском производстве делает актуальным возделывания арахиса на территории России. Материал и методы. Изучены два сорта арахиса – ‘Краснодарец 14’ (к-1942) и ‘Ташкентский 32’ (к-319) в условиях севера Астраханской области на базе Прикаспийского НИИ аридного земледелия. Сорта используются в качестве стандартов при изучении коллекции ВИР. Изучение проводили по методике ВИР, учитывали продолжительность периода всходы-цветение, продуктивность одного растения, урожайность, массу 1000 семян, выход семян и процент зрелых семян. Использовались программы STATISTICA 7 и Excel 10. Результаты и обсуждение. Анализ экологических корреляций показал, что продуктивность Краснодарского сорта сильно зависит от раннего цветения, следовательно, от благоприятных условий в первые фазы развития растений. Бобы ташкентского сорта более толстостенные, выход семян меньше, однако у этого сорта значительно выше количество зрелых бобов. Анализ изменчивости показателей показал, что продуктивность ташкентского сорта меньше колеблется по годам и существенно превышает показатели краснодарского. Вероятно, это свидетельствует о большей близости условий Ташкента к условиям Астраханской области, чем Краснодарского края.

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-28-34

ORIGINAL ARTICLE

**L. P. Podolnaya,
A. G. Doubovskaya,
M. Sh. Asfandiirnova,
R. K. Tuz,
E. O. Migacheva**

¹The N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources
42, 44, Bolshaya Morskaya str., St. Petersburg 190000, Russia,
e-mail: l.podolnaya@vir.nw.ru

²Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe nauchnoe uchrezhdenie «Prikaspiiskii nauchno-issledovatel'skii institut aridnogo zemledeliya» s. Solenoe Zaimishche, Chernoyarskii r-n, Astrahanskaya rg., 416356

THE VARIABILITY OF PEANUTS CULTIVARS IN THE NORTH TRASCASPIAN CONDITION

Background. Peanuts – crop of different use – both oil and confectionery. The need to broaden the range of vegetable oil and replace the expensive almond for confectionery production makes topical peanut cultivation on the territory of Russia. Material and methods. Studied two cultivars of peanut ‘Krasnodarc 14’ (k-1942) and ‘Tashkentskij 32’ (k-319) in the North of the Astrakhan region on the basis of Prikaspiiskii nauchno-issledovatel'skii institut aridnogo zemledeliya. Varieties are used as standards in VIR peanut collection evaluation. A study conducted by the method of VIR, take into account the duration of germination-flowering, one plant productivity, yield, weight of 1000 seeds, percentage of seed yield and percentage of mature seeds. Used program STATISTICA 7 Exel 10. Results and discussion. Analysis of environmental correlations revealed that productivity in Krasnodar varieties heavily dependent on early flowering, thereby enabling the good weather conditions in the first phase of plant development. Tashkent varieties beans more thick-walled, seed yield less, but this cultivar has significantly higher number of mature beans. Analysis of the variability has shown that the productivity of the Tashkent varieties less varies from year to year and substantially higher than the Krasnodar. Probably, this indicates greater proximity of Tashkent to the conditions the Astrakhan region than in the Krasnodar region.

Key words:

peanuts, variability, productivity, correlations

Received:

21.06.2017

Accepted:

21.08.2017

Введение

В настоящее время арахис или земляной орех (*Arachis hypogaea* L.) – культурное растение мирового значения, изучение которого ведется достаточно интенсивно, особенно в субтропических и тропических странах (Aminifar et al., 2013; Arruda et al., 2015; Junjittakarn, et al., 2014; Krishna et al., 2015), поскольку он дает ценное сырье для масложировой и пищевой промышленности.

Арахис относится к семейству бобовых Fabaceae Lindl., роду *Arachis* L., включающему 15 видов, распространенных по территории от Амазонки до северной Аргентины, включая Бразилию, Боливию, Парагвай и Уругвай. В культуре распространен лишь один вид – *A. hypogaea* L. Культурные формы подразделяются по морфологическим признакам на три большие группы: кустовую, полукустовую и стелющуюся (Vakhrusheva, 1998).

Масло арахиса невысыхающего типа. В семенах содержится 45–57% масла и около 30% белка (из него почти половина растворимого), а также 18% углеводов при незначительном количестве клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ. (Salunkhe, Desai, 1986). Сочетание высокого содержания белка с повышенной масличностью и хорошими вкусовыми качествами определяет возможности весьма широкого и разнообразного использования арахиса.

Арахис – теплолюбивое (требуемая сумма положительных эффективных температур составляет 2600–3500°), влаголюбивое и светолюбивое растение, требовательное к плодородию и рыхлости почвы. Разно-образие почвенно-климатических зон возделывания культуры, а также различные направления использования обуславливают потребность в различных сортах, приспособленных к местным условиям. Благодаря азотофиксирующим клубенькам на корнях, арахис обогащает почву усвояемым азотом и является ценным предшественником для многих культур. В практике зарубежных стран почти нет севооборотов без арахиса. (Vakhrusheva, 1998).

Богатейшим источником исходного материала для селекции арахиса является мировая коллекция ВИР, которая насчитывает 1,5 тыс. образцов из 73 стран мира.

Материал и методы

Опыт проводился в 2009–2011 и 2013–2015 гг. в с. Соленое Займище Черноярского района Астраханской области на базе Прикаспийского НИИ аридного земледелия (ПНИИАЗ). Черноярский район характеризуется песчаными почвами и резко континентальным засушливым климатом. Проанализирована изменчивость двух сортов арахиса различного происхождения, используемых в качестве стандартов при изучении коллекции арахиса ВИР – ‘Краснодарец 14’ (к-1942) и ‘Ташкентский 32’ (к-319).

Во все годы проведения исследований температуры были выше среднемноголетних, соответственно выше были и суммы положительных и эффективных температур и отвечали требованиям к условиям возделывания арахиса. Сумма осадков была ниже среднегодовой, но при наличии орошения этот показатель не является лимитирующим.

Изучение проводили по методике ВИР (Davidyan, 1976), учитывали продолжительность периода всходы-цветение, продуктивность одного растения, урожайность, массу 1000 семян, выход семян и процент зрелых семян. Данные приведены в таблицах 1 и 2. Были вычислены парные экологические корреляции для каждого сорта. Использовались программы STATISTICA 7 и Excel 10.

Значение матриц корреляций приводится в таблицах 3 и 4. Так как оценка осуществлялась лишь в течение 6 лет, значимость корреляций начиналась от $r \geq 0,82$, но мы обращали внимание и на средние корреляции, хотя они и не были существенными.

Единственная сходная корреляция у сортов выявлена между продуктивностью и урожайностью ($r = 0,99$), что естественно при одинаковой густоте стояния растений.

Интересно, что сорт ‘Краснодарец 14’ показывает очень сильную отрицательную связь $r = -0,97$ (см. табл. 3) продолжительности периода всходы-цветение с продуктивностью, то есть для этого сорта важно более раннее цветение, иначе бобы не успевают созреть. Для сорта ‘Ташкентский 32’ такая связь не выявлена. Также у этого сорта проявляется отрицательная связь средней силы $r = -0,57$ между выходом семян и их зрелостью. Это может объясняться тем, что у зрелых бобов более толстый околоплодник, соответственно, и более тяжелый.

Таблица 1. Показатели хозяйственно ценных признаков сорта арахиса Краснодарец 14, St 1 (с. Соленое Займище, 2009–2015 гг.)

Table 1. Data of agronomical traits of peanuts cultivar Krasnodarec 14, St 1 (Solenoe Zaimishche, 2009–2015)

Годы исследования	Число дней от всходов до цветения	Продуктивность 1 раст., г	Масса 1000 семян, г	Вызревание бобов, %	Выход семян, %	Урожайность, т/га
1	g-f	pr	m1000	mt%	%sds	Hrv
2009	32	10,2	640	69,2	76,5	1
2010	27	15,3	550	84,2	76,7	1,4
2011	31	12	620	89,9	68,9	1,1
2013	30	13,3	611	66,7	76,5	1,4
2014	25	21,3	700	83	75,8	2
2015	24	20,4	470	74,8	72,9	1,9

Таблица 2. Показатели хозяйственно ценных признаков сорта арахиса Ташкентский 32, St 5 (с. Соленое Займище, 2009–2015 гг.)

Table 2. Data of agronomical traits of peanuts cultivar Tashkentskii 32, St 5 (Solenoe Zaimishche, 2009–2015)

Годы исследования	Число дней от всходов до цветения	Продуктивность 1 раст., г	Масса 1000 семян, г	Вызревание бобов, %	Выход семян, %	Урожайность, т/га
1	g-f	pr	m1000	mt%	%sds	Hrv
2009	31	36,3	600	74,1	72,2	3,4
2010	26	6,8	450	81,1	71,7	0,6
2011	31	19,2	508	86,2	79,4	1,8
2013	24	23,1	500	80	72,7	2,4
2014	25	27	640	86,6	71,8	2,8
2015	27	45,7	575	84	71,7	4,3

Таблица 3. Матрица корреляций между признаками сорта Краснодарец 14. , St 1 (с. Соленое Займище, 2009–2015 гг.)

Table 3. Matrix of correlations between studying traits of peanuts cultivar Krasnodarec 14, St 1 (Solenoe Zaimishche, 2009–2015)

	g-f	pr	m1000	mt%	%sds	Hrv
g-f	1,00					
pr	-0,97	1,00				
m1000	0,39	-0,20	1,00			
mt%	-0,20	0,20	0,10	1,00		
%sds	-0,09	0,06	0,18	-0,57	1,00	
Hrv	-0,94	0,99	-0,16	0,07	0,13	1,00

Обсуждение результатов

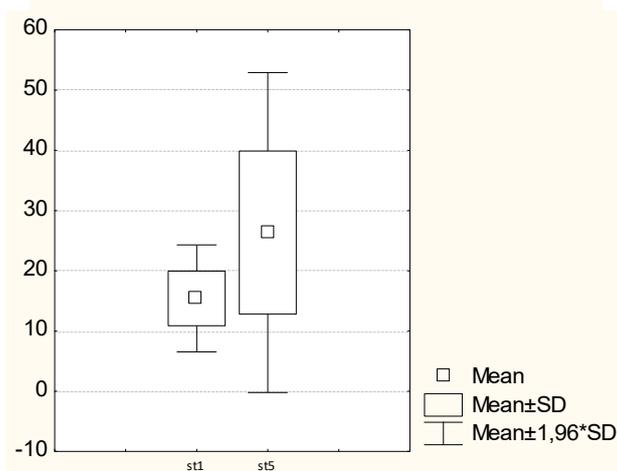
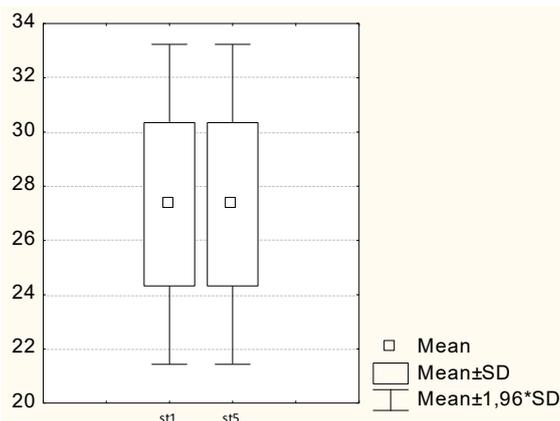
Сорт ‘Ташкентский 32’ показал три заметных (хотя и не существенных) корреляции. Продолжительность периода всходы-цветение положительно коррелирует с выходом семян ($r = 0,58$), возможно, эта связь

случайна, так как выходит, что при более позднем цветении получаем больше зрелых бобов. Связь же массы 1000 семян с продуктивностью ($r = 0,72$) и урожайностью ($r = 0,75$) представляется естественной. У этого сорта формирование более крупных семян приводит к повышению урожайности.

Таблица 4. Матрица корреляций между признаками сорта Ташкентский 32, St 5 (с. Соленое Займище, 2009–2015 гг.)

Table 4. Matrix of correlations between studying traits of peanuts cultivar Tashkentskii 32, St 5 (Solenoje Zaimishche, 2009–2015)

	g-f	pr	m1000	mt%	%sds	Hrv
g-f	1,00					
pr	0,19	1,00				
m1000	0,10	0,72	1,00			
mt%	-0,24	-0,13	0,05	1,00		
%sds	0,58	-0,26	-0,28	0,38	1,00	
Hrv	0,12	0,99	0,75	-0,10	-0,28	1,00



g-f

pr

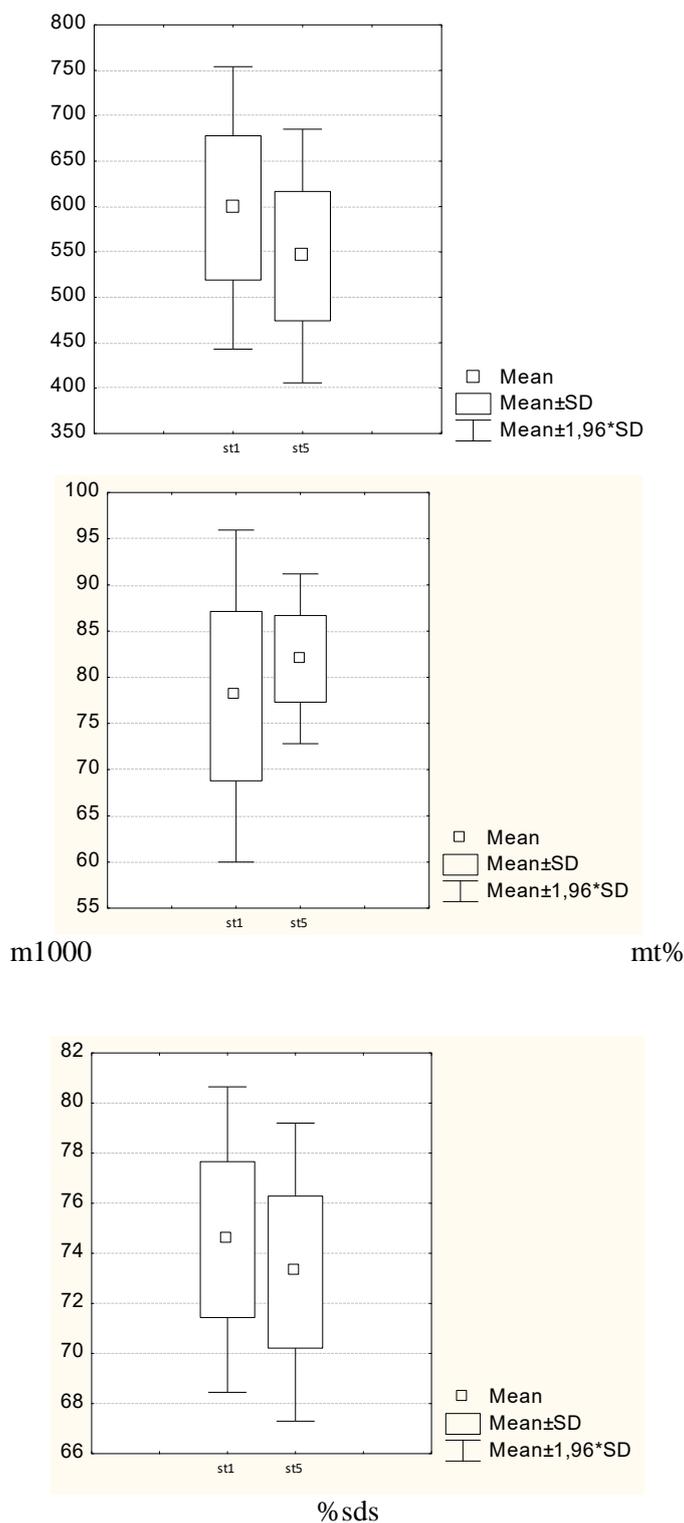


Рисунок. Изменчивость сортов по изученным признакам за период оценки (с. Солёное Займище, 2009–2015 гг.)
st 1- Краснодарский 14, st 5 – Ташкентский 32

Figure. The variability of cultivars on studying traits during evaluations period (Solenoie Zaimishche, 2009–2015)
st 1- Krasnodarec 14, st 5 – Tashkentskii 32

Анализ графиков (рисунок) востости и ее характеру. Семена сорта ‘Краснодарский 14’ крупнее, при этом размах изменчивости примерно одинаков, показатели

продолжительности периода всходы-цветения одинаковы, По степени зрелости семян изменчивость краснодарского сорта выше, но у ташкентского сорта вызревает больше семян, и он гораздо продуктивней. Размах изменчивости по продуктивности у сорта 'Ташкентский 32' превосходит 'Краснодарец 14', что свидетельствует о большей зависимости от условий выращивания, но уровень показателей все равно выше. Размах изменчивости сортов по выходу семян примерно одинаков, но у краснодарского сорта показатели выше, что свидетельствует о более толстостенных бобах ташкентского сорта.

Исследования Sadeghi S. M., Noorhosseini-Niyaki S. A. (2012) показали, что масса семян и бобов положительно коррелирует с общим урожаем, в нашем случае такая связь наблюдалась только у одного сорта, поэтому

необходимо изучение большого количества образцов для выявления различных закономерностей в формировании урожая у арахиса.

Выводы

Анализ экологических корреляций показал, что продуктивность краснодарского сорта сильно зависит от раннего цветения, следовательно, от благоприятных условий в первые фазы развития растений. Анализ изменчивости показателей показал, что продуктивность ташкентского сорта меньше колеблется по годам и значительно выше краснодарского. Вероятно, это свидетельствует о большей близости условий Ташкента к условиям Астраханской области, чем Краснодарского края.

References/Литература

- Aminifar J., Nik M. M., Sirousmehr A. Grain yield improvement of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under drought stress conditions // International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 2013, vol. 6, no. 12, pp. 819–824.
- Arruda I. M., Moda-Cirino V., Buratto J. S., Ferreira J. M. Growth and yield of peanut cultivars and breeding lines under water deficit // Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, Apr./Jun., 2015, vol. 45, no. 2, pp. 146–154.
- Davidyan G. G. World oil crops collection studying. The issue III (Peanut, Sesame, Safflower, Rapeseed, Turniprape, Mustard White, Indian and Black, Crambe, Rucola, Camelina). Leningrad, 1976, 22p. [in Russian] (Давидян Г. Г. Изучение мировой коллекции масличных культур. Выпуск III. (Арахис, кунжут, сафлор, рапс, сурепица, горчица белая, сарептская и черная, крэмбе, индау, рыжик). Л., 1976. 22 с.
- Junjittakarn J., Girdthai T., Jogloy S., Vorasoot N., Patanothai A. Response of root characteristics and yield in peanut under terminal drought condition // Chilean J. Agric. Res., vol. 74, no. 3 Chillán set. 2014 // version On-line ISSN 0718-5839 <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000300001>. Дата последнего обращения 28.11.2016.
- Krishna G., Singh B. K., Kim E. K., Morya V. K., Ramteke P. W. Progress in genetic engineering of peanut (*Arachis hypogaea* L.) – A review // Plant Biotechnology Journal, 2015, no. 13, pp. 147–162.
- Sadeghi S. M., Noorhosseini-Niyaki S. A. Correlation and path coefficient analysis in peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes under drought stress and irrigated conditions / Scholars Research Library, Annals of Biological Research, 2012, vol. 3, no. 6, pp. 2593–2596.
- Salunkhe D. K., Desai B. B. Postharvest biotechnology of oilseeds. CRC Press, Boca Raton. Florida, 1986, 213 p.
- Vakhrusheva T. E. Peanut // In: Oil crops for food use in Russia (breeding problems, cultivars). SPb.: VIR, 1998., pp. 20–23 [in Russian] (Вахрушева Т. Е. Арахис // В кн.: Масличные культуры для пищевого использования в России (проблемы селекции, сортимент). СПб.: ВИР, 1998. С. 20–23).

С. Л. Приходько

Балтийский федеральный
университет
имени Иммануила Канта,
236016, Россия,
Калининград,
ул. А. Невского, д.14,
e-mail: sinitskayas@gmail.com

Ключевые слова:

«северная высокорослая голубика», *Vaccinium*
 \times *covilleanum*, Республика Беларусь, фенология

Поступление:

22.03.2017

Принято:

21.08.2017

ОСОБЕННОСТИ ФЕНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СОРТОВ *VACCINIUM* \times *COVILLEANUM* BUT. ET PL. (ERICACEAE), ИНТРОДУЦИРУЕМЫХ В ЮЖНОЙ АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Актуальность. Изучение фенологии растения является обязательной составной частью процесса внедрения новых сортов в культуру за пределами их естественного ареала. Материалы и методы. Исследования проводились в 2012–2014 гг. на территории фермерского хозяйства «Синяя птица», Ганцевичский район, д. Борки, Республика Беларусь. В качестве объектов исследования были привлечены 6 сортов «северной высокорослой голубики» (*Vaccinium* \times *covilleanum* But. et Pl.): раннеспелые – ‘Bluetta’, ‘Spartan’, среднеспелые – ‘Bluecrop’, ‘Toro’, позднеспелые – ‘Elizabeth’, ‘Elliott’ (по 15 растений каждого сорта). Изучение сортов ‘Spartan’, ‘Toro’, ‘Elliott’ на территории республики Беларусь проводилось впервые. Результаты и выводы. Южная агроклиматическая область является благоприятным регионом для успешной интродукции новых перспективных сортов (‘Spartan’, ‘Toro’, ‘Elliott’) «северной высокорослой голубики». В районе испытания суммы положительных температур и продолжительности вегетационного периода доста-точны для прохождения полного цикла вегетации интродуцентов. Наблюдение за феноритмикой исследуемых сортов (‘Bluetta’, ‘Spartan’, ‘Bluecrop’, ‘Toro’, ‘Elizabeth’, ‘Elliott’) показывает, что плантационное выращивание данных культиваров способствует равномерному и стабильному периоду сбора урожая в связи с различными сроками созревания ягод и продолжительностью этапа сбора.

S. L. Prikhodko

Immanuel Kant Baltic
Federal University,
14 A. Nevskogo St.,
Kaliningrad,
236041, Russia,
e-mail: sinitskayas@gmail.com

Key words:

"northern highbush blueberry",
Vaccinium \times *covilleanum*, Re-
public of Belarus, phenology

Received:

22.03.2017

Accepted:

21.08.2017

PHENOLOGICAL DEVELOPMENT FEATURES OF *VACCINIUM* \times *COVILLEANUM* (VACCINIACEAE) VARIETIES INTRODUCED IN THE SOUTHERN AGRICLIMATIC REGION OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Background. Peanuts – crop of different use – both oil and confectionery. The need to broaden the range of vegetable oil and replace the expensive almond confectionery production makes topical peanut cultivation on the territory of Russia. Material and methods. Studied two cultivars of peanut ‘Krasnodar 14’ (k-1942) and ‘Tashkentskij 32’ (k-319) in the North of the Astrakhan region on the basis of Prikaspiiskii nauchno-issledovatel'skii institut aridnogo zemledeliya. Varieties are used as standards in VIR peanut collection evaluation. A study conducted by the method of VIR, take into account the duration of germination-flowering, one plant productivity, yield, weight of 1000 seeds, seed yield and percentage of mature seeds. Used program STATISTICA 7 Exel 10. Results and discussion. Analysis of environmental correlations revealed that productivity in Krasnodar varieties heavily dependent on early flowering, thereby enabling the good weather conditions in the first phase of plant development. Tashkent varieties beans more thick-walled, seed yield less, but this cultivar has significantly higher number of mature beans. Analysis of the variability has shown that the productivity of the Tashkent varieties less varies from year to year and substantially higher than the Krasnodar. Probably, this indicates greater proximity of Tashkent to the conditions of the conditions of the Astrakhan region than in the Krasnodar region.

Введение

Изучение фенологии растения является обязательной составной частью процесса внедрения новых сортов в культуру за пределами их естественного ареала (Koropachinskiy, Vstovskaya, 1983). Без знаний о прохождении интродуцентами фенологических фаз, характера плодоношения и формирования полноценных семян невозможно дать оценку соответствия ритмов сезонного развития растения ритму климата нового района возделывания (Sobolevskaya, 1991).

Фенологическое развитие голубики высокорослой в южной агроклиматической зоне Республики Беларусь изучено достаточно широко рядом авторов (Kurlovich, Bosak, 1998; Bosak, 1999; Rupasova, 2007; Pavlovskiy, 2015). Однако привлечение в культуру новых сортов невозможно без оценки полноты завершения онтогенеза и цикла сезонного развития голубики в нехарактерных для культивара почвенно-климатических условиях (Sobolevskaya, 1984).

По состоянию на 2016 г. в Государственный реестр сортов Беларуси (State..., 2016) включены 12 сортов голубики высокорослой ('Bluecrop', 'Northland', 'Elizabeth', 'Earliblue', 'Jersey', 'Bluetta', 'Weymouth', 'Denise blue', 'Collins', 'Hardyblue', 'Duke', 'Patriot').

Цель работы: изучить феноритмику новых перспективных сортов 'Spartan', 'Toro', 'Elliott' на территории южной агроклиматической области республики Беларусь.

Задачи работы:

1) провести сравнительный анализ ритмов сезонного развития новых сортов *Vaccinium × covilleianum* But. et Pl. ('Spartan', 'Toro', 'Elliott') по отношению к включенным в Государственный реестр сортов Республики Беларусь: ('Bluetta', 'Bluecrop', 'Elizabeth');

2) на основании полученных результатов дать оценку о сроках созревания и продолжительности периода сбора изучаемых сортов.

Материал и методы

Исследования проводились в 2012–2014 гг. на территории фермерского хозяйства «Синяя птица» (д. Борки, Ганцевичский район, Республика Беларусь). В качестве объектов исследования были привлечены 5-летние растения (по состоянию на 2012 г.)

шести сортов «северной высокорослой голубики»: раннеспелые – 'Bluetta', 'Spartan', среднеспелые – 'Bluecrop', 'Toro', позднеспелые – 'Elizabeth', 'Elliott'. Высаживали по 15 растений каждого сорта. Сорта 'Spartan', 'Toro', 'Elliott' на территории республики Беларусь изучались впервые. Модельные особи выбирали исходя из схожести биометрических параметров растений (высота, диаметр кроны).

В качестве субстрата для выращивания использовали специально подготовленную смесь, состоящую из минеральной почвы и верхового торфа в соотношении 1:1. После посадки растений на постоянное место проводили мульчирование слоем перепревших опилок хвойных видов растений шириной 1 м и толщиной 10–15 см. Схема посадки растений 1,0 × 2,0 м. Общая экспериментальная площадь 180 м².

На протяжении каждого вегетационного сезона проводили ежедневные наблюдения за феноритмикой опытных растений по общепринятым методикам И. Н. Бейдемана (Beydeman, 1974) и И. Д. Юркевича и др. (Yurkevich et al., 1980). Регистрировали календарные сроки прохождения и соответствующие им суммы положительных температур (при устойчивом переходе через 0°C) следующих фенологических фаз: набухание и распускание почек, рост весенних побегов, облиствение побегов, бутонизация, цветение, созревание плодов, покраснение листьев, листопад.

За период вегетации был принят временной интервал после устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха выше 0°C весной до ее снижения ниже 0°C – осенью. Его продолжительность в годы исследования находилась в пределах от 245 до 283 дней (сумма активных температур выше 0°C составила 3185–3413°). Вегетационным периодом считали промежуток времени от набухания почек до полного покраснения листьев. Анализ климатических условий района выполнен по данным Ганцевичской метеорологической станции.

Статистическую обработку данных проводили на ПК с помощью программы Excel по методике Б. А. Доспехова (Dospikhov, 1985). Определяли среднее значение выборки (\bar{x}), стандартное отклонение (m_x) и коэффициент вариации признака, % (V). Для статистической обработки календарные даты переводили в непрерывный цифровой ряд. Годом считали временной отрезок, равный 365 дням.

Таблица 1. Календарные сроки прохождения основных фаз сортами *Vaccinium × covilleianum* (дни; 2012–2014 гг., КФХ «Синяя птица», д. Борки, Ганцевичский район, Беларусь)

Table 1. Calendar timing of the main phenological phases of *Vaccinium × covilleianum* varieties (days; 2012–2014, the *Blue Bird Farm*, Borki Village, Gantsevichi District, Belarus)

Фенологическая фаза Phenological phase		Показатель Index	Сорт Cultivar					
			Bluetta	Spartan	Bluecrop	Toro	Elizabeth	Elliott
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Набухание почек Swelling of buds		x±mx V,%	27.03±10 20	28.03±9 18	30.03±8 16	30.03±8 16	31.03±8 15	30.03±8 16
Распускание почек Opening of buds	вегетатив- ных vegetative	x±mx V,%	10.04±9 15	11.04±9 16	11.04±9 16	13.04±10 17	14.04±10 18	13.04±10 17
	генератив- ных generative	x±mx V,%	07.04±9 17	08.04±9 17	10.04±8 15	10.04±9 15	11.04±9 16	11.04±9 15
Рост весенних побегов Growth of spring shoots	начало beginning	x±mx V,%	17.04±4 6	18.04±4 6	18.04±4 7	18.04±4 7	20.04±5 8	19.04±5 7
	конец end	x±mx V,%	14.06±3 3	15.06±2 3	14.06±3 4	14.06±3 3	14.06±3 3	15.06±2 2
Появление листьев Formation of leaves		x±mx V,%	27.04±4 6	28.04±4 6	29.04±5 7	29.04±5 7	01.05±5 8	30.04±5 7
Бутонизация Budding	начало beginning	x±mx V,%	28.04±4 6	29.04±4 6	30.04±4 6	02.05±5 7	05.05±5 7	04.05±6 9
	массовая mass	x±mx V,%	08.05±3 4	12.05±3 4	11.05±5 6	14.05±2 2	16.05±2 2	17.05±2 3
	конец end	x±mx V,%	21.05±3 4	22.05±4 5	24.05±2 3	26.05±2 2	27.05±2 2	28.05±2 2
Цветение Bloom	начало beginning	x±mx V,%	06.05±4 5	10.05±1 1	09.05±3 4	10.05±2 3	13.05±3 4	12.05±2 3
	массовое mass	x±mx V,%	13.05±2 3	18.05±2 3	20.05±1 1	22.05±2 2	23.05±2 4	22.05±3 4
	конец end	x±mx V,%	27.05±2 2	31.05±1 2	01.06±3 3	03.06±3 3	03.06±4 5	04.06±5 6
Созревание плодов Ripening	начало beginning	x±mx V,%	30.06±2 2	05.07±1 1	13.07±4 4	15.07±4 4	24.07±5 4	03.08±4 3
	массовое mass	x±mx V,%	16.07±3 3	21.07±2 2	29.07±4 4	30.07±3 2	17.08±3 2	20.08±2 2
	конец end	x±mx V,%	06.08±5 4	06.08±2 2	22.08±6 5	17.08±5 4	15.09±4 3	06.09±3 2
Покраснение листьев Reddening of leaves	начальное beginning	x±mx V,%	12.09±2 1	14.09±1 1	13.09±1 2	14.09±1 1	15.09±2 1	17.09±2 1
	полное end	x±mx V,%	04.10±4 3	05.10±2 2	05.10±3 2	11.10±3 2	11.10±3 2	12.10±1 1
Листопад Leaf fall	начало beginning	x±mx V,%	24.09±4 2	27.09±3 2	26.09±3 2	01.10±3 2	30.09±3 2	01.10±2 1
	конец end	x±mx V,%	18.10±3 2	22.10±1 1	22.10±5 3	23.10±5 3	24.10±3 2	25.10±3 2

Результаты и их обсуждение

Таблица 2. Сумма положительных температур при прохождении фенофаз сортами *Vaccinium × covilleianum* (°C; 2012–2014 гг., КФХ «Синяя птица», д. Борки, Ганцевичский район, Беларусь)

Table 2. The sum of positive temperatures in the phenological phases of *Vaccinium × covilleianum* varieties (°C; 2012–2014, the Blue Bird Farm, Borki Village, Gantsevichi District, Belarus)

Фенологическая фаза Phenological phase		Показатель Index	Сорт Cultivar					
			Bluetta	Spartan	Bluecrop	Toro	Elizabeth	Elliot
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Набухание почек Swelling of buds		x±mx V,%	63±25 67	76±20 44	83±26 54	86±25 51	88±25 49	86±25 51
Распускание почек Opening of buds	вегетативных vegetative	x±mx V,%	163±22 23	176±31 30	176±31 30	192±44 40	203±55 47	195±47 42
	генеративных generative	x±mx V,%	128±12 17	155±25 28	163±29 31	165±31 32	175±38 38	171±35 35
Рост весенних побегов Growth of spring shoots	начало beginning	x±mx V,%	213±47 38	220±48 38	228±50 38	228±50 38	243±57 40	235±52 39
	конец end	x±mx V,%	1076±96 15	1083±92 15	1063±104 17	1070±100 16	1070±100 16	1089±88 14
Появление листьев Formation of leaves		x±mx V,%	327±32 17	341±37 19	357±32 15	350±28 14	383±53 24	372±44 21
Бутонизация Budding	начало beginning	x±mx V,%	350±56 28	366±64 31	376±69 32	404±44 19	443±58 23	431±70 28
	массовая mass	x±mx V,%	383±32 12	534±25 8	531±2 1	565±42 13	591±34 10	607±38 11
	конец end	x±mx V,%	672±50 13	677±19 5	724±59 14	762±51 12	786±42 9	785±50 11
Цветение Bloom	начало beginning	x±mx V,%	454±66 25	501±79 27	500±58 20	501±96 33	543±89 28	529±92 30
	массовое mass	x±mx V,%	545±62 20	624±22 6	665±70 18	699±65 16	710±62 15	697±93 23
	конец end	x±mx V,%	781±35 8	836±60 13	842±62 13	876±61 12	881±73 14	868±65 13
Созревание плодов Ripening	начало beginning	x±mx V,%	1350±63 8	1446±69 8	1605±74 8	1642±74 8	1814±85 8	2018±77 7
	массовое mass	x±mx V,%	1668±61 6	1758±30 3	1912±58 5	1937±24 2	2300±55 4	2366±58 4
	конец end	x±mx V,%	2100±21 2	2090±53 4	2380±25 2	2301±41 3	2743±33 2	2617±39 3
Покраснение листьев Reddening of leaves	начальное beginning	x±mx V,%	2697±83 5	2724±93 6	2720±76 5	2724±75 5	2748±63 4	2767±76 5
	полное end	x±mx V,%	2961±124 7	2962±107 6	2954±109 6	3011±113 7	3019±126 7	3034±109 6
Листопад Leaf fall	начало beginning	x±mx V,%	2847±120 7	2877±106 6	2874±116 7	2934±104 6	2917±108 6	2921±104 6
	конец end	x±mx V,%	3085±79 4	3122±92 5	3126±60 3	3121±124 7	3134±85 5	3148±74 4

Вегетационный период у сортов северной высокорослой голубики, как правило, начинается в конце третьей декады марта с набухания генеративных почек (табл. 1).

Календарные сроки наступления этой фенофазы существенно варьируются по годам. Так, в 2013 г., в связи с затяжной зимой и поздней весной, характеризующейся быстрым переходом от холода к теплу и резким повышением среднесуточной температуры, набухание почек было отмечено 15 апреля у всех изучаемых сортов. Теплая зима 2014 г. способствовала раннему началу вегетации. Набухание почек у сортов 'Bluetta' и 'Spartan' зафиксировано 16-го марта, у сортов 'Bluecrop', 'Toro', 'Elizabeth', 'Elliott' – 20-го марта. Сумма положительных температур данной фазы находилась в пределах от 33 до 132°C (табл. 2), что полностью согласуется с данными исследователей в этом же регионе: 26–109°C (Kurlovich, Bosak, 1998) и 71–106°C (Pavlovskiy, 2015).

Распускание генеративных почек происходит, в среднем, в конце первой – начале второй декады апреля, через 12–14 дней после набухания почек при сумме положительных температур от 105 до 236°. Наиболее раннее раскрытие цветковых почек было отмечено в 2014 г. с 20 по 24-е марта, через четыре дня после набухания. Суммы положительных температур при этом составляли 132–184°. Период распускания генеративных почек в 2012 г. составил от 22 до 25 дней, а минимальные суммы положительных температур при прохождении данной фенофазы были зафиксированы в 2013 г. – 105°.

Начало распускания вегетативных почек происходит на 1–3 дня позже генеративных, а первые листья появляются через 16–18 дней. Одновременное раскрытие вегетативных и генеративных почек было отмечено в 2014 г. у сортов 'Bluecrop', 'Toro', 'Elizabeth', 'Elliott'.

Рост побегов начинается, в среднем, через 8–10 дней после распускания генеративных почек. Этот период отмечается к концу второй декады апреля при сумме положительных температур от 130 до 307°.

Практически одновременно с появлением листьев в конце апреля – начале мая начинается фаза бутонизации. Чаще всего появление бутонов происходит на 2–5-й день после формирования первых листьев. В 2013 г. стадия бутонизации началась на два дня раньше появления листьев у сортов

'Bluetta', 'Spartan' и на четыре дня – у сорта 'Bluecrop'.

Цветение голубики, в среднем, начинается от середины первой до начала второй декады мая, через 8–11 дней после появления бутонов. Первым зацветает сорт 'Bluetta' (6.05), затем сорта 'Bluecrop' (9.05), 'Spartan' и 'Toro' (10.05). Позже начинают цвести сорта 'Elliott' (12.05) и 'Elizabeth' (13.05). Сумма положительных температур воздуха на начало цветения в зависимости от сорта находится в пределах от 326 до 640°.

Созревание ягод голубики неравномерное и, в зависимости от сорта, происходит на 34–60-й день после окончания цветения, при сумме положительных температур от 1226 до 2163°. Первыми в условиях Беларуси синюю окраску приобретают ягоды у раннеспелого сорта 'Bluetta' (30.06), затем – у сорта 'Spartan' (5.07), который можно отнести к среднеранним. К середине июля начинают созревать ягоды у среднеспелых сортов 'Bluecrop' (13.07) и 'Toro' (15.07). В середине третьей декады июля начинается окрашивание ягод у позднего сорта 'Elizabeth' (24.07), а через 10 дней – у суперпозднего сорта 'Elliott' (03.08).

Созревание ягод у ранне- и среднеспелых сортов заканчивается в августе при сумме положительных температур от 2089 до 2428°C, у позднеспелых сортов – в сентябре. Позже всех период созревания завершается у сорта 'Elizabeth' (15.09) при сумме положительных температур от 2706 до 2810°. В отдельные годы (2013 г.) фаза созревания у данного сорта затягивается до начала третьей декады сентября (23.09).

Изменение окраски листьев голубики начинается (в зависимости от метеорологических показателей) в период с 10 по 19-е сентября. Начало листопада наблюдается в конце сентября – начале октября, а через 22–26 дней листва опадает полностью. Иногда листья остаются на растении до середины зимы, как это было отмечено в 2014 г. Скорее всего, данная аномалия связана с резким похолоданием теплой осенью.

Таким образом, данные наблюдений за феноритмикой шести сортов «северной высокорослой голубики» показывают, что вегетация растений начинается с набухания почек после устойчивого перехода среднесуточных температур через 0°C, при сумме положительных температур не менее 33°. Календарные сроки наступления данной фенофазы значительно варьируются по годам

и зависят от климатических показателей года.

Наступление остальных фенофаз в большей степени определяется совокупностью сумм положительных температур и длиной светового дня.

Продолжительность вегетационного периода от набухания почек до массового листопада колеблется в пределах от 163 до 208

дней и зависит от метеорологических условий года. В среднем, варьирование этого показателя находится в пределах 189–196 дней (табл. 3). Для прохождения полного цикла вегетации растениям голубики необходимо накопление суммы положительных температур от 2732 до 3220°. Средние показатели данного периода находятся в пределах от 2954 до 3034°C.

Таблица 3. Средняя продолжительность основных фенофаз сортов *Vaccinium × covilleianum* (дни; 2012–2014 гг., КФХ «Синяя птица», д. Борки, Ганцевичский район, Беларусь)

Table 3. Average duration of the main phenological phases of *Vaccinium × covilleianum* (days; 2012–2014, the *Blue Bird* Farm, Borki Village, Gantsevichi District, Belarus)

Фенофаза Phenological stage	Показатель Index	Сорт Cultivar					
		Bluetta	Spartan	Bluecrop	Toro	Elizabeth	Elliott
Вегетационный период Vegetation period	x±mx V,%	191±14 13	190±11 10	189±9 8	194±11 10	194±11 10	196±9 8
До цветения Before blossoming	x±mx V,%	40±9 39	43±9 38	41±8 32	41±10 40	43±9 37	43±10 38
Цветение Blossoming	x±mx V,%	21±3 22	21±1 7	22±1 9	23±2 13	20±2 14	21±2 16
До созревания плодов Before ripening	x±mx V,%	95±11 20	98±10 18	105±9 15	107±9 14	115±7 11	126±8 11
Созревание Ripening	x±mx V,%	38±6 26	31±1 8	40±6 26	33±7 35	53±5 15	34±4 19
От цветения до созревания From blossoming to ripening	x±mx V,%	55±3 10	56±1 3	67±2 5	66±3 9	72±4 9	83±3 6

Цветение голубики у отдельных сортов было отмечено на 54-й день после начала вегетации в 2012 и 2014 гг., в 2013 г. эта фаза наступила почти в 2,5 раза быстрее – на 22й день.

Средняя продолжительность межфазного периода от начала вегетации до начала цветения составила 40–43 дня.

Фаза цветения, в среднем, продолжалась от 18 до 25 дней. Минимальный период цветения был отмечен в 2012 г. у сорта 'Bluetta' и составил 16 дней, максимальный – в 2013 г. у сорта 'Toro' – 26 дней.

Продолжительность межфазного периода от начала цветения до начала созревания варьировалась в зависимости от сортовых особенностей растений. У раннеспелых сортов она длилась в среднем 55–56 дней, у среднеспелых составила 66–67 дней, а у позднеспелых – 72–83 дня.

Период фазы «созревание плодов» в среднем находился в пределах от 31 до 53-х

дней. Самый короткий период созревания ягод был зафиксирован в 2012 г. у сорта 'Toro' – 22 дня, длительный – в 2013 г. у сорта 'Elizabeth', составивший 59 дней.

Заключение

Климатические условия Белорусского Полесья благоприятны для успешной интродукции изучаемых сортов «северной высокорослой голубики». Суммы положительных температур и продолжительность вегетационного периода данного региона являются оптимальными для прохождения полного цикла вегетации интродуцентов.

Изучение феноритмики исследуемых сортов позволило выявить, что плантационное выращивание данных культиваров способствует равномерному и стабильному периоду созревания ягод у сортов с разными сроками и разной продолжительностью их

созревания. Установлено, что период наиболее интенсивной нагрузки урожаем у раннеспелого сорта 'Bluetta' наблюдается 16 июля. Массовое созревание ягод у среднераннего сорта 'Spartan' наступает 21 июля. Созревание основной массы ягод у среднеспелых сортов 'Bluescop' и 'Того' происходит 29 – 30 июля; у позднеспелого сорта 'Elizabeth' – во второй декаде августа

(17.08); у супер-позднего сорта 'Elliott' – 20.08.

Сорта 'Spartan', 'Того' и 'Elliott' имеют короткий и равномерный период созревания ягод – от 31 до 34-х дней. Урожай данных культиваров можно собрать за 2–3 приема. Сорта 'Bluetta', 'Bluescop', 'Elizabeth' имеют неравномерный, достаточно растянутый (от 6 до 8 недель) период созревания ягод, который требует до 5–7-ми сборов за сезон.

References/Литература

- Beydeman I. N.* The method of study of phenology of plants and plant communities Novosibirsk, 1974, 155 p. [in Russian] (*Бейдеман И. Н.* Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск, 1974. 155 с.).
- Bosak V. N.* Bio-ecological peculiarities of growing blueberries in plantation forestry in the Belarusian Polesie. Minsk, 1999, 151 p. [in Russian]. (*Босак В. Н.* Биоэкологические особенности выращивания голубики высокорослой при плантационном выращивании в Белорусском Полесье: Дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1999. 151 с.).
- Dosphehov B. A.* Practice of field experiment. Moscow, 1985, 351 p. [in Russian] (*Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.).
- Koropachinskiy I. Yu., Vstovskaya T. N.* 1983. Analysis of the climate main of introduction centers of Siberia in connection with the problem of the introduction (Analiz klimata osnovnykh introdukzionnykh tsentrov Sibiri v svyazi s problemoy inroduktsii). In: *Introduktsiya rasteniy Sibiri i Dalnego Vostoka* (Introduction of plants of Siberia and the Far East). Novosibirsk, pp. 15–23 [in Russian] (*Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н.* Анализ климата основных интродукционных центров Сибири в связи с проблемой интродукции. В кн.: *Интродукция растений Сибири и Дальнего Востока*. Новосибирск, 1983. С. 15–23).
- Kurlovich T. V., Bosak V. N.* Blueberry tall in Belarus. Minsk, 1998, 176 p. [in Russian] (*Курлович Т. В., Босак В. Н.* Голубика высокорослая в Беларуси. Минск, 1998. 176 с.).
- Pavlovskiy N. B.* The seasonal rhythms of growth and development of varieties of blueberries introduced in Belarus. *Plodovodstvo*, 2015, no. 25, pp. 186–195 [in Russian] (*Павловский Н. Б.* Ритмы сезонного роста и развития сортов голубики высокорослой, интродуцированных в Беларуси. *Плодоводство*, 2015 № 25. С. 186–195).
- Rupasova Zh. A.* Blueberry tall. Assessment of adaptive capacity when introduced in conditions of Belarus. Minsk, 2007, 442 p. [in Russian] (*Рупасова Ж. А.* Голубика высокорослая. Оценка адаптационного потенциала при интродукции в условиях Беларуси. Под общ. ред. В.И. Парфенова. Минск, 2007. 442 с.).
- Sobolevskaya K. A.* Endangered plants of Siberia in introduction. Novosibirsk, 1984, 222 p. [in Russian] (*Соболевская К. А.* Исчезающие растения Сибири в интродукции. Новосибирск, 1984. 222 с.).
- State register of varieties of the Republic of Belarus.* Minsk, 2016, 287 p. [in Russian] (Государственный реестр сортов Республики Беларусь. Минск, 2016. 287 с.).
- Trulevich N. V.* Ecological-phytocenotic basis of plant introduction. Moscow, 1991, 215 p. [in Russian] (*Трулевич Н. В.* Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М., 1991. 215 с.).
- Yurkevich I. D., Golod D. S., Yaroshevich E. P.* Phenological studies of woody and herbaceous plants]. Minsk, 1980, 28 p. [in Russian] (*Юркевич И. Д., Голод Д. С., Ярошевич Э. П.* Фенологические исследования древесных и травянистых растений. Минск, 1980. 28 с.).

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-42-49

УДК 634.11:631.52+632

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

О. Н. Барсукова

Филиал Майкопская опытная станция Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. 385746, Россия, Республика Адыгея, Майкоп, п/о Шунтук, п. Подгорный, ул. Научная. д. 1, e-mail: was@pochta.ru

КОЛЛЕКЦИЯ ЯБЛОНИ ВОСТОЧНОЙ – *MALUS ORIENTALIS* (UGLITZ.) JUZ. – ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ ФОРМ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Актуальность. Уникальная коллекция яблони восточной – *M. orientalis* (Uglitz.) Juz. на филиале Майкопская опытная станция ВИР обладает большими потенциальными возможностями для обеспечения селекции источниками ценных признаков. Материалы и методы. Сбор разнообразных форм *M. orientalis* осуществлен благодаря многочисленным экспедициям сотрудников станции и ВИР (Я. С. Нестеров, А. М. Грюнер, А. С. Туз и другие) в различных регионах Кавказа. В настоящее время коллекция насчитывает 105 форм. Изучение образцов проводили в соответствии с методическими указаниями ВИР и методикой ВНИИ селекции плодовых культур. Результаты и выводы. В результате изучения установлены формы *M. orientalis*, обладающие ценными биологическими и хозяйственными качествами. Высокая продуктивность отмечена у некоторых форм восточной яблони из Грузии (к-41634, к-4956) Адыгеи (к- 29470, к-43194 и др.), а также Северной Осетии (к-43172), Чеченской республики (к-43192), Армении (к-14952). Получены многолетние данные по устойчивости коллекционных форм *M. orientalis* к парше – *Ventura inaequalis* (Cooke) Wint., как наиболее вредоносному заболеванию яблони. Выделено 14 устойчивых форм, из которых 7 собрано в Грузии (к-17982, к-17990, к-17985 и др.), 2 – в Азербайджане (к-41633, к-17979), а также в Карачаево-Черкессии (к-29495, к-29437), Кабардино-Балкарии (к-29456), Адыгее (к-29483) и Армении (к-14950). Установлена более высокая устойчивость яблони восточной по сравнению с другими видами и культурными сортами к таким заболеваниям как монилиальная гниль плодов (*Monilia fructigena* Pers.), филлостиктозная пятнистость листьев (*Phyllosticta mali* Pr. et Del.) и мучнистая роса (*Phodospaera leucotricha* Salm.). В статье представлены 16 поздноцветущих форм *M. orientalis*, проявивших устойчивость к экстремальному заморозку весной 2014 года (к-41629, к-14953, к-29495 и др.). Кроме дикорастущих форм большой интерес представляют также местные кавказские сорта яблони, имеющие много общих биологических и хозяйственных признаков с *M. orientalis*. Таким образом, дикорастущие формы яблони восточной, а также местные кавказские сорта представляют уникальный резерв источников ценных признаков для использования в селекции.

Ключевые слова:

яблоня, дикорастущие виды, продуктивность, болезни, позднее цветение, устойчивость

Поступление:

09.06.2017

Принято:

21.08.2017

O. N. Barsukova

Maikop Experiment Station,
branch of the N. I. Vavilov
All-Russian Institute of
Plant Genetic Resources,
1 Nauchnaya Street,
p/o Shuntuk, Podgorny
Settlement,
Republic of Adygea,
Maikop,
385746, Russia,
e-mail: was@pochta.ru

Key words:

*apple-tree, wild species,
productivity, diseases, late flow-
ering, resistance*

Received:

09.06.2017

Accepted:

21.08.2017

**THE COLLECTION OF *MALUS ORIENTALIS* (UGLITZ.) JUZ.
AS A SOURCE OF VALUABLE FORMS FOR BREEDING**

Background. The unique apple-tree collection of *Malus orientalis* (Uglitz.) Juz. maintained at Maikop Experiment Station of VIR possesses a great potential for supplying breeders with diverse sources of valuable traits. Materials and methods. The collecting of various forms of *M. orientalis* was carried out by numerous collecting teams of the staff members of both the station and VIR (Y. S. Nesterov, A. M. Gryuner, A. S. Tuz, and others) in different areas of the Caucasus. Currently the collection includes 105 forms. The accessions were studied in accordance with the guidelines developed by VIR and the methods practiced by the Research Institute of Fruit Crop Breeding. Results and conclusions. The study helped to identify the forms of *M. orientalis* possessing valuable biological and economic qualities. High productivity was observed in some forms of oriental apple-tree from Georgia (k-41634, k-14956) Adygea (k-29470, 43194, etc.), North Ossetia (k-43172), Chechen Republic (k-43192), and Armenia (k-14952). The data on the resistance of *M. orientalis* accessions to scab (*Ventura inaequalis* (Sooke) Wint.), the most harmful disease of apple-tree, were recorded for many years of studying. As a result, 14 resistant forms were identified, 7 of which had been collected in Georgia (k-17982, k-17990, k-17985, etc.), 2 in Azerbaijan (k-41633, k-17979) and Karachay-Cherkessia (k-29495, k-29437), and three more from Kabardino-Balkaria (k-29456), Adygea (k-29483) and Armenia (k-14950). If compared with other apple-tree species and cultivars, *M. orientalis* was found to have higher resistance to such diseases as fruit rot (*Monilia fructigena* Pers.), leaf spot (*Phyllosticta mali* Pr. et Del.), and powdery mildew (*Phodosphaera leucotricha* Salm.). The article presents 16 late-flowering forms of *M. orientalis* which have demonstrated resistance to extreme freezing in the spring of 2014 (k-41629, k-14953, k-29495, and others). In addition to the wild forms, of great interest are local Caucasian varieties sharing many biological and economic characteristics with *M. orientalis*. Thus, wild forms of *M. orientalis* as well as local varieties from the Caucasus are a unique reserve of sources of valuable traits useful for breeders.

Введение

Н. И. Вавилов на основе теории интродукции положил начало созданию мировой коллекции растений, включая местные селекционные сорта, а также дикорастущие виды как источники ценных генов для селекции. Майкопская опытная станция является одним из наиболее крупных эколого-географических филиалов ВИР, где сконцентрирована и сохраняется *ex-situ* наиболее полная по генетическому разнообразию коллекция дикорастущих видов яблони, насчитывающая в настоящее время более 300 видовобразцов из всех центров происхождения. В соответствии с системой В. Т. Лангенфельда (Langenfeld, 1991), в коллекции представлены секции *Docyniopsis* С.К. Schneid., *Sorbomalus* Zabel., *Chloromeles* (Decne) Rehd., *Gymnomeles* Koehne и *Malus*. Уникальная коллекция привлекает все большее внимание отечественных и зарубежных селекционеров, так как обладает большими потенциальными возможностями для обеспечения селекции новыми источниками и донорами ценных хозяйственно-биологических признаков.

Материалы и методы

Филиал Майкопская опытная станция ВИР расположен в оптимальной климатической зоне Кавказского центра происхождения яблони восточной – *Malus orientalis* (Uglitz.) Juz. В соответствии с системой В. Т. Лангенфельда (Langenfeld, 1991), яблоня восточная входит в секцию *Malus* (яблони Настоящие) и представлена в коллекции большим разнообразием форм, собранных сотрудниками станции и ВИР в результате многочисленных экспедиций по Кавказу, включая республики Северного Кавказа (Адыгея – 15 форм, Кабардино-Балкария – 5, Карачаево-Черкессия – 14, Северная Осетия – 23, Дагестан – 6, Чеченская республика – 14) и Закавказья (Азербайджан – 6 форм, Армения – 4, Грузия – 18). Всего в коллекции сейчас насчитывается 105 образцов яблони восточной. Изучение форм яблони восточной коллекции ВИР, включая фенологию, оценку устойчивости к болезням, урожайность и другие показатели, проводили согласно методическим указаниям ВИР» (Nesterov, 1986), а также в соответствии с методикой Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (Program and methodology..., 1999).

Результаты и обсуждение

Представленные в коллекции формы яблони восточной значительно различаются по морфологическим, биологическим и хозяйственным признакам. Общим для многих из них является позднее вступление в стадию плодоношения, высокая, но периодическая урожайность, длительная лежкость плодов, повышенное содержание аскорбиновой кислоты и другие качества. Плоды чаще имеют округлую или плоскоокруглую форму, зеленовато-желтый цвет кожицы, размер 2–4 см в диаметре. Вкус в основном кислый с горечью и терпкостью. Нередко бывают и исключения. Некоторые формы выделяются ярко выраженной ребристостью плодов. Среди них образцы из Азербайджана (к-41632 и к-41633), Кабардино-Балкарии (к-29462), Дагестана (к-29464), Чечни (к-43188), Грузии (к-17984) и другие. Кроме того, некоторые образцы (около 10%) отличаются красной окраской кожицы плодов. По данным В. В. Пономаренко (Ponomarenko V. V., Ponomarenko K. V., 2013), чаще всего это характерно для образцов из высокогорных районов произрастания. Неслучайно, больше всего красноплодных форм собрано в Грузии (к-17990, к-41635, к-17984 и др.) на высоте от 955 до 1760 метров над уровнем моря, а также в Азербайджане (к-41632), Дагестане (к-29460) и других регионах. Имеются и крупноплодные формы (к-14956, к-17990 и др.). Кроме того, выделено 16 форм, отличающихся красивой пирамидальной формой кроны (к-14955, к-41629, к-9049 из Грузии; к-29468, к-29478 – из Адыгеи; к-29439 – из Карачаево-Черкессии и др.). В процессе изучения коллекции *M. orientalis* выделены формы, обладающие высокой урожайностью, устойчивостью к болезням, поздними сроками цветения и другими ценными признаками для последующего селекционного использования (табл. 1–3). В таблицах указаны места сбора образцов, высота над уровнем моря. Кроме того, дана характеристика плодов (средняя масса, вкус), а также отличительные особенности выделенных форм.

В таблице 1 представлены высокоурожайные формы яблони восточной, собранные в различных регионах Кавказа на высоте от 300 до 1720 метров над уровнем моря. Среди них 3 формы из Грузии, 4 – из Адыгеи, а также из Чечни, Армении и Северной Осетии. Многие из них обладают и

другими ценными качествами. Так, большинство представленных в таблице форм отличаются поздними сроками цветения и устойчивостью к весенним заморозкам (к-17985 и к-14956 из Грузии; к-2339, к-43194, к-29470 из Адыгеи и др.). Некоторые формы имеют кисло-сладкий вкус плодов и вполне пригодны для переработки и консервирования (к-43192, к-14952 и др.). Кроме того, две формы (к-14952 из Армении и к-14956 из Грузии) обладают устойчивостью к болезням.

Таблица 1. Высокоурожайные формы *Malus orientalis*
Table 1. High-yielding forms of *Malus orientalis*

№ каталога ВИР	Название образца	Место сбора	Высота над уровнем моря (м)	Средняя масса плодов (г)	Вкус плодов (балл)	Характерные признаки
41630	<i>M. orientalis</i> 79-54	Грузия	1720	25,0	2,0	Крона пирамидальная; позднее цветение
41634	<i>M. orientalis</i> 79-43	Грузия	350	18,9	3,0	Дерево слаборослое; плоды красные
14956	<i>M. orientalis</i> 85-47	Грузия	-	40,2	2,5	Позднее цветение; плоды крупные, красные
2339	<i>M. orientalis</i> 75	Адыгея	300	14,2	2,5	Дерево мощное, раскидистое; позднее цветение
29496	<i>M. orientalis</i> 76	Адыгея	320	14,0	2,0	Крона раскидистая; плоды очень ребристые
43194	<i>M. orientalis</i> Бел. 1	Адыгея	300	14,2	2,0	Крона овальная; позднее цветение
29470	<i>M. orientalis</i> 69-99	Адыгея	410	14,5	2,5	Дерево слаборослое; позднее цветение
43172	<i>M. orientalis</i> ОС-9	Северная Осетия	600	12,6	2,0	Плоды очень мелкие; слабо ребристые
43192	<i>M. orientalis</i> . Ч-18	Чечня	500	23,5	3,0	Крона пирамидальная; позднее цветение
14952	<i>M. orientalis</i> 85-32	Армения	-	22,5	3,0	Устойчивость к парше

В результате многолетнего изучения устойчивости коллекционных форм *M. orientalis* к болезням установлено, что наиболее распространенной и вредоносной из них является парша – *Ventura inaequalis* (Cooke) Wint., особенно на листьях, тогда как плоды более устойчивы к поражению. Степень поражения паршой в большой мере зависит от условий влажности в весенний период. За последние годы наиболее провокационной была весна 2011 г., когда количество осадков в мае превысило среднееголетние показатели более, чем в 2 раза и составило 173 мм. При этом степень развития парши достигла 65,4%.

В таблице 2 представлено 14 форм *M. orientalis*, выделенных по результатам многолетнего изучения на устойчивость к парше. Больше половины из них собраны в Грузии в горных районах на высоте от 920 до 1760 метров над ур. м. моря (к-17982, к-17985 и др.). Некоторые устойчивые формы характеризуются, кроме того, поздними сроками цветения и устойчивостью к весенним

заморозкам. Среди них образцы из Карачаево-Черкессии (к-29495, к-29437), Адыгеи (к-29483), Азербайджана (к-17979), Грузии (к-14953, к-14956) и другие.

Значительно слабее яблоня восточная поражается таким распространенным заболеванием как мучнистая роса – *Phodosphaera leucotricha* Salm. Характерной особенностью различных форм *M. orientalis* является также более высокая по сравнению с другими видами и культурными сортами устойчивость к плодовой гнили – *Monilia fructigena* Pers., поэтому опавшие плоды способны долго лежать на земле не сгнивая. Одна из причин устойчивости, по-видимому, – наличие плотной кожицы, что защищает ее от повреждений и препятствует проникновению инфекции *M. fructigena*. Кроме того, яблоня восточная значительно более устойчива к филлостиктозной пятнистости листьев – *Phyllosticta mali* Pr. et Del., которая за последние годы резко усилила свою вредоносность и в сильной степени проявилась на многих дикорастущих видах яблони из

секций *Sorbomalus* и *Chloromeles* (Barsukova, 2015).

Следует отметить, что климатические условия Северного Кавказа отличаются резкими температурными контрастами в зимне-весенний период, когда длительные периоды потепления, особенно в феврале, провоцируют некоторые сорта и виды яблони к преждевременному выходу из периода по-

кой, что приводит к последующему подмерзанию весной, особенно при поздних заморозках. Поэтому так актуальна проблема создания сортов с более поздними сроками цветения и устойчивостью к весенним заморозкам. В результате изучения коллекции *M. orientalis* выделены формы, которые могут служить источниками этих признаков для селекции (табл. 3).

Таблица 2. Формы *Malus orientalis* устойчивые к парше (*Ventura inaequalis*)
Table 2. Form of *Malus orientalis* resistant to scab (*Ventura inaequalis*)

№ каталога ВИР	Название образца	Место сбора	Высота над уровнем моря (м)	Средняя масса плодов (г)	Вкус плодов (балл)	Характерные признаки
41635	<i>M. orientalis</i> 81-06	Грузия	955	35,2	3,5	Крона раскидистая; плоды красные
17982	<i>M. orientalis</i> 81-14	Грузия	920	24,0	2,5	Крона овальная; плоды с румянцем
17984	<i>M. orientalis</i> 81-22	Грузия	1760	20,5	2,0	Дерево слаборослое; плоды очень ребристые
17985	<i>M. orientalis</i> 81-25	Грузия	1730	19,2	2,0	Дерево слаборослое, урожайное
17990	<i>M. orientalis</i> 81-36	Грузия	1470	35,7	2,5	Крона пирамидальная; плоды красные
14953	<i>M. orientalis</i> 85-36	Грузия	-	18,3	3,0	Позднее цветение
14956	<i>M. orientalis</i> 85-47	Грузия	-	40,2	2,5	Высокая урожайность; плоды крупные красные
29456	<i>M. orientalis</i> 67-219	Кабардино-Балкария	820	12,0	2,0	Плоды очень мелкие, бугорчатые
41633	<i>M. orientalis</i> 79-32	Азербайджан	1050	18,3	2,0	Дерево слаборослое; плоды очень ребристые
17979	<i>M. orientalis</i> 81-08	Азербайджан	680	35,5	3,5	Очень позднее цветение
14950	<i>M. orientalis</i> 85-23	Армения	-	15,0	2,5	Крона широко-округлая; плоды ребристые
29495	<i>M. orientalis</i> 75-03	Карачаево-Черкессия	1850	16,2	2,0	Позднее цветение; плоды удлиненные
29437	<i>M. orientalis</i> 75-04	Карачаево-Черкессия	1945	16,5	2,0	Позднее цветение
29483	<i>M. orientalis</i> 74-10	Адыгея	1080	20,2	2,0	Крона овальная; позднее цветение

Наиболее аномальные за последние годы погодные условия отмечены в зимне-весенний период 2014 г. Так, среднемесячная температура в феврале и марте составила 1,6 ... 6,8°C при среднемноголетней – 0,3 ... 4,2°C соответственно, что спровоцировало более раннее начало вегетации у некоторых видов-образцов. Но в конце марта произошло резкое понижение температуры (до –18°C на поверхности и –8°C на уровне 2-х метров). Особенно пострадали в этот период виды из секции ягодных яблонь (*Gymnomeles*). У некоторых форм *M. baccata* (L.) Vorkh. в это время была отмечена уже стадия розового бутона и даже начало цветения. Сильно пострадали также некоторые виды из секции

рябиновидных яблонь (*Sorbomalus*) – *M. sargentii* Rehd., *M. sieboldii* (Rgl.) Rehd. и другие. У них произошло подмерзание нижних и даже средних скелетных ветвей. В отличие от них яблоня восточная проявила значительно более высокую устойчивость к заморозку. У многих коллекционных форм *M. orientalis* перед похолоданием было отмечено только начало выдвижения бутонов. Проведенная затем оценка степени подмерзания показала незначительное повреждение образцов, которое составило в среднем 1,1 балла. В основном наблюдалось подмерзание однолетних приростов на нижних и частично средних ярусах деревьев. В апреле, после наступления теплой погоды, у многих

образцов отмечено массовое цветение в среднем и верхнем ярусе деревьев. Прежде всего, это относится к поздноцветущим формам, обладающим повышенной устойчивостью к экстремальным весенним заморозкам (см. табл. 3). Из 16-ти представленных в таблице образцов большинство собрано в высокогорных районах Карачаево-Черкессии, а также в Грузии, Кабардино-Балкарии на высоте от 1100 до 1945 м над ур. м, где произошел

естественный отбор этих поздноцветущих форм. Кроме того, 5 форм собрано в Адыгее на высоте от 300 до 1250 м над ур. м. Среди представленных в таблице форм 7 обладают, кроме того, устойчивостью к парше (к-14953, к-41629, к-29495 и др.). Высокой урожайностью характеризуются некоторые формы из Адыгеи (к-43194, к-29470), Грузии (к-41630, к-14956), Кабардино-Балкарии (к-29462), Армении (к-14952), Чечни (к-43192).

Таблица 3. Поздноцветущие формы *Malus orientalis*
Table 3. Late-flowering forms of *Malus orientalis*

№ каталога ВИР	Название образца	Место сбора	Высота над уровнем моря (м)	Средняя масса плодов (г)	Вкус плодов (балл)	Характерные признаки
41629	<i>M. orientalis</i> 79-56	Грузия	1750	15,2	3,0	Крона узкопирамидальная; устойчивость к парше
14953	<i>M. orientalis</i> 85-36	Грузия	-	18,3	3,0	Устойчивость к парше
14956	<i>M. orientalis</i> 85-47	Грузия	-	40,2	2,5	Высокая урожайность; плоды крупные красные
41630	<i>M. orientalis</i> . 79-54	Грузия	1720	25,0	2,0	Дерево высокорослое, пирамидальное
29495	<i>M. orientalis</i> 75-03	Карачаево-Черкессия	1850	16,2	2,0	Устойчивость к парше; плоды удлиненные
29437	<i>M. orientalis</i> 75-04	Карачаево-Черкессия	1945	16,5	2,0	Дерево высокорослое, овальное; устойчивость к парше
29442	<i>M. orientalis</i> 67-16	Карачаево-Черкессия	1100	28,5	2,0	Дерево мощное, округлое
29462	<i>M. orientalis</i> 67-246	Кабардино-Балкария	1400	26,4	2,5	Крона раскидистая; высокая урожайность
17979	<i>M. orientalis</i> 81-08	Азербайджан	680	35,5	3,5	Крона овальная; устойчивость к парше
2339	<i>M. orientalis</i> 75	Адыгея	300	14,2	2,5	Высокая урожайность
29470	<i>M. orientalis</i> 69-99	Адыгея	410	14,5	2,5	Дерево слаборослое; высокая урожайность
29483	<i>M. orientalis</i> 74-10	Адыгея	1080	20,2	2,0	Крона овальная; устойчивость к парше
29473	<i>M. orientalis</i> 74-06	Адыгея	1250	23,3	2,0	Дерево высокорослое, овальное
43194	<i>M. orientalis</i> Бел. 1	Адыгея	300	14,2	2,0	Высокая урожайность
14952	<i>M. orientalis</i> 85-32	Армения	-	22,5	3,0	Устойчивость к парше; высокая урожайность
43192	<i>M. orientalis</i> Ч-18	Чечня	-	23,5	3,0	Высокая урожайность

Ниже дается краткое описание некоторых форм яблони восточной, обладающих комплексом ценных биологических и хозяйственных признаков для использования в селекции.

***M. orientalis* 81-08 (к-17979)**, Азербайджан. Деревья сильнорослые, крона овальная. Цветение очень позднее, проходит обычно в первой декаде мая. Урожайность высокая, но периодичная. Плоды зеленые, плоско-округлые, диаметр 3,5–4,2 см. Вкус кисло-сладкий, вяжущий. Содержание су-

хих веществ 13,7%, сахаров – 9,6%, аскорбиновой кислоты – 18,2 мг%. Устойчив к парше.

***M. orientalis* 85-36 (к-14953)**, Грузия. Деревья среднерослые, крона густая, очень облиственная. Плоды плоско-округлые, зеленые, слабо ребристые, в диаметре 3,0–3,5 см. Вкус кислый с горечью. Содержание сухих веществ – 19,7%, сахаров – 9,5%, аскорбиновой кислоты – 16,7 мг%. Характеризуется высокой урожайностью и устойчивостью к болезням.

***M. orientalis* 85-47 (к-14956)**, Грузия. Деревья среднерослые, крона округлая. Плоды довольно крупные (в диаметре 3,3–4,5 см), плоско-округлые, красные. Вкус кисло-сладкий, вяжущий. Содержание сухих веществ – 15,3%, сахаров – 8,5%, аскорбиновой кислоты – 17,1 мг%. Образец отличается устойчивостью к болезням, высокой урожайностью, а также устойчивостью к весенним заморозкам.

***M. orientalis* 69-99 (к-29470)**, Адыгея. Деревья слаборослые, крона густая, округлая. Плоды плоско-округлые, мелкие (диаметр 2,7–3,0 см), кислые, желтовато-зеленые с сильным ароматом. Содержание сухих веществ – 18,4%, сахаров – 7,8%, аскорбиновой кислоты – 13,5 мг%. Характеризуется высокой урожайностью и поздними сроками цветения. Кроме дикорастущих видов большой интерес представляет также местные кавказские сорта, которые имеют много общих морфологических и биологических признаков с *M. orientalis* (поздние сроки цветения, высокая продуктивность, длительная лежкость плодов и другие). Кроме того, многие местные сорта, особенно из Закавказья, обладают высоким уровнем резистентности к болезням. Количество устойчивых к парше среди них составляет 60% (Barsukova, 1993). Среди них – ‘Мехти Джары’, ‘Акалма’, ‘Джир Гаджи’, ‘Кехура’, ‘Грузинский Синап’, ‘Ркина Вашли’ и другие. В их происхождении, по-видимому, участвовали устойчивые формы *M. orientalis*. Выделены также некоторые местные сорта северокавказского региона – ‘Столбовка’, ‘Репанка’, ‘Шивиревка’, ‘Зимовка’, обладающие комплексной устойчивостью к болезням. Но особого внимания заслуживают староместные «черкесские» сорта яблони. Н. И. Вавилов (Vavilov, 1931) также отмечал ценные

качества черкесских сортов яблони и груши, особенно их высокую продуктивность и холодостойкость. Наиболее полная работа по этой теме принадлежит М. А. Тхагушеву (Thagushev, 1948), который дал хозяйственную характеристику наиболее известным черкесским сортам и установил места, где они еще сохранились на Черноморском побережье и в республике Адыгея.

Из черкесских сортов, изученных на станции, следует отметить сорт ‘Пшахазез’ (‘Агуемий’, ‘Розмарин Черкесский’) зимнего срока созревания, с высокой продуктивностью и устойчивостью к болезням, имеющий плоды кисло-сладкого вкуса, хранящиеся до середины апреля, а также сорт ‘Псибашхамий’ (‘Синап черкесский сладкий’), отличающийся поздними сроками цветения, зимостойкостью, высокой продуктивностью, плодами кисло-сладкого вкуса и способностью храниться до мая-июня месяца. Недостатком этих сортов являются посредственный вкус плодов и поздние сроки вступления в период плодоношения.

Заключение

Дикорастущие формы *M. orientalis*, а также местные сорта Кавказа, собранные в коллекции филиала Майкопская опытная станция ВИР, содержат источники таких ценных признаков, как высокая продуктивность, зимостойкость, устойчивость к болезням, длительная лежкость и транспортабельность плодов, повышенное содержание аскорбиновой кислоты и другие качества, которые могут быть использованы в различных селекционных программах при создании новых сортов.

References/Литература

- Barsukova O. N. The gene pool of the genus *Malus* Mill. and its immunological characteristics for the purposes of breeding (Genofond roda *Malus* Mill. i ego immunologicheskaja karakteristika dlja celej selekcii). St. Peterburg, 1993, 48 p. [in Russian] (Барсукова О. Н. Генофонд рода *Malus* Mill. и его иммунологическая характеристика для целей селекции. СПб., 1993, 48 с.).
- Barsukova O. N. Comparative evaluation of resistance of wild species of the Apple to brown leaf spot (Ph. Mali Pr. et Del.) (Sravnitel'naja ocenka ustojchivosti dikorastushhih vidov jabloni k buroj pjatnistosti list'ev (Ph. Mali Pr. et Del.). Orel, 2015, vol. 2, pp. 17–19 [in Russian] (Барсукова О. Н. Сравнительная оценка устойчивости дикорастущих видов яблони к бурой пятнистости листьев (Ph. Mali Pr. et Del.). Орел, 2015. Т. 2. С. 17–19).
- Vavilov N. I. Wild relatives of fruit trees of the Asian part of USSR and Caucasus and the problem of origin of fruit trees (Dikie rodichi plodovyh derev'ev aziatskoj chasti SSSR i Kavkaza i problema proishozhdenija plodovyh derev'ev). Leningrad, 1931, vol. 24, iss. 3, pp. 85–107 [in Russian] (Вавилов Н. И. Дикие родичи плодовых деревьев азиатской части СССР и Кавказа и проблема происхождения плодовых деревьев. Л., 1931. Т. 24. Вып. 3. С. 85–107).
- Langenfeld V. T. Apple-trees. Morphological evolution, phylogeny, systematics. Riga: Zinatne,

- 1991, 230 p. [in Russian] (*Лангенфельд В. Т.* Яблоня. Морфологическая эволюция, филогения, география, систематика. Рига: Зинатне, 1991. 230 с.).
- Nesterov Ya. S.* Studu of collection of fruit cultures and exposure of sorts of intensive type (Izuchenie kolekcii semechkovykh kultur i vyavlenie sortov intensivnogo tipa). Metodicheskie ukazaniya – The Metodical pointing. Leningrad: VIR, 1986, 160 p. [in Russian] (*Нестеров Я. С.* Изучение коллекции семечковых культур и выявление сортов интенсивного типа. Методические указания. Л.: ВИР, 1986. 160 с.).
- Program and methodology of the study of fruit, berry and nut crops (Programma i metodika izucheniya kolekcii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur) / Ed. 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, Т.П. Огольцовой.* Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.).
- Ponomarenko V. V., Ponomarenko K. V.* The gene pool species of the genus *Malus* Mill. Apple. (Genofond roda *Malus* Mill. Jablonja). St. Petersburg, 2013, 218 p. [in Russian] (*Пономаренко В.В., Пономаренко К.В.* Генофонд видов рода *Malus* Mill. Яблоня. СПб., 2013. 218 с.).
- Thagushev N. A.* The Adyghe (Circassian) varieties of Apple and Pear. (Adygejskie (cherkesskie) sorta jabloni i grushi). Майкоп, 1948, 144 p.) [in Russian] (*Тхагушев Н.А.* Адыгейские (черкесские) сорта яблони и груши. Майкоп. 1948. 144 с.).

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-50-58

УДК: 633.16:631.52

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**О. Б. Батакова,
В. А. Корелина**

Приморский филиал
Федерального исследователь-
ского центра комплексного
изучения Арктики
Российской академии наук
АРХНИИсх
163032, Россия,
Архангельская обл.,
Приморский район,
п. Луговой, д.10,
e-mail: ksoch00@mail.ru;
obb05@bk.ru

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО (*HORDEUM VULGARE* L.) В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РФ

Актуальность. Выведение новых, более адаптированных и, вместе с тем, высокопродуктивных сортов для зоны Европейского Севера – трудная задача, требующая больших затрат труда и времени селекционеров. Поэтому в статье представлены основные элементы структуры урожая, влияющие на продуктивность ярового ячменя в условиях Крайнего Севера РФ. Материал и методика. Селекционная работа с культурой проводилась согласно методическим указаниям по селекции ячменя и овса М. В. Лукьяновой и др., математическая обработка данных по методике полевого опыта Б. А. Доспехова. Экспериментальная работа по изучению элементов структуры урожая проводилась в полевых условиях ФГУП «Котласское». Результаты и выводы. Показаны результаты изучения элементов структуры урожая на основе выделенных образцов ярового ячменя в питомнике конкурсного сортоиспытания, при различных агрометеоусловиях за период 2014–2016 гг. в сравнении со стандартом ‘Дина’. Представлена величина показателей и размах изменчивости элементов структуры урожая ярового ячменя высокопродуктивных двурядных образцов за годы исследований. Отбор наиболее ценных в хозяйственном отношении растений можно проводить не только по продуктивности, но и по элементам структуры урожая. Проведен корреляционный анализ между элементами структуры урожая, продуктивностью и длиной вегетационного периода. Приоритетные элементы структуры урожая в условиях Крайнего Севера – это продуктивная кустистость, масса 1000 зерен, длина колоса. Важную роль играет длина вегетационного периода, которая напрямую коррелирует с продуктивностью.

Ключевые слова:

*селекция, урожайность, про-
дуктивная кустистость,
озерненность колоса, масса
1000 зерен, число колосков в
колосе, число зерен в колосе,
плотность колоса, масса
зерна с главного колоса*

Поступление:

18.04.2017

Принято:

21.08.2017

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-50-58

ORIGINAL ARTICLE

**O. B. Batakova,
V. A. Korelina**

Arkhangelsk Research Institute
of Agriculture,
Maritime Branch
of the Federal Research
Center for Integrated Studies
of the Arctic,
10 Lugovoy Settlement,
Primorsky District,
Arkhangelsk Province,
163032, Russia
e-mail: ksoch00@mail.ru;
obb05@bk.ru

THE EFFECT OF YIELD STRUCTURE ELEMENTS ON SPRING BARLEY (*HORDEUM VULGARE* L.) PRODUCTIVITY IN THE ENVIRONMENTS OF RUSSIA'S EXTREME NORTH

Background. Development of new, more adapted and, at the same time, high-yielding cultivars for the Extreme North zone is a challenging task requiring from breeders a great deal of labor and time. Therefore, the article presents major elements of the yield structure producing certain effect on the productivity of spring barley in the environments of the Russian Extreme North. Materials and methods. Breeding practice with this crop followed the guidelines on barley and oat breeding published by M. V. Lukyanova *et al.*; mathematical data processing was accomplished in accordance with the field experiment methods by B. A. Dospekhov. Experimental work aimed to research yield structure elements was performed in the field at the *Kotlaskoye* Federal Unitarian Enterprise. Results and conclusions. The results of studying yield structure elements in the identified spring barley accessions at the competitive variety testing nursery are shown under different agronomic conditions for the period of 2014–2016 and compared with the reference variety 'Dina'. The value of these parameters and the scope of variation in yield structure elements are presented for high-yielding two-row spring barley accessions over the years of research. The most economically valuable plants may be selected according to not only their productivity but also yield structure elements. Correlation analysis was carried out between yield structure elements, productivity, and duration of the growing season. Priority elements of yield structure in the Extreme North environments are: productive tillering, 1000 grain weight, and ear length. Another important factor is the duration of the growing season which correlates directly with productivity.

Key words:

breeding, yield, productive tillering, grain weight per ear, 1000 grain weight, number of spikelets per spike, number of grains per ear, grain weight per main ear

Received:

18.04.2017

Accepted:

21.08.2017

Введение

Одна из основных задач селекции ячменя в условиях Европейского Севера – это создание высокоурожайных и скороспелых сортов. Один из главных признаков, характеризующих хозяйственно-экономическую ценность таких сортов, является зерновая урожайность, которая в свою очередь зависит от многих элементов продуктивности. Элементы структуры урожая в той или иной степени отражают величину урожайности сортов ячменя. Структура урожая определяется – продуктивной кустистостью, массой зерна с главного колоса, длиной колоса, числом колосков в колосе, числом зерен в колосе, плотностью колоса, массой 1000 зерен. На основании многолетних исследований И. И. Ковтунова и др. установлено, что урожайность зерновых колосовых культур состоит из трех элементов: плотности продуктивного стеблестоя, числа зерен в колосе и массы 1000 зерен. Считается, что продуктивность на 50% определяется плотностью продуктивного стеблестоя, на 25% – озерненностью колоса и на 25% – массой 1000 зерен. По данным В. И. Кочурко, для получения высокого урожая зерновых культур необходимо иметь 500 продуктивных стеблей на 1 м². Недостаточная густота продуктивного стеблестоя не может быть компенсирована за счет высокой озерненности отдельного колоса. Плотность ценоза растений ячменя на единице площади и способность их к кущению являются основным фактором формирования продуктивного стеблестоя (Ryndin, 2002).

В связи с этим представляется необходимым выделить элементы структуры урожая, приоритетные с точки зрения повышения урожайности селекционным методом, которым следует руководствоваться при отборе элитных растений, подборе пар для скрещивания, а также при определении общей стратегии селекционной работы на определенный период времени. Знание элементов структуры урожая ячменя имеет существенное значение для рациональной организации селекции (Hramyisheva, 1979; Trofimovskaya, Lukyanova, 1986). Основные элементы структуры урожая формируются в процессе роста и развития растений и в значительной степени регулируются биологическими особенностями сорта, погодными условиями, складывающимися при их выращивании, и обеспеченностью растений элементами минерального питания, в первую

очередь, азотом. Ранее было отмечено, что изучаемые сорта, выращиваемые на одинаковом фоне и схожих погодных условиях, формировали различную густоту стояния растений и их кустистость. Следует отметить, что урожайность ячменя в значительной степени зависит от складывающихся погодных условий и способности формировать в оптимальные сроки дружные и жизнеспособные всходы.

Материалы и методы

Селекционная работа с культурой проводилась по традиционной схеме: питомник исходного материала – селекционные питомники – питомники испытания, согласно методическим указаниям по селекции ячменя и овса М. В. Лукьяновой, Н. А. Родионовой и А. Ф. Трофимовской (Lukyanova et al., 1973), математическая обработка данных – по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (Dospikhov, 1985).

Исходный материал создан методом многоступенчатой внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором (рис. 1). В питомнике конкурсного сортоиспытания за период 2014–2016 гг. на изучении находилось четыре образца ярого ячменя разновидности *nutans*: к–036916 (Elrose × Tustofte Prenicelyg), к–036982 {Gardan × (Stange × Дина)}, к–037396 (Kara × Jo 0919), к–037120 (Днепропетровский 85 × Дина). Сорт-стандарт – ‘Дина’ (табл. 1).

Опытный участок был расположен в селекционном севообороте на площади 1,0 гектара. Посев культур проводился в ранние сроки (7–17 мая) при достижении физической спелости почвы в питомнике конкурсного сортоиспытания сеялкой СКС-6-10, обычным рядовым способом с нормой высева 5 млн шт. всхожих семян на 1 га, на глубину 3–4 см. Площадь делянок 10 м². Сорта в 4-х повторениях размещены методом рендомизации.

В процессе исследований вели фенологические наблюдения, определяли полевую всхожесть, влияние основных биотических и абиотических факторов среды, высоту растений, основные элементы структуры урожая и урожайность. В питомнике конкурсного сортоиспытания учитывалась густота стояния растений на пробных метрочках во время полных всходов и перед уборкой.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались между собой как по температурному режиму, так и

по количеству выпавших осадков. Распределение осадков было крайне неравномерным. 2014 год был благоприятным для развития и роста сельскохозяйственных культур, так как не было дефицита влаги в почве и резкого перепада положительных температур.

Вегетационный период 2015 г. был по среднесуточной температуре на 1,0 градус выше нормы, количество осадков на 22% выше нормы. Наибольшее количество осадков выпало в период налива и созревания зерна – третьей декаде июля (до 273%) и в первой и второй декадах августа (до 206%), что привело к высокой полегаемости и затруднило уборку урожая.

Вегетационный период 2016 г. был по среднесуточной температуре на 2,3°C выше нормы, по количеству осадков – 93% от нормы. При этом наибольшее количество осадков выпало в первой и третьей декадах

июля. Вегетационный период 2016 г. из-за засушливого мая и первой половины июня был неблагоприятным для развития растений, но большое количество осадков, выпавших в период налива и созревания зерна, позволили получить достаточно хорошую урожайность.

Результаты изучения

В питомнике конкурсного сортоиспытания за период 2014–2016 гг. на изучении находилось 4 образца ярового ячменя разновидности *nutans* (табл. 1) выделявшихся по продуктивности: к–036916 (Elrose × Tustofte Prenicelyg) – 5,5 т/га, к–036982 {Gardan × (Stange × Дина)} – 5,5 т/га; к–037396 (Kara × Jo 0919) – 5,9 т/га; к–037120 (Днепропетровский 85 × Дина) – 6,0 т/га, в сравнении с сортом-стандартом ‘Дина’.



Рис. 1. Селекционные посевы ярового ячменя (Архангельский НИИСХ, 2016 г.)
Fig. 1. Breeding crops of spring barley (Arkhangelsk Res. Inst. of Agric., 2016)

Таблица 1. Характеристика высокопродуктивных образцов ячменя ярового в условиях Крайнего Севера (2014–2016 гг.; Котлас)

Table 1. Characteristics of high-yielding accessions of spring barley in the Extreme North environments (2014–2016; Kotlas)

Образцы	Год изучения	Урожайность, т/га	Отношение к стандарту Дина, %	Вегетационный период, дни	Масса 1000 зерен, г.	Густота стояния, шт.
Дина (стандарт)	2014	5,2	–	84	50,0	37
	2015	4,7	–	79	50,2	42
	2016	3,4	–	71	51,8	58
	среднее	4,4		79	51,0	45,6
к–036916 <i>Elrose</i> × <i>Tustofte Prenicelyg</i>	2014	6,4	123	84	49,2	45
	2015	5,8	123	80	51,1	67
	2016	4,4	129	73	50,1	56
	среднее	5,5	125	79	50,60	56
к–039982 { <i>Gardan</i> × (<i>Stange</i> × Дина)}	2014	6,2	119	84	45,5	40
	2015	6,1	130	70	51,7	63
	2016	4,3	126	69	48,1	37
	среднее	5,5	125	74	49,9	46,7
к–037396 (<i>Kara</i> × <i>Jo 0919</i>)	2014	7,1	137	88	51,0	63
	2015	6,6	140	79	52,5	53
	2016	3,9	115	73	51,7	66
	среднее	5,9	134	80	51,73	60,7
к–037120 (Днепропетровский 85 × Дина)	2014	7	135	85	52,3	63
	2015	7,1	151	79	55,3	52
	2016	4,0	118	71	53,9	47
	среднее	6,0	136	78	53,83	54
НСР ₀₅ –	2014	0,57	–	–	–	–
	2015	0,82	–	–	–	–
	2016	0,72	–	–	–	–
	среднее	0,7	–	–	1,25	8,11

Длина вегетационного периода составила в 2014 г. от 81 до 84, в 2015 г. – от 70 до 79, в 2016 г. – от 69 до 73 дней.

В питомнике конкурсного сортоиспытания проведен структурный анализ (табл. 2).

Продуктивная кустистость – один из важных признаков, определяющих урожайность. Продуктивная кустистость – число продуктивных стеблей на одном растении – наиболее подвержена колебаниям в зависимости от условий среды, а также является наследственной особенностью сорта (Merezhko, 1982; Rodina, Schennikova, 2002; Huaz, 2005; Ieropova, 2007). В наших опытах средний показатель продуктивной кустистости по изученному материалу за годы изучения составил 2,5 стебля и варьировал незначительно от 1,7 (слабая) до 3,3 (средняя). В сочетании с высокой продуктивностью в благоприятные годы по метеоусловиям высокий стеблестой формировал образец к-036982 {*Gardan* × (*Stange* × Дина)}. Показатель продуктивной кустистости у образца к-037396 (*Kara* × *Jo 0919*) был стабилен.

Параметры колоса. Продуктивность колоса является комплексным признаком и находится в прямой зависимости от числа зерен и их крупности (Rodina, Shchennikova, 2002).

Крупность зерна, выраженная через массу 1000 зерен, является одним из важнейших элементов структуры урожая. На данный признак оказывают значительное влияние погодные условия, нарушение влагообеспеченности и минерального питания растений в период формирования и налива зерна. При неблагоприятных погодных условиях происходит приостановка налива зерна, в результате формируется мелкое, шуплое зерно.

Стабильность массы 1000 зерен отражает устойчивость растений к экстремальным условиям. Воздушные засухи в период налива зерна приводят к резкому снижению крупности зерна. Большое значение имеют наследственные особенности сорта. В наших опытах по данному показателю выделен образец к–037120 (см. табл. 1), что соответствует средней массе 1000 зерен по «Международному классификатору СЭВ»

(International classifier..., 1983) и значимо превышает стандартный сорт 'Дина'. Самый высокий показатель массы 1000 зерен отмечен в 2015 г.

Таблица 2. Показатели элементов структуры урожая высокопродуктивных образцов ярового ячменя (2014–2016 гг.; Котлас)

Table 2. Indicators of yield structure elements for high-yielding accessions of spring barley (2014–2016; Kotlas)

Образцы		Урожайность, т/га	Продуктивная кустистость, шт.	Длина колоса, см	Масса зерна с главного колоса, г	Плотность колоса, чл. на 4 см, шт.
Дина (стандарт)	2014	5,2	2,0	7,0	1,01	6,9
	2015	4,7	2,8	7,9	1,04	6,2
	2016	3,4	2,6	7,7	1,14	5,6
	среднее	4,43	2,5	7,53	1,06	6,23
к-036916 <i>Elrose</i> × <i>Tustofte Prenicelyg</i>	2014	6,4	2,0	7,6	0,92	6,4
	2015	5,8	2,5	8,6	1,07	5,7
	2016	4,4	2,5	8,8	1,19	5,3
	среднее	5,53	2,33	8,33	1,06	5,80
к-039982 { <i>Gardan</i> × (<i>Stange</i> × <i>Дина</i>) }	2014	6,2	3,3	6,7	0,99	7,3
	2015	6,1	2,9	6,8	0,98	6,7
	2016	4,3	2,9	7,2	1,07	6
	среднее	5,53	3,03	6,9	1,01	6,67
к-037396 (<i>Kara</i> × <i>Jo 0919</i>)	2014	7,1	2,6	7,5	0,81	6,3
	2015	6,6	2,6	8,1	1,18	6,0
	2016	3,9	2,6	6,9	1,05	5,9
	среднее	5,87	2,6	7,5	1,01	6,10
к-037120 (<i>Днепропетровский 85</i> × <i>Дина</i>)	2014	7,0	1,7	6,9	0,93	7,0
	2015	7,1	2,4	7,1	1,00	5,9
	2016	4,0	1,9	7,4	1,18	6,0
	среднее	6,03	2	7,13	1,04	6,30
НСР ₀₅		0,95	0,31	0,48	0,07	0,39

Длина колоса так же влияет на продуктивность сорта, является генотипическим признаком сорта и не сильно меняется по годам. В неблагоприятные по климатическим условиям годы длина колоса уменьшается. Длина колоса среди двурядных образцов варьировала от 6,8 до 8,8 см. По длине колоса выделился образец: к-036916 – *Elrose* × *Tustofte Prenicelyg* (рис. 2, 3).

Озерненность колоса зависит от типа колоса, который формирует растение. Число колосков в колосе – мало изменчивый признак, который определяется генотипом растения. Озерненность и продуктивность колоса имеют высокую степень связи друг с другом. Поэтому данному признаку следует оказывать большое внимание в селекцион-

ной работе при подборе пар для скрещивания. Число зерен в колосе за годы изучения так же варьировало незначительно от 19,0 до 23,2 зерен, в благоприятные годы этот показатель был выше, и разница с неблагоприятными по климатическим условиям годами составляла 2–3 колоска.

Показатель массы зерна с главного колоса и продуктивность одного растения имеют довольно тесную связь с урожаем

зерна с единицы площади. Заключение В. И. Громачевского (Gromachevsky, 1958; 1966) для ячменя и П. П. Лукьяненко (Lukyanenko, 1971) для пшеницы подтверждают важность данных признаков в селекции на урожай. Продуктивность колоса является комплексным признаком и находится в прямой зависимости от числа зерен в колосе и их крупности. Минимальное значение массы зерна с колоса – 0,81 г, максимальное – 1,19 г.

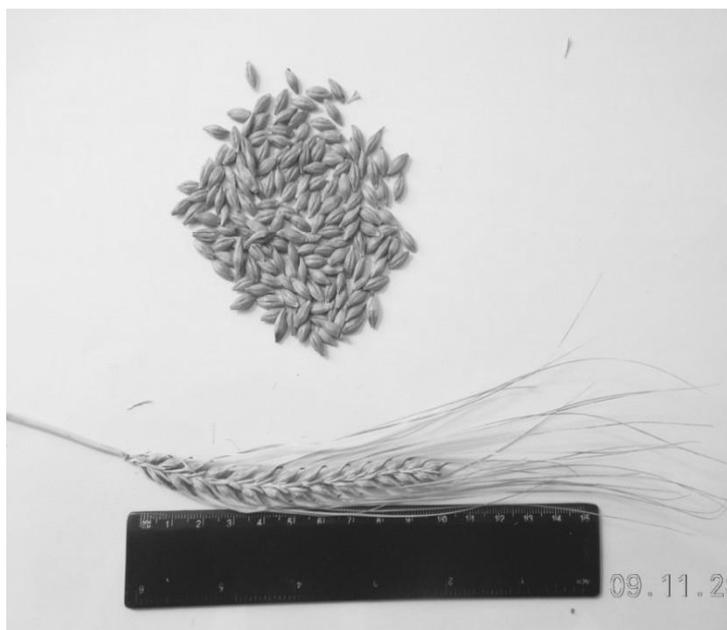


Рис. 2. Колос и зерно ярового ячменя к-036916

Fig. 2. Ear and grain of spring barley accession k-036916



Рис. 3. Растение ячменя к-036916

Fig. 3. A plant of barley accession k-036916

Все выделенные образцы по всем признакам соответствуют среднему показателю по «Международному классификатору СЭВ».

Плотность колоса – это сложный признак, который зависит от длины колоса и числа колосков в колосе. Этот показатель измеряется числом члеников колоса, укладываемых в 4 см. У двурядных ячменей плотность колоса варьировала от 5,3 до 7,3 чл. на 4 см. Плотность колоса, в зависимости от условий года менялась незначительно. По показателю плотность колоса выделился образец к-036982.

Структурный анализ показал, что, что у высокопродуктивных образцов отмечена незначительная амплитуда колебаний по всем показателям структуры урожая, очень больших отклонений от стандарта нет.

Проведен корреляционный анализ между урожайностью и признаками структуры урожая. В 2014 г. и 2015 гг. выявлена положи-

тельная корреляция между продуктивностью и массой 1000 зерен ($r = +0,51$). В 2016 г. выявлена значимая положительная корреляция продуктивности с продуктивной кустистостью ($r = +0,73$), длиной колоса ($r = +0,71$), массой 1000 зерен ($r = +0,60$) и длиной вегетационного периода ($r = +0,58$).

В результате проведенного анализа определено, что на урожайность в условиях Крайнего Севера влияет длина вегетационного периода, продуктивная кустистость и масса 1000 зерен (табл. 3).

При определении элементов структуры, обеспечивающих продуктивность ячменей, установлена существенная зависимость числа зерен в колосе с массой зерна с главного колоса, масса 1000 зерен с длиной колоса, с продуктивной кустистостью 1000 зерен. Установлена отрицательная корреляция между массой 1000 зерен и числом зерен в колосе.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между средними показателями элементами структуры урожая и продуктивностью ярового ячменя (2014–2016 гг.; Котлас)

Table 3. Correlation coefficients between the average indicators of yield structure elements and productivity of spring barley (2014–2016; Kotlas)

	Густота стояния	Масса 1000 зерен	Продуктивная кустистость	Длина колоса	Число зерен в колосе	Масса зерна с главного колоса	Плотность колоса	Вегетационный период
Урожайность	0,20	0,64	0,72	0,13	-0,09	-0,07	-0,14	0,69
Масса 1000 зерен			0,50	0,76	-0,78	-0,62	-0,32	0,34
Продуктивная кустистость				0,57	-0,32	-0,13	-0,30	0,05
Длина колоса					-0,39	-0,17	-0,49	0,11
Число зерен в колосе						0,92	0,20	-0,25
Масса зерна с главного колоса							0,06	-0,36
Плотность колоса чл. на 4 см								0,43

Отмечена отрицательная корреляция плотности колоса почти со всеми признаками структуры урожая.

Из результатов корреляционного анализа видно, что такие элементы структурного анализа как продуктивная кустистость, масса 1000 зерен, длина колоса и длина вегетационного периода, имеют значимую корреляционную зависимость. Эти элементы структуры урожая повышают продуктивность сорта в наших условиях. Таким образом, отбор наиболее ценных в хозяйственном отношении растений можно проводить не только по прямым, но и по косвенным признакам.

Заключение

В результате многоступенчатой внутривидовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором Архангельским НИИСХ созданы продуктивные образцы двурядного ярового ячменя. Использование корреляционного анализа позволило выявить приоритетные признаки структуры урожая для селекции в условиях Крайнего Севера РФ: скороспелость, продуктивная кустистость и масса 1000 зерен.

References/Литература

- Gromachevsky I. V.* Breeding and seed production of gray bread // Bulletin Krasnodar research Institute of agriculture, 1958, vol. 2–3, pp. 71–76 [in Russian] (*Громачевский В. И.* Селекция и семеноводство серых хлебов // Бюлл. научн.-техн. инф. Краснодарского НИИСХ. 1958. Вып. 2–3. С. 71–76).
- Gromashevsky V. I.* The Results of breeding winter wheat and spring barley in 50 years (1914–1964) in the Krasnodar Region. // Bulletin Krasnodar research Institute of agriculture, 1966, vol. II, pp. 71–94 [in Russian] (*Громачевский В. И.* Итоги селекции озимого и ярового ячменя за 50 лет (1914–1964) в Краснодарском Крае // Бюлл. научн.-техн. инф. Краснодарского НИИСХ. 1966. Вып. II. С. 71–94).
- Dospichov B. A.* Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p. [in Russian] (*Доспехов В. А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.).
- Ieronova V.* comprehensive assessment and selection of ecologically flexible forms of barley for the conditions of the Tyumen region. // Abstract of Diss. ... Cand. Agricultural Sciences. Tyumen, 2007, 23 p. [in Russian]. (*Иеронова В. В.* Комплексная оценка и подбор экологически пластичных форм ячменя для условий Тюменской области // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Тюмень, 2007. С. 7–23).
- Lukyanenko P. P.* On the acceleration of breeding new varieties of crops // Breeding and seed pro-

- duction, 1971, no. 4, pp. 11–12 [in Russian] (*Лукьяненко П. П.* Об ускорении селекции новых сортов зерновых культур // Селекция и семеноводство. 1971. № 4. С. 11–12).
- Lukyanova M. V., Rodionova N. A., Trofimovskaya A. Ya.* Guidelines for the study of world collection of barley and oats. Leningrad: VIR, 1973, 29 p. [in Russian] (*Лукьянова М. В., Родионова Н. А., Трофимовская А. Я.* Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л.: ВИР, 1973. 29 с.).
- International classifier of COMECON* (genus *Hordeum* L.) Leningrad: 1983, 53 p. [in Russian] (*Международный классификатор СЭВ (род *Hordeum* L.)* Л.: 1983, 53 с.).
- Merezhko V. E.* Photoperiodic response of barley and its inheritance // Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, 1982, vol. 73, iss. 1, pp. 28–36 [in Russian] (*Мережко В. Е.* Фотопериодическая реакция ячменя и особенности ее наследования // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1982. Т. 73. Вып. 1. С. 28–36).
- Rodina N. A., Shchennikova I. N.* The use of the world gene pool VNIIR them. N. And. Vavilov in breeding barley for resistance to acidic soils. // Health – nutrition – biological resources. Vol. 1. – Kirov, 2002, pp. 238–244 [in Russian]. (*Родина Н. А., Щенникова И. Н.* Использование мирового генофонда ВНИИР им. Н.И.Вавилова в селекции ячменя на устойчивость к кислым почвам. // Здоровье – питание – биологические ресурсы. Т. 1. Киров, 2002. С. 238–244).
- Ryndin S. N.* Assessment of initial material in breeding barley and the influence of growing methods on yield and quality of grain in forest-steppe of the Average Volga region // The Dissertation ... Cand. of Agricultural Sciences: 06.01.05, 06.01.09. Penza, 2002, 179 p. [in Russian] (*Рындин С. Н.* Оценка исходного материала в селекции ячменя и влияние приемов выращивания на урожай и качество зерна в лесостепи Среднего Поволжья // Диссертация ... канд. с.-х. наук: 06.01.05, 06.01.09. Пенза, 2002. 179 с.).
- Trofimovskaya A. Ya., Luk'yanova M. V.* Problems of barley breeding // Bulletin of VIR. – 1986. Iss. 44–45. pp. 56–57 [in Russian] (*Трофимовская А. Я., Лукьянова М. В.* Проблемы селекции ячменя // Бюлл. ВИР. 1986. Вып. 44–45. С. 56–57).
- Hramyisheva L. I.* Study of the elements of the yield structure of barley with the aim of creating highly productive source material // In: Breeding, seed production and cultivar agrotechnics of agricultural crops. Leningrad, 1979, pp. 82–87 [in Russian] (*Храмышева Л. И.* Изучение элементов структуры урожая ячменя с целью создания высокопродуктивного исходного материала // В кн.: Селекция, семеноводство и сортовая агротехника с.-х. культур. Л., 1979. С. 82–87).
- Huaz S. H.* Physiological characteristics of the main and lateral shoots of two-rowed varieties of barley in connection with productivity // Abstract Dis. ... Kand. of Agricultural Sciences. St. Petersburg, 2005, 18 p. [in Russian] (*Хуаз С. Х.* Физиологические характеристики главного и боковых побегов у сортов двурядного ячменя в связи с продуктивностью // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2005. 18 с.).

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-59-66

УДК 631.527: 633.112.1:581.5

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**М. А. Розова,
А. И. Зиборов,
Е. Е. Егизарян**

Федеральное государственное
бюджетное научное учрежде-
ние
Алтайский научно-исследова-
тельский институт сельского
хозяйства
656910, Россия, г. Барнаул-51,
Научный городок, д. 35
e-mail: mrosova@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА СОРТА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ ХАРЬКОВСКАЯ 46 ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Актуальность. Сорт ‘Харьковская 46’ является выдающимся достижением в селекции твердой пшеницы. Районированный в 1949 г., он до настоящего времени находится в Государственном реестре допущенных к использованию сортов. Многие сорта отечественной селекции прямо или косвенно имеют в своей родословной ‘Харьковскую 46’. Отбором из нее созданы сорта ‘Алтайка’ и ‘Алёнушка’. При длительном культивировании в определенных условиях под давлением естественного отбора произошли заметные изменения сорта. Их вероятными причинами могли быть сдвиги в соотношении его биотипических компонентов, сохранение одних и элиминация других биотипов, а также спонтанные мутационный процесс и гибри-дизация. Целью исследований явилось сравнение алтайского и украинского (харьковского) экотипов сорта ‘Харьковская 46’, а также сорта ‘Алтайка’ для установления характера (направления и величины) изменений агрономически значимых признаков под действием естественного отбора. Материал и методы. Исследования проведены в 2004–2015 гг. Сорт ‘Харьковская 46’ на момент начала исследований культивировался на Алтае более 30 лет, украинский экотип этого сорта был привезен из г. Харькова в 2002 г. Чтобы снизить до минимума вклад случайных факторов, изучаемые экотипы сорта высевались рядом в коллекционном питомнике (КТ) на 10-метровых делянках в однократной повторности и в конкурсном сортоиспытании (КСИ) на 25 м² в 4-кратной повторности. Результаты и выводы. При испытании в КТ было установлено, что украинский экотип сорта ‘Харьковская 46’ имеет вегетационный период на 2 дня длиннее алтайского экотипа за счет межфазного периода всходы-колошение, зерновую продуктивность – ниже на 9–13%, выше содержание белка (+0,6 абс.%), клейковины (+2,4 абс.%) и показатель ИДК (на 14 ед.п.). Выявленные особенности подтвердились в КСИ. Установлено также преимущество украинского экотипа сорта над алтайским по цвету макарон (+0,8 балла), потерям при варке (–0,6%) и общей оценке макарон (+0,4 балла). Сорт ‘Харьковская 46’ претерпел существенные изменения по продуктивности и параметрам качества зерна и макарон под действием естественного отбора при длительном культивировании в условиях Приобской лесостепи Алтайского края. Отобранный из сорта ‘Харьковская 46’ сорт ‘Алтайка’ существенно отличается от обоих экотипов родительской формы.

Ключевые слова:

внутрисортовая изменчивость, экотип, внутрисортовой отбор, естественный отбор, экология

Поступление:

03.05.2017

Принято:

21.08.2017

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-59-66

ORIGINAL ARTICLE

M. A. Rozova,
A. I. Ziborov,
E. E. Egiazaryan

Altai Scientific Research Institute of Agriculture
35 Nauchnyi gorodok, Barnaul-51, 656910, Russia
e-mail: mrosova@yandex.ru

Key words:
intra-variety variability, ecotype, intra-variety selection, natural selection, ecology

Received:
03.05.2017

Accepted:
21.08.2017

CHANGES OF PRODUCTIVITY AND QUALITY PARAMETERS OF SPRING DURUM WHEAT KHARKOVSKAYA 46 UNDER INFLUENCE OF ECOLOGICAL FACTORS

Background. Variety 'Kharkovskaya 46' is a distinguished achievement in breeding of durum wheat. Being released in 1949 it is still included in the Register of recommended varieties. Many varieties bred in the country have 'Kharkovskaya 46' directly or indirectly in their pedigree. Varieties 'Altaika' and 'Alyenushka' were selected from it. Many-years cultivation at definite environments under the pressure of natural selection led to remarkable changes in the variety with initial intravarietal diversity. Probable causes of the changes could be shifts in the frequencies of its biotypic components, conservation of some types and elimination of others, as well as spontaneous mutation process and hybridization. The objective of the research was a comparison of Altai and Ukrainian (from Kharkov) ecotypes of the variety 'Kharkovskaya 46' and also 'Altaika' to reveal the direction and the size of changes in agronomically valuable traits under natural selection. Material and methods. The research was carried out in 2004–2015. At the beginning of the research 'Kharkovskaya 46' of Altai reproduction was cultivated in the region for more than 30 years and Ukrainian ecotype of the variety was brought from Kharkov in 2002. To minimize the impact of random factors the ecotypes were sown on neighboring plots in a collection nursery on the 10 m² area without replications and in a competitive yield trial on the 25 m² plots in 4 replication design. Results and conclusions. Experiment in the collection nursery showed that the Ukrainian ecotype of 'Kharkovskaya 46' had 2 days longer period of growing than the Altai type due to the period emergence – heading. It also had 9 to 13% lesser grain productivity, higher protein and gluten content (+0,6 and +2,4 absolute per cent) and the 14 units higher index of gluten deformation (IDK). The observed peculiarities were confirmed in the competitive yield trial. The advantage of the Ukrainian ecotype over the Altai one for macaroni color (+0,8 points), cocking losses (–0,6%) and in total macaroni scores (+0,4 points). was also demonstrated. The variety 'Kharkovskaya 46' was undergone to significant changes in productivity, and grain and macaroni quality due to the effect of natural selection under many-year growing in the environments of Ob' forest-steppe of Altai territory. The variety 'Altaika' selected from 'Kharkovskaya 46' differs essentially from both ecotypes of the parental form.

Введение

В истории селекции практически каждой культуры можно отметить выдающиеся сорта. Для яровой мягкой пшеницы – это ‘Саратовская 29’, озимой мягкой пшеницы – ‘Безостая 1’, ‘Мироновская 808’, а для яровой твердой пшеницы – ‘Харьковская 46’. Созданный в 1949 году селекционерами П. В. Кучумовым и Е. Е. Ватулей в Украинском институте растениеводства им. В. Я. Юрьева сорт ‘Харьковская 46’ возделывали на обширной территории бывшего СССР (до 5 млн. га) благодаря широкой экологической адаптации сорта, высоким параметрам урожайности и, особенно, качества зерна. Большую роль в получении столь ценной комбинации признаков сыграла межвидовая гибридизация твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) с *T. turgidum* L. и *T. dicocum* (Schrank) Schuebl., а также многолинейность сортового состава, так как были объединены 4 селекционные линии одного происхождения (Golik, Golik, 2008). ‘Харьковская 46’ активно использовалась в гибридизации, где ее роль в создании новых сортов твердой пшеницы трудно переоценить. Подавляющее число сортов отечественной селекции прямо или косвенно имеют в своей родословной ‘Харьковскую 46’. Также был проведен ряд успешных внутрисортных отборов, например, на Алтае так был создан сорт ‘Алтайка’, занимавший в бывшем СССР до 500 тыс. га. Сорт до сих пор используется в производстве в Республике Казахстан (State Register of breeding..., 2016). Более скороспелая форма была отобрана под названием «Алёнушка» (Dorofeev, Udachin, Semyenova et al., 1987). В процессе репродуцирования сорт подвергается воздействию многих неблагоприятных внешних факторов, налагающих свой отпечаток на его структуру (Briggs, Knowles, 1972). Изучение изменений, происходящих с сортами под действием естественных экологических факторов в процессе длительного культивирования, позволяет определить стабильность сорта в целом и его отдельных характеристик, установить направление и величину вызванных изменений, обосновать частоту проведения отборов элитных растений в семеноводстве. С самого основания в 1970 г. Алтайского селекционного центра и его подразделения по селекции твердой пшеницы сорт ‘Харьковская 46’ являлся определенной константой среди меняющегося селекционного материала. Сорт пересевался с

небольшими сортовыми прополками для поддержания сортовой чистоты. В 2002 г. из Украинского института растениеводства и селекции (г. Харьков) в распоряжение лаборатории поступил сортообразец ‘Харьковской 46’ украинской репродукции. Уже первые посевы показали различия между экологическими вариантами (далее экотипами) сорта. Исходя из начальной неоднородности сорта ‘Харьковская 46’, а также наблюдаемых различий между экотипами сорта, можно допустить с большой вероятностью, что под давлением естественного отбора произошло изменение биотипического состава сорта, повлекшее за собой изменение признаков и свойств сорта ‘Харьковская 46’. Поэтому была поставлена задача – провести сравнительное изучение этих двух экотипов, а также отобранного из ‘Харьковской 46’ сорта ‘Алтайка’ по параметрам продуктивности и качества зерна и макарон.

Материал, методы и условия проведения исследований

Полевые исследования проведены в 2004–2015 гг. на стационаре лаборатории селекции твердой пшеницы Алтайского научно-исследовательского института сельского хозяйства, располагающемся в Приобской лесостепи Алтайского края. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднесуглинистым, среднесуглинистым, малогумусовым. Климат зоны характеризуется теплым, но недостаточно влажным летом. Вегетационный период лет исследований характеризовался значительными колебаниями гидротермических показателей (табл. 1). В целом наблюдаемые условия можно охарактеризовать в 67% случаев как недостаточно увлажненные. Недостаток влаги сильнее ощущался в первой половине вегетации, что типично для юга Западной Сибири и это наиболее жестко проявилось в 2006 и 2012 гг. Последний год был самым засушливым за обозначенный период, а прошедшие в середине колошения дожди оказали слабый эффект из-за высоких температур и сильной иссушенности почвы. Изучение экотипов сорта ‘Харьковская 46’ и сорта ‘Алтайка’ проводилось в двух блоках – в КСИ (2004–2007 гг.) и КТ (2005–2015 гг. за исключением 2007 г.). Делянки размещали по пару в КСИ в 4-кратной повторности и в КТ – в однократной. Посев твердой пшеницы проводили преимущественно в первой декаде мая сеялкой ССФК-7.

Делянки изучаемых экотипов размещали рядом, что снижало вероятность случайных ошибок. Уборку осуществляли комбайном Сампо-130 или Хеге-125 в конце восковой или начале полной спелости. Анализ параметров качества выполняли по соответствующим ГОСТам (GOST..., 2009; 2013; 2014; 2015). Данные обрабатывали с помощью дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (Dospikhov, 1979).

Таблица 1. Количество осадков и сумма температур за вегетационный период, 2004–2015 гг. (по данным Агrometeorологической станции Барнаула)
Table 1. Precipitations and temperature sums for growing period, 2004–2015 (according to the data of Agrometeorological station of Barnaul)

Годы	Количество осадков, мм			Сумма температур, °С		
	май-июнь	июль-август	май-август	май-июнь	июль-август	май-август
2004	123,9	80,7	204,6	1091	1100	2191
2005	97,0	139,3	236,3	960	1227	2187
2006	41,0	167,1	208,1	986	1067	2052
2007	120,1	53,5	173,6	893	1186	2079
2008	93,8	86,6	180,4	976	1188	2163
2009	107,1	116,6	223,7	844	1106	1950
2010	63,0	132,4	195,4	859	1087	1946
2011	61,8	78,2	140,0	988	1068	2055
2012	34,1	175,2	209,3	1038	1256	2294
2013	100,8	163,8	264,6	784	1157	1941
2014	71,7	170,4	242,1	881	1188	2070
2015	80,8	114,1	194,9	1003	1181	2184
Многолетнее	89	113	202	906	1144	2050

Результаты и обсуждение

Как показал опыт, естественный отбор в течение длительного времени вызвал существенные изменения сорта. Возделывание 'Харьковской 46' на Алтае на протяжении более 30 лет привело к формированию экотипа, отличного от оригинального варианта, представленного украинским сортообразцом. Несмотря на общее происхождение обоих экотипов, а также сорта 'Алтайки', они значительно различались по целому ряду признаков: продолжительности вегетационного периода, зерновой продуктивности, параметрам качества зерна и макарон.

При изучении в КТ продолжительность вегетационного периода у украинского экотипа 'Харьковская 46' составила 83 дня, у алтайского – 82, у 'Алтайки' – 86 дней. Близкие значения получены в КСИ (табл. 2). Интересно отметить, если по длительности периода всходы-колошение они отражают тенденцию, выявленную для всего вегетационного периода, то период колошение-восковая спелость был короче у наиболее позднего сорта 'Алтайки', что проявилось в течение трех лет из четырех.

Различия между изучаемыми вариантами отмечены и по самому важному агрономическому показателю – урожайности (табл. 3). Если средняя урожайность за десятилетний

период украинского экотипа сорта 'Харьковская 46' составила 3,01 т/га, то алтайского, несмотря на его скороспелость, – 3,28 т/га. Сорт 'Алтайка' занял промежуточное положение – 3,12 т/га. Более точное сравнение (в 4-кратной повторности в КСИ) подтверждает различия между 'Харьковской 46' из Украины и двумя другими сортообразцами. Алтайский экотип 'Харьковской 46' слабо отличался от сорта 'Алтайка' по средней урожайности за 4 года, но в отдельные годы их урожайность имела статистически значимые различия. В данном случае взаимодействие 'генотип – среда' проявилось достаточно убедительно (см. табл. 3).

Изученные экотипы интересны в плане оценки селекционного прогресса по урожайности – они существенно уступают сортам последнего поколения. Так, например, сорт 'Памяти Янченко' за период с 2006 по 2015 гг. превзошел по урожайности украинский экотип 'Харьковская 46' на 0,62 т/га, алтайский – на 0,36 т/га, а сорт 'Алтайка' – на 0,46 т/га. При этом различия выявляли как в благоприятных, так и засушливых условиях, за исключением крайне сухого 2012 г., когда сортовые различия нивелировались, однако урожайность нового сорта была на уровне экотипов 'Харьковская 46' и выше, чем у сорта 'Алтайка'.

Таблица 2. Вегетационный период экотипов сорта Харьковская 46 и сорта Алтайка, дни (Барнаул, 2004–2007 гг.)

Table 2. Growing period of ecotypes of Kharkovskaya 46 and Altaika (Barnaul, 2004–2007)

Период	X-46 (У)*	X-46 (А)**	X-46 (А) к X-46 (У)	Алтайка	Алтайка к X-46 (У)
Всходы-восковая спелость	84	82	-2	86	+2
Всходы-колошение	44	42	-2	48	+4
Колошение-восковая спелость	40	40	0	38	-2

Обозначения: X-46 (У)* – украинский экотип сорта ‘Харьковская 46’, X-46 (А)** – алтайский экотип сорта ‘Харьковская 46’.

Таблица 3. Урожайность экотипов сорта Харьковская 46 и сорта Алтайка, т/га (Барнаул)

Table 3. Yield of ecotypes of Kharkovskaya 46 and Altaika, t/ha (Barnaul)

Годы	Харьковская 46 (У)	Харьковская 46 (А)	X-46 (А) к X-46 (У)	Алтайка	Алтайка к X-46 (У)
Коллекционный питомник					
2005	2,41	2,84	+0,43	2,14	-0,27
2006	2,82	2,92	+0,10	3,03	+0,21
2008	3,50	3,68	+0,18	3,30	-0,20
2009	4,40	4,95	+0,55	4,77	+0,37
2010	2,74	3,55	+0,81	3,15	+0,41
2011	3,78	3,70	-0,08	3,32	-0,46
2012	1,06	0,97	-0,09	0,78	-0,28
2013	3,00	3,29	+0,29	3,46	+0,46
2014	3,02	3,44	+0,42	3,32	+0,30
2015	3,35	3,50	+0,15	3,95	+0,60
среднее	3,01	3,28	+0,27	3,12	+0,11
КСИ					
2004	4,08	4,00	-0,08	4,46	+0,38
2005	1,96	3,03	+1,07	2,46	+0,50
2006	2,23	2,26	+0,03	2,56	+0,33
2007	3,04	3,52	+0,48	3,11	+0,05
среднее	2,83	3,20	+0,37	3,15	+0,32

Примечание: НСР₀₅ для КСИ 2004 г. – 0,29; 2005 г. – 0,16; 2006 г. – 0,25; 2007 г. – 0,20 т/га

У – украинский экотип, А – алтайский экотип

Важным аспектом производства твердой пшеницы является качество зерна и макарон. При ее заготовке большое значение придается стекловидности, содержанию белка, клейковины, качеству клейковины и цвету зерна, определяющему цвет крупки и макарон. В нашем опыте стекловидность варьировала в широких пределах, что определяется погодными условиями налива, созревания зерна и уборки, а также обеспеченностью азотом. Для макаронной промышленности нижним допустимым пределом этого показателя является величина 70%, что связано с выходом крупки. В три года из десяти стекловидность была ниже этой границы, при этом два года были довольно влажными,

а третий – 2012, был самым засушливым с коротким периодом от колошения до созревания. В среднем за период изучения зерно исследованных экотипов сорта ‘Харьковская 46’ и сорта ‘Алтайка’ слабо различалось по общей стекловидности – 76, 74 и 75%. Суммарное содержание белка в зерне крайне важно для макаронной промышленности, так как оно во многом определяет качество конечной продукции (Hare, 2006; Golik V., Golik O, 2008; Clarke, 2010; Durum Wheat, 2012). Для производства высококачественных макарон на мировом рынке востребовано зерно, содержащее 13% белка и более.

Таблица 4. Содержание белка в зерне экотипов сорта 'Харьковская 46' и сорта 'Алтайка', % (Барнаул)

Table 4. Grain protein content of ecotypes of Kharkovskaya 46 and Altaika, % (Barnaul)

Сорт	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	\bar{x}
X-46 (У)	15,4	17,3	17,0	13,5	13,7	13,6	14,7	13,9	13,6	15,0	14,8
X-46(А)	14,1	18,0	15,4	13,0	13,4	12,8	14,4	13,0	12,9	14,7	14,2
Алтайка	15,9	15,6	16,6	12,6	13,0	12,8	15,1	12,9	12,9	14,7	14,2

Общеизвестно, что 'Харьковская 46' отличается стабильностью формирования зерна с высоким содержанием белка и клейковины (Dorofeev, Udachin, Semyenova et al., 1987). Условия Приобской лесостепи Алтайского края позволяют получать высокопротеиновое зерно. В наших исследованиях в большинстве случаев самые высокие показатели были у украинского экотипа 'Харьковской 46' – от 13,5 до 17,3% (табл. 4). Несколько ниже значения у алтайского экотипа – от 12,8 до 18,0%, и сорта 'Алтайка' – от 12,6 до 16,6%. Аналогичная ситуация наблюдается и по содержанию клейковины (табл. 5). Зерно украинского экотипа содержало клейковины на 2,4% больше, чем зерно

алтайского экотипа и на 1,7% больше, чем зерно сорта 'Алтайка'. Это превосходство отмечали в шести случаях из десяти. Согласно ГОСТ Р 52554–2006 (Gost..., 2006) качество клейковины по показателю ИДК не должно превышать 100 единиц прибора и этому критерию соответствовала клейковина алтайского экотипа 'Харьковской 46' (см. табл. 5). Показатель ИДК этого экотипа значительно ниже по величине показателей ИДК украинского экотипа 'Харьковской 46' и сорта Алтайка, которые в отдельных случаях превышали пороговое значение 100 ед. пр.

Таблица 5. Содержание клейковины в кружке и ИДК экотипов сорта Харьковская 46 и сорта Алтайка (Барнаул)

Table 5. Semolina gluten content and IDK of ecotypes of Kharkovskaya 46 and Altaika (Barnaul)

Год	Содержание клейковины, %			ИДК, ед. пр.		
	Харьковская 46 (У)	Харьковская 46 (А)	Алтайка	Харьковская 46 (У)	Харьковская 46 (А)	Алтайка
2015	35,5	31,6	35,3	105	90	105
2014	32,5	32,7	31,1	100	85	100
2013	34,2	32,5	31,8	105	85	100
2012	40,0	36,2	32,3	90	85	105
2011	40,7	36,7	37,0	100	85	100
2010	37,4	34,8	34,3	100	85	100
2009	32,6	29,1	34,0	90	80	95
2008	39,4	33,9	36,9	100	80	95
2006	36,3	42,9	36,2	95	100	100
2005	37,9	32,4	40,8	105	75	100
	36,7	34,3	35,0	99	85	100

Цвет лепешки и макарон у 'Харьковской 46' хороший и только возрастающие требования и прогресс, достигнутый в селекции на этот признак, несколько снижают его оценку. В среднем за 10 лет цвет лепешки оценивался на 3,6–3,8 балла. Разница экотипов сорта 'Харьковская 46' и сорта 'Алтайка' по этому признаку была небольшой, со слабым преимуществом украинского экотипа. Оценка в КСИ показала, что по натуре

зерна и стекловидности исследованные экотипы 'Харьковской 46' и сорт Алтайка близки, но по содержанию белка и клейковины, ее силе и цвету макарон они значительно различаются (табл. 6). По содержанию белка и клейковины лучшие характеристики у украинского экотипа, по ИДК – у алтайского экотипа. Потери при варке меньше и общая оценка макарон выше у украинского экотипа. Сорт 'Алтайка' занимает по всем признакам промежуточное положение.

Таблица 6. Показатели качества зерна и макарон экотипов сорта Харьковская 46 и Алтайки, КСИ (Барнаул, 2004–2007 гг.)

Table 6. Quality parameters of grain and macaroni of ecotypes of Kharkovskaya 46 and Altaika, competitive yield trail (Barnaul, 2004–2007)

	Натура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %	Клейковина, %	ИДК, ед.пр.	Цвет макарон, балл	Потери, %	Общая оценка, балл
Х-46 (У)	811	94	16,4	37,7	99	3,8	6,4	4,1
Х-46 (А)	799	94	15,8	32,6	81	3,0	7,0	3,7
Алтайка	805	94	15,8	34,3	96	4,0	6,7	3,9

Проведенное изучение двух экотипов сорта ‘Харьковская 46’ и сорта ‘Алтайка’ позволяет с уверенностью сделать вывод об их различиях как по длине вегетационного периода, так по урожайности и показателям качества зерна. Внутрисортная неоднородность зерновых культур – явление признанное (Pogorelova, 1984; Gulyaev, Dubinin, 1987; Yudin, 2002; Vuryakov, 2008). Для внутрисортной изменчивости ‘Харьковской 46’ есть несколько оснований, самое первое из которых кроется в ее происхождении. Объединенные при создании сорта селекционные линии вполне могли давать естественные гибриды, так как пшеница обладает определенной степенью открытого цветения. В полевых условиях мы наблюдали не только межсортные гибриды, но и межвидовые, например, с мягкой пшеницей. К тому же длительное возделывание в регионах ее производства, характеризующихся высокой инсоляцией, большим количеством тепла, могло вполне привести к возникновению и накоплению естественных мутантов. Естественные гибриды и мутантные формы

также могли скрещиваться между собой. Условия выращивания (факторы естественного отбора), способствовали выживанию более приспособленных биотипов. Для выявления степени дивергенции экотипов необходимо применение биохимических и генетических методов.

Созданный методом внутрисортного отбора сорт ‘Алтайка’ существенно отличается от обоих экотипов ‘Харьковская 46’, в первую очередь, более продолжительным периодом вегетации и оригинальным соотношением периодов всходы-колошение и колошение-восковая спелость. В сравнении с исходным сортом, репродуцируемым в Украине, он имеет большую урожайность, меньшее содержание белка и клейковины, при этом уступает по продуктивности алтайскому экотипу ‘Харьковская 46’, несколько лучше последнего по содержанию клейковины, но хуже по качеству. Различия с украинским экотипом по качеству у сорта ‘Алтайка’ выражены меньше, чем с алтайским экотипом ‘Харьковская 46’.

References/Литература

- Golik V.S., Golik O.V. Breeding of *Triticum durum* Desf. Kharkov: Magda LTD. 2008, 519 p. [in Russian] (Голык В. С., Голык О. В. Селекция *Triticum durum* Desf. Харьков: Магда ЛТД. 2008. 519 с.).
- State Register of breeding achievements, recommended for cultivation in Republik of Kazakhstan. 2016. Source: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V090005759> [in Russian] (Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан. 2016. Электронный ресурс: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V090005759>).
- Dorofeev V. F., Udachin R. A., Semyanova L. V. et al. World's wheats. Ed.: V. F. Dorofeev. Leningrad: VO Agropromizdat. Leningradskoe otделение, 1987, 590 p. [in Russian] (Дорофеев В. Ф., Удачин Р. А., Семенова Л. В. и др. Пшеницы мира / Под ред. В.Ф. Дорофеева. Л.: ВО Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. 560 с.).
- Briggs F.N., Knowles P.F. Scientific bases of plant breeding. Moscow: Kolos, 1972. 399 p. [in Russian]. (Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. Москва: Колос, 1972. 399 с.).
- GOST 27839–2013. Wheat flour. Methods for evaluation of gluten content and quality. М.: Standartinform, 2014, 18 p. [in Russian] (ГОСТ

- 27839-2013. Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины М.: Стандартиформ, 2014. 18 с.).
- GOST R 54895-2012 Grain. Method for test weight determination* ГОСТ Р 54895-2012, М.: Standartinform, 2013, 12 p. [in Russian] (ГОСТ Р 54895-2012. Зерно. Метод определения натурности. М.: Стандартиформ, 2013. 12 с.).
- GOST ISO520-2014. Cereals and pulses. Determination of 1000 kernel weight.* М.: Standartinform, 2015, 12 p. [in Russian] (ГОСТ ISO520-2014 Зерновые и зернобобовые. Определение массы 1000 зерен. М.: Стандартиформ, 2015. 12 с.).
- GOST 10987 – 76 Grain. Methods of vitreousness determination.* М.: Standartinform, 2009, 4 p. [in Russian] (ГОСТ 10987-76 Зерно. Методы определения стекловидности. М.: Стандартиформ, 2009. 4 с.).
- Dospekhov B. A. Methods of field experiments.* Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – М.: Kolos, 1979. – 416 s. (*Доспехов Б. А. Методика полевого опыта.* – М.: Колос, 1979. – 416 с.)
- Durum Wheat. Chemistry and Technology* / eds. M. Sissons, J. Abecassis, B. Marchylo, M. Carcea. St. Paul, Minnesota: AACC International Inc., 2012, 300 p.
- Clarke J. M. Forty-six years of genetic improvement in Canadian durum wheat cultivars* / J.M. Clarke, F.R. Clarke, C.J. Pozniak // *Can. J. Plant Sci.*, 2010, vol. 90, pp. 791–801.
- Hare R. Agronomy of the durum wheats Kamilaroi, Yallaroi, Wollaroi and EGA Bellaroi* // *Primefact*, 2006, no. 140, pp. 1–8.
- GOST R 52554–2006 Wheat. Technical prerequisites.* М.: Standartinform, 2006, 9 p. [in Russian] (ГОСТ Р 52554–2006 Пшеница. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2006. 9 с.).
- Gulyaev G. V., Dubinin A. P. Breeding and seed science.* Moscow: Agropromizdat, 1987, 352 p. [in Russian] (*Гуляев Г. В., Дубинин А. П. Селекция и семеноводство.* М: Агропромиздат, 1987. 352 с.).
- Buryakov V. A. Formation of the productivity of varieties and lines of winter wheat of different morphotypes in environments of Middle Volga Region* // *Aftoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk.* Penza, 2008, 21 p. [in Russian] (*Буряков В. А. Формирование продуктивности сортов и линий озимой пшеницы разных морфобиотипов в условиях лесостепи Среднего Поволжья* // Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2008. 21 с.).
- Pogorelova L. G. Intravarietal variation of Moskovskaya 35 spring wheat in grain quality* // *Aftoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk.* Nemtchinovka, 1984, 18 p. [in Russian] (*Погорелова Л. Г. Внутрисортная изменчивость яровой пшеницы Московская 35 по качеству зерна: Автореф. дис...канд. с.-х. наук. Немчиновка, 1984. 18 с.).*
- Yudin A. A. Intravarietal variation and family selection as methods of breeding and seed production (based on the spring bread wheat variety Tulunskaya 12)* // *Aftoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk.* Tulun, 2002. 19 p. [in Russian]. (*Юдин А. А. Внутрисортная изменчивость и семейственный отбор как методы селекционно-семеноводческой работы (на примере сорта яровой мягкой пшеницы Тулунская 12)* // Автореф. дис ... канд. с.-х. наук. Тулун, 2002. 19 с.).

А. А. Юшев,
С. Ю. Орлова,

Федеральный
исследовательский центр
Всероссийский институт
генетических ресурсов
растений
имени Н. И. Вавилова,
190000, Россия,
Санкт-Петербург,
ул. Б. Морская, д.42, 44,
e-mail: a.yushev@vir.nw.ru,
s.orlova@vir.nw.ru

Ключевые слова:

генофонд, вишня, интродукция, экспедиционные обследования, местные сорта, зимостойкость, устойчивость к болезням, источники ценных признаков

Поступление:

23.05.2017

Принято:

21.08.2017

ИНТРОДУКЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНОФОНДА ВИШНИ В СЕВЕРНЫХ УСЛОВИЯХ РФ ЗА 50-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Работа с коллекцией вишни нами была начата в 1967 году. На первом этапе внимание уделяли преимущественно мобилизации исходного материала – сбору дикорастущих форм и выявлению местных сортов вишни в садах населения. Для этого были предприняты экспедиционные обследования естественных мест обитания вишни кустарниковой и плодовых садов Среднего Поволжья, Центрального и Центрально-Черноземного регионов, Предуралья и Татарии. Были осуществлены также научные поездки в Беларусь, Страны Балтии и Западную Сибирь. Большое значение для интродукции имели личные контакты со специалистами научных селекционных учреждений России. Экспедиционные наблюдения послужили важнейшими критериями для привлечения в коллекцию ценных образцов с нужными признаками, главными из которых были высокая зимостойкость и устойчивость к болезням. Привлеченные образцы закрепляли в коллекции Павловской опытной станции ВИР – ныне научно-производственная база «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (30 км южнее Санкт-Петербурга). Изучение новых образцов осуществляли по мере их привлечения в генофонд, который к настоящему времени насчитывает 243 генотипа вишни и 52 черешни. За 50-летний период изучения проведены многолетние наблюдения и исследования по фенологии, зимостойкости и морозостойкости, продуктивности, повреждаемости болезнями и вредителями, механическому анализу плодов, самоплодности и др. В результате изучения из генофонда выделены многие источники ценных для селекции признаков и лучшие образцы для практического использования.

A. A. Yushev,
S. Yu. Orlova

The N. I. Vavilov
All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources
(VIR),
42-44 Bolshaya Morskaya St.,
St. Petersburg,
1900000, Russia,
e-mail: a.yushev@vir.nw.ru,
s.orlova@vir.nw.ru

Key words:

gene pool, cherry, introduction, collecting missions, local varieties, winter hardiness, disease resistance, sources of valuable traits

Received:

23.05.2017

Accepted:

21.08.2017

INTRODUCTION OF THE CHERRY GENE POOL IN THE NORTHERN ENVIRONMENTS OF THE RUSSIAN FEDERATION AND THE RESULTS OF ITS STUDYING FOR 50 YEARS

The work with the cherry collection was launched in 1967. At the first stage, our attention was focused mainly on source material mobilization—collecting wild cherry forms and identifying local cherry varieties in homestead orchards. For this purpose, collecting missions explored the natural habitats of steppe cherry and the orchards in the Middle Volga, Central, Central Black Earth regions, the Urals, and Tatarstan. Scientific trips were undertaken to Belarus, the Baltic states, and West Siberia. Of great importance for cherry introduction were personal contacts with the experts from Russian scientific breeding institutions. Observations made by the collecting teams served as priority-level criteria for the replenishment of the collection with valuable accessions possessing the required characteristics, the most important of which were high winter hardiness and disease resistance. The collected cherry samples were added to the permanent collection maintained *in vivo* at Pavlovsk Experiment Station of VIR (now Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR), 30 km south of St. Petersburg. The gene pool was studied along with adding new accessions to the cherry collection which now holds 243 genotypes of sour cherry and 52 of sweet cherry. During the 50-year period of research, long-term observations and studies have been conducted to solve the problems of phenology, winter hardiness and frost tolerance, productivity, damageability by diseases and pests, mechanical analysis of the fruit, self-fertility, etc. Numerous sources of traits valuable for cherry breeding and the best accessions for practical utilization have been selected.

Исторические сведения повествуют, что царь Петр I поощрял посадки в окрестностях Санкт-Петербурга привезенных из-за рубежа плодовых растений. Наряду с яблоней, грушей, сливой и персиком вишню привлекали из питомников Европы и сажали у дворцов и в парках, на усадьбах богатых дворян. Известно, что в годы правления Петра I со времени основания Санкт-Петербурга и до 1720 г. были закуплены, главным образом в Германии, и посажены 3 тыс. саженцев вишни. Под Петербургом помещики практиковали выгонку вишни в теплицах. Однако зарубежным сортам в те времена не суждено было закрепиться на русской земле ввиду их малой зимостойкости и неспособности противостоять суровым зимним условиям России.

Затем был период, когда вишню привлекали в сады из Средней России. В результате широко практиковавшегося в древние времена размножения семенами и порослью возникли местные порослевые популяции: 'Шпанка шимская' 'Коростынская' (Шимск и Коростынь, Новгородская губерния). Самый старинный сад известен в селе Коростынь, который в 1499 г. включал 970 вишневых и 60 яблоневых деревьев. В 1629 г. в трех княжеских садах росло 4102 вишневых деревьев, 166 яблоневых и 6 грушевых (из «Петешествие вокруг Ильменя», А. Потравнов, Т. Хмельник). Известны также популяции вишни под Санкт-Петербургом 'Антропшинская' (с. Антропшино, Санкт-Петербургская губерния), и 'Краснопахарская' (пригород Санкт-Петербурга). Во времена правления Екатерины II порослевыми формами был заложен фруктовый сад, насчитывающий в то время вместе с яблоней свыше 1 тыс. деревьев (Шимск).

Целенаправленная селекция вишни в России началась в XX веке работами И. В. Мичурина, который вывел более 30 сортов и гибридов, послуживших исходным материалом для дальнейшей селекции.

Формирование коллекции вишни на Павловскую опытную станцию ВИР (ныне научно-производственная база «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР») началось с посадки в 1926 г. первых 12 образцов. К 1933 г. коллекционные посадки вишни насчитывали 18, а перед началом ВОВ – 38 образцов. Немецкая оккупация в период 1941–1944 гг. нанесла значительный урон посадкам всем коллекциям плодовых культур. Растения вырубали на топливо, они засыхали из-за отсутствия элементарного

ухода. Наступление советских войск спасло посадки от гибели. Сразу после окончания войны проводилась интенсивная работа по восстановлению сохранившихся образцов, а с 1950-х годов продолжилась интродукция новых образцов и их плановое изучение. К 1974 г. коллекция насчитывала 105 генотипов. Многие сорта пережили суровые критические зимы: 1955/56, 1965/66, 1968/69, 1978/79 гг. За период 1966–1972 гг. погибли 262 растения малозимостойких сортов: 'Куленкамф', 'Новость', 'Ильичевка', 'Рог-неда', 'Среднячка', 'Магма', 'Меченая', 'Сахарная' и др.

Исследования коллекции вишни были начаты в 1967 г. Во временном отношении прошедший период изучения коллекционных сортов логично разделить на три этапа: до 1983 г., с 1984 по 2000 гг. и после 2000 г., который продолжается по настоящее время. На каждом этапе к изучаемым образцам добавляли новые по мере их привлечения в генофонд.

Первый этап. Основное внимание на первом этапе было уделено мобилизации исходного материала. Для этого были организованы экспедиционные обследования Среднего Поволжья (1971, Горьковская обл., Республики Мордовия и Марий Эл, Чувашская Республика), Центрального и Центрально-Черноземного регионов (1972, Воронежская, Брянская, Калужская, Орловская, Рязанская и Тульская области), Предуралья и Татарии (1973, 1975, Республики Башкортостан и Татарстан, Удмуртская Республика, Оренбургская область и Пермский край). Для ознакомления с сортиментом были предприняты поездки в научные учреждения стран Балтии (Эстония, Латвия), Беларуси (Минск), Барнаул (НИИС Сибири им. М. А. Лисавенко) и др.

Основная цель проводимых экспедиционных обследований – изучение и сбор местных форм вишни в естественных условиях произрастания и местных сортов в садах населения. По разнообразию вишни значительный интерес представляли Средневожжский регион, Предуралье и Татария. Здесь в Нижегородской области, Республиках Марий Эл и Мордовия, в Чувашской Республике были собраны местные формы вишни кустарниковой – *Cerasus fruticosa* (Pall.) G. Woron., а также местные сорта: 'Воробьевская', 'Горбатовская', 'Горьковская', 'Красная плакучая', 'Красная поздняя', 'Метелка', 'Склянка розовая', 'Левинка', (Eliseev et al., 1973).

В Предуралье и Татарстане в обилии по опушкам лесов, среди кустарников, в редколесье, на склонах холмов была собрана вишня кустарниковая (Maigova et al., 1978). Среди имеющегося обилия растений выделяются три основные формы, условно характеризующиеся нами, как ранняя крупная, поздняя мелкая и со слабо окрашенным соком. В садах Татарстана и Башкортостана выращивают вишни, происходящие преимущественно с участием вишни кустарниковой. Отдел садоводства Татарского НИИСХ интенсивно занимается селекцией вишни и руководит размещением садов на территории республики. Выращиваемый сортимент вишни включает сорта местного происхождения: 'Костычевская поздняя', 'Мензелинская', 'Морель ранняя', 'Поздняя розовая', 'Ранняя сладкая', 'Теньковская', 'Тверитиновская'. Внедряются сорта новой селекции: 'Краса Татарии', 'Нижнекамская', 'Заря Татарии', 'Труженица Татарии', 'Севастьяновская', 'Юбилей Казани' и др. (Maigova et al., 1978).

Центральный и Центрально-Черноземный регионы России по природно-климатическим условиям более соответствуют для

выращивания вишни обыкновенной – *C. vulgaris* Mill. Из местного стародавнего сортимента здесь сохранилось уже мало сортов и форм, их заменили сорта новой селекции. Также очень мало сохранилось дикорастущей вишни. Две такие формы, ценные для практического и селекционного использования, были найдены в Курской области в Центрально-Черноземном государственном заповеднике им. проф. В. В. Алехина (Karamysheva, Yushev, 1973). Из сортов, некогда хорошо известных в садоводстве России, еще сохранились 'Альферовка', 'Бель', 'Васильевская', 'Левинка', 'Сайка', 'Скороспелка', 'Шубинка', 'Шпанка местная' (из Брянской области). Новый сортимент представляют сорта, выведенные на Орловской плодово-ягодной станции (ныне ВНИИСПК) – 'Орленок', 'Орловчанка', 'Тургеневка', на Россошанской плодово-ягодной опытной станции – 'Триот россошанский', 'Прима', 'Россошанская черная', 'Сюрприз', 'Черная крупная', 'Эффектная', в НИЗИСНП (ныне ВСТИСП) – 'Багряная', 'Триот Московский', 'Смена' (Karamysheva et al., 1975).

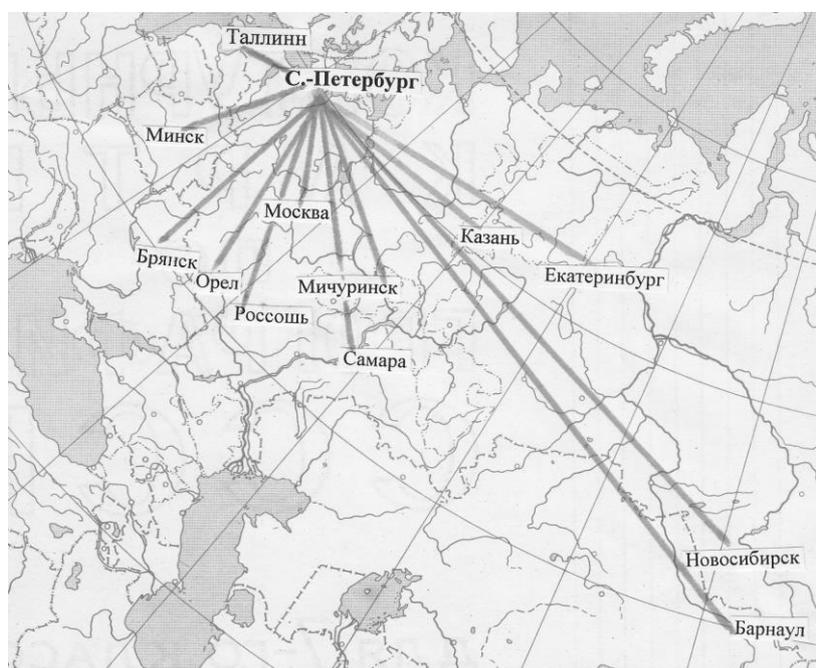


Рис. 1. Основные направления интродукции вишни в северную коллекцию косточковых культур ВИР
Fig. 1. The main directions of the introduction of cherries in northern collection of stone fruits VIR

Наблюдения за дикорастущими и культивируемыми вишнями, сделанные во время экспедиционных обследований, послужили

важнейшими критериями для оценки и привлечения в генофонд ценных образцов, из

которых высокая устойчивость к низким отрицательным температурам и к болезням стали приоритетными. В результате проведенных экспедиций определились пути дальнейшей мобилизации вишни в коллекцию Павловской опытной станции (рис. 1). Растительный материал привлекали преимущественно в виде черенков, которые прививали в питомнике, а привитые саженцы высаживали в коллекционные посадки. Струк-

турно коллекция с момента основания включала: стародавние и современные сорта отечественной селекции, источники и доноры устойчивости к низким отрицательным температурам, источники устойчивости к болезням, дикорастущие виды, слаборослые и устойчивые к грибным болезням клоновые подвои, источники биолого-хозяйственных признаков с крайними положительными значениями.

Таблица 1. Подмерзания генеративных почек и древесины вишни в зимы с низкими критическими температурами, балл (приведено по: Юшев, Рахманова, 1974)

Table 1. Freezing of generative buds and cherry wood in winters with low critical temperature, score (by Yushev, Rakhmanova, 1974)

Сорта	Зимы наблюдений						В среднем	
	1955/1956		1965/1966		1968/1969			
	Генеративные почки	Древесина						
Снежинка	-	-	1	0	1	0	0,6	0
Урожайная	0	0	0	0	0	1	0	0,1
Полжир	1	1	1	0	1	0	0,4	0,1
Уралочка	1	1	0	0	1	0	0,2	0,3
Тамбовчанка	-	-	3	1	1	1	0,7	0,3
Коростынская	5	2	5	0	1	1	1,0	0,3
Звездочка	-	-	5	1	1	0	1,7	0,4
Шубинка	5	2	1	0	2	2	1,2	1,5
Любская	-	-	1	3	1	1	0,9	0,6
Крупноплодная Горшкова	-	-	5	2	1	1	1,2	0,6
Жуковская	-	-	4	2	1	0	1,7	0,6
Красная плодородная	5	1	4	1	1	1	1,0	0,7
Васильевская красная	5	1	4	2	1	2	1,1	0,7
Ленинградская превосходная	4	2	5	1	3	2	1,5	0,7
Владимирская (К)	3	1	1	2	3	3	1,1	0,9
Шпанка Шимская	-	-	4	2	3	2	2,2	0,9
Рубиновая	5	3	5	3	2	2	2,5	1,0
Краснопахарская	4	2	4	1	3	3	1,3	1,1
Ширпотреб черная	5	1	3	2	4	3	1,8	1,2
Бастард черешни	-	-	4	3	4	3	1,8	1,4

Примечание: - наблюдения отсутствуют.

Изучение коллекционных образцов осуществляли по «Программе и методике изучения сортов коллекции плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных культур и винограда» (Program and methodology..., 1970). Согласно раздела общего изучения проводили фенологические наблюдения, учеты зимостойкости и продуктивности, повреждаемости болезнями и вредителями. Углубленное изучение выделенных образцов дополнительно осуществляли по программам и методикам ВНИИСПК (Program and methodology, 1999) и ВНИИС (Program and methodology..., 1980).

Первый этап изучения характеризовался тремя суровыми зимами очень неблагоприятными для перезимовки растений вишни – 1955/56, 1965/66 и 1968/69 гг. (табл. 1).

Из находящихся в те годы в коллекции сортов высокую зимостойкость показали, происходящие от вишни кустарниковой (*S. fruticosa*) – 'Полжир', 'Снежинка', 'Уралочка', 'Урожайная'. Как следовало ожидать сорта, имеющие гибридное (вишня × черешня) происхождение, – 'Бастард черешни', 'Ширпотреб черная' показали слабую морозостойкость. По комплексу показа-

телей, включающих качество плодов, крупноплодность, устойчивость к болезням, хорошие показатели имели 'Жуковская', 'Звездочка', 'Красная плодородная', 'Ленинградская превосходная', 'Тамбовчанка', относящиеся к вишне обыкновенной – *C. vulgaris*. Начало вегетации сортов происходило в сроки 22–30 апреля, цветение ранних сортов начиналось, в среднем, 28 мая, созревание – 24 июля – 6 августа. Продуктивность составляла от 3,4 кг/дер. до 18,5 кг/дер. Биохимический состав плодов находился в пределах: сухое вещество – 13,01% ('Аморель Никифорова') – 13,27% ('Коростынская'); сумма сахаров от 9,76% ('Звездочка') до 13,27%

('Тамбовчанка'); кислотность от 1,02% ('Васильевская') до 2,19% ('Снежинка'); аскорбиновая кислота от 11,89 мг/% ('Снежинка') до 30,70 мг/% ('Степная красавица') (Yushev, Rakhmanova, 1974).

Второй этап. Вторым этапом изучения (1984–2000 гг.) был посвящен, главным образом, углубленному изучению образцов по морозостойкости и полевой устойчивости к коккомикозу. Оценивая результаты этого этапа изучения (табл. 2), следует отметить лучшие генотипы, выделенные по морозостойкости – 'Горьковская', 'Нижекамская', 'Уральская рубиновая', 'Щедрая' (по генетическому происхождению относятся к вишне кустарниковой).

Таблица 2. Морозостойкость генеративных почек вишни при промораживании, %
Table 2. Frost resistance of generative buds of cherry during freezing, %

Сорт	Т°					
	–38°С, январь			–35°С, февраль		
	неповрежденных почек	частично поврежденных почек	погибших почек	неповрежденных почек	частично поврежденных почек	погибших почек
Уральская рубиновая	63,9	0	36,1	30,9	17,6	51,5
Щедрая	60,4	1,9	37,7	32,7	23,1	44,2
Юбилей Казани	48,7	0	51,3	15,6	15,7	68,7
Жагарская	44,8	0	55,2	19,7	7,8	72,5
Нижекамская	42,1	0	57,9	31,0	0	69,0
Десертная Волжская	40,9	0	59,1	16,0	4,0	80,0
Maikirss	40,5	0	59,5	32,6	0	67,4
Малиновка	40,0	0	60,0	32,1	0	67,9
Горьковская	36,5	0	63,5	28,3	0	71,7
Апухтинская	31,0	4,8	64,3	24,6	0	75,4
Рубиновая	29,0	0	71,0	0	0	100
Первоцвет	27,0	0	73,0	22,8	1,8	75,4
Аморель Никифорова	25,5	0	74,5	8,2	0	91,8
Молодежная	24,3	0	75,7	25,0	10,0	65,0
Tartu	24,1	0	75,9	8,0	0	92,0
Ленинградская превосходная	20,8	0	79,2	20,0	6,7	73,3
Севастьяновская	18,9	0	81,1	38,3	0	61,7
Jagoli	18,0	0	82,0	2,0	0	98,0
Владимирская	13,8	0	86,2	8,1	4,8	87,1
Жуковская	5,9	0	94,1	1,8	0	98,2

Для практического использования по комплексу биолого-хозяйственных признаков за данный период выделены и рекомендуются для выращивания сорта 'Апухтинская', 'Горьковская', 'Молодежная', 'Щедрая' (Orlova, Yushev, 1996). **Третий этап.** За период с 2000 г. из селекционных учреждений России (ВНИИСПК, ВСТИСП, ВНИИС, ВНИИГиСПР, ВНИИСС) были привлечены многие новые сорта и к настоящему времени сохраняемая северная коллекция вишни стала насчитывать в постоянном каталоге 243 образца. Особое внимание было обращено на интродукцию и выделение генотипов, устойчивых к коккомикозу.

В состав коллекции включены многие известные доноры устойчивости, как 'Алмаз', 'Атлант', 'Возрождение', 'Степной родник', *Cerasus maackii* (Rupr.) Erem. et Simagin и др. Периодически случающиеся годы с климатическими факторами, значительно отличающимися от средне-статистических, позволили за многолетний период наблюдений установить полевую устойчивость к коккомикозу 90 сортов и к монилиозу – 70 сортов вишни, которые по генетическому происхождению относятся к виду *C. vulgaris* (согласно табл. 3, **Группа I**) и его гибридам с видом *C. fruticosa*, причем с доминированием признаков последнего (согласно

табл. 3, **Группа II**), и 25 образцов черешни – *C. avium* (L.) Moench. Уместно отметить, что первое эпифитотийное поражение вишни коккомикозом было отмечено в 1967г., когда к 20 августа все растения сбросили листья. Сравнивались показатели поражений в годы среднестатистического и эпифитотийного развития болезней. Результаты приведены в табл. 3. Как следует из приведенных данных, повышенную устойчивость (поражаемость 3 балла) в эпифито-

тийные годы проявили сорта вишни обыкновенной 'Заря Татарии' и 'Юбилей Казани', а из группы с доминированием в генотипе вида *C. fruticosa* – 'Вахитовская', 'Гридневская', 'Нижнекамская', 'Растунья', 'Степная красавица', 'Стандарт Урала', 'Уральская рубиновая'. Существенных же различий между двумя группами сортов не отмечено (Orlova, Yushev, 2003; 2010; Yushev, Orlova, 2005; 2007; 2009; 2013).

Таблица 3. Поражаемость сортов вишни коккомикозом (*Coccomyces hiemalis* Higg.) в годы среднестатистического и эпифитотийного развития болезни, балл (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 1992, 1996, 1999, 2001, 2004, 2005 гг.)

Table 3. The variability of cherry varieties with coccomycosis (*Coccomyces hiemalis* Higg.) in the years of the average and epiphytotic development of the disease, score (Pushkin and Pavlovsk laboratories of VIR, 1992, 1996, 1999, 2001, 2004, 2005)

Сорт	Варьирование по среднестатистическим годам Среднее	Варьирование по годам эпифитотий Среднее	Макс. балл поражения	$\sqrt{X+1}$
Группа I: <i>Cerasus vulgaris</i>				
Заря Татарии	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{2-3}{2,5}$	3	2
Юбилей Казани	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-3}{2}$	3	2
Булатниковская	1	$\frac{2-4}{3}$	4	2,2
Десертная Волжская	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{3-4}{3,5}$	4	2,2
Еникеевка	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{3-4}{3,5}$	4	2,2
Жуковская	$\frac{2-3}{2,5}$	$\frac{2-4}{3}$	4	2,2
Малиновка	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{2-4}{3}$	4	2,2
Молодежная	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{1-4}{2,5}$	4	2,2
Новая Мензелинская	$\frac{2-3}{2,5}$	$\frac{2-4}{3}$	4	2,2
Память учителя	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{3-4}{3,5}$	4	2,2
Первоцвет	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-4}{2,5}$	4	2,2
Труженица Татарии	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{3-4}{3,5}$	4	2,2
Шпанка Шимская	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{2-4}{3}$	4	2,2
Аморель Никифорова (К)	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{3-5}{4}$	5	2,5
Апухтинская	$\frac{3-4}{3,5}$	$\frac{3-5}{4}$	5	2,5
Владимирская (К)	$\frac{2-3}{2,5}$	$\frac{1-5}{3}$	5	2,5
Жагарская	$\frac{2-3}{2,5}$	$\frac{3-5}{4}$	5	2,5
Загорьевская	$\frac{2-3}{2,5}$	$\frac{3-5}{4}$	5	2,5
Ленинградская превосходная	$\frac{1-4}{2,5}$	$\frac{1-5}{3}$	5	2,5
Прима	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{2-5}{3,5}$	5	2,5

Сорт	Варьирование по среднестатистическим годам Среднее	Варьирование по годам эпифитотий Среднее	Макс. балл поражения	$\sqrt{X+1}$
Тверитиновская	3	$\frac{1-5}{3}$	5	2,5
Шубинка	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{2-5}{3,5}$	5	2,5
НСР ₀₅				0,69
Группа II: гибриды <i>C. vulgaris</i> × <i>C. fruticosa</i> с доминированием признаков <i>C. fruticosa</i>				
Нижнекамская	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-2,5}{1,75}$	2,5	1,8
Вахитовская	1	$\frac{1-3}{2}$	3	2
Гридневская	$\frac{1-2}{1,5}$	3	3	2
Растунья	$\frac{2-3}{2,5}$	$\frac{2-3}{2,5}$	3	2
Стандарт Урала	$\frac{1-3}{2}$	3	3	2
Степная красавица	3	$\frac{2-3}{2,5}$	3	2
Уральская рубиновая	$\frac{1-3}{2}$	3	3	2
Горьковская	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-4}{2,5}$	4	2,2
Захаровская	$\frac{1-4}{2,5}$	$\frac{3-4}{3,5}$	4	2,2
Костычевская поздняя	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-4}{2,5}$	4	2,2
Кудрявка	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{2-4}{3}$	4	2,2
Незябка	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{2-4}{3}$	4	2,2
Полжир	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{2-4}{3}$	4	2,2
Расплетка	$\frac{1-4}{2,5}$	$\frac{3-4}{3,5}$	4	2,2
Рубиновая (К)	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{1-4}{2,5}$	4	2,2
Шакировская	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{3-4}{3,5}$	4	2,2
Щедрая	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{2-4}{3}$	4	2,2
Анюта Казанцева	$\frac{2-4}{3}$	$\frac{3-5}{4}$	5	2,5
Загребинская	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{3-5}{4}$	5	2,5
Уралочка	$\frac{1-4}{2,5}$	$\frac{2-5}{3,5}$	5	2,5
Урожайная	$\frac{1-4}{2,5}$	$\frac{3-5}{4}$	5	2,5
Элита рубиновая	$\frac{1-4}{2,5}$	$\frac{2-5}{3,5}$	5	2,5
НСР ₀₅				0,86

До недавнего времени монилиальный ожог приносил серьезный вред преимущественно в южной зоне плодоводства, однако в последние годы болезнь стала актуальной и в центральных районах России. Ареал возбудителя болезни (гриб *Monilia cinerea* Wop.) захватывает также страны Европы, Америки, Восточной Азии (Китай, Япония). Начиная с 2000 г., болезнь проявилась в

условиях Северо-Западного региона, достигнув эпифитотийного развития в 2004–2006 гг.

Все сорта вишни в полевых условиях поражаются монилиальным ожогом. По степени устойчивости они были дифференцированы на: относительно устойчивые (поражение 1–2 балла), среднепоражаемые (2,1–3 балла) и восприимчивые (3,1–5 баллов). Вы-

явлены существенные различия между генетическими группами. Большая часть изученных сортов (44,1%), относящихся к **Группе I**, характеризовалась относительной устойчивостью (рис. 2а). В их число вошли: 'Краса Татарии', 'Зарница', 'Kramer', 'Радуга', 'Аморель Никифорова', 'Булатниковская', 'Еникеевка', 'Молодежная' и др. В

группу среднепоражаемых вошли 32,6% сортов. В их числе: 'Шубинка', 'Владимирская' (К), 'Жагарская', 'Загорьевская', 'Ленинградская Превосходная' и др. Группа восприимчивых сортов вишни составила 23,3%. В сильной степени поражались 'Малиновка', 'Шпанка Шимская', 'Прима', 'Труженица Татарии', 'Теньковская'.

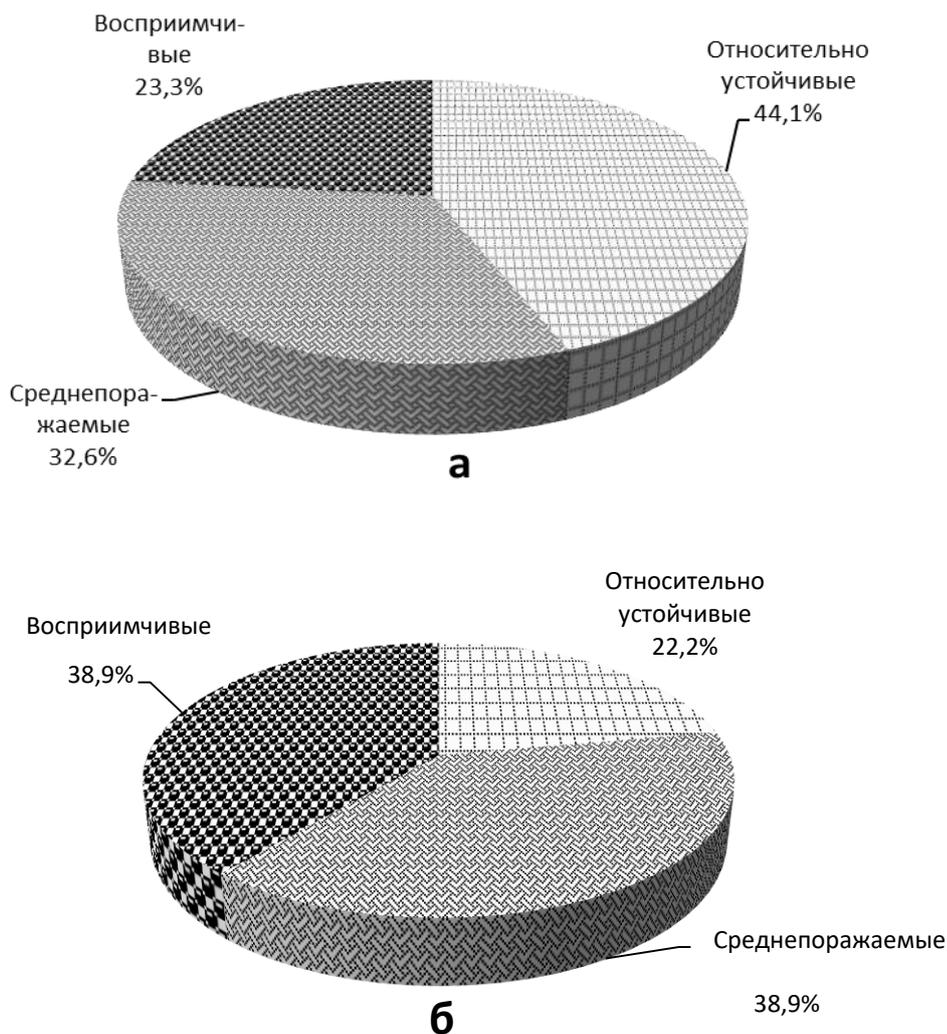


Рис. 2. Устойчивость сортов вишни к монилиальному ожогу (*Monilia cinerea* Bon.):

а) Группа I; б) Группа II

(НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР»)

Fig. 2. Resistance varieties of cherry to *Monilia cinerea* Bon.:

а) Group I; б) Group II

(Pavlovsk and Pushkin laboratories of VIR)

Группа II включает только 22,2% относительно устойчивых сортов (рис. 2б). В их число вошли: 'Бордовая', 'Нижнекамская', 'Уралочка'. Группы среднепоражаемых и

восприимчивых представлены равным числом сортов - по 38,9%. В сильной степени поражались сорта 'Горьковская', 'Рубиновая', 'Щедрая', 'Вахитовская', 'Захаровская',

'Незябка'. Сорты черешни в полевых условиях проявляли большую устойчивость к монилиальному ожогу в сравнении с вишней. По степени устойчивости они были дифференцированы на: высокоустойчивые (поражение 0 баллов), относительно устойчивые (1–2 балла), среднепоражаемые (2,1–3 балла). Степень поражения сортов монилиальным ожогом и монилиозом плодов различна. Подавляющее большинство сортов черешни (92%) характеризовались относительной устойчивостью к монилиальному ожогу (рис. 3а). В группу среднепоражаемых вошли 8%. В их числе: 'Veidenbergi' и гибрид 2-4-46.

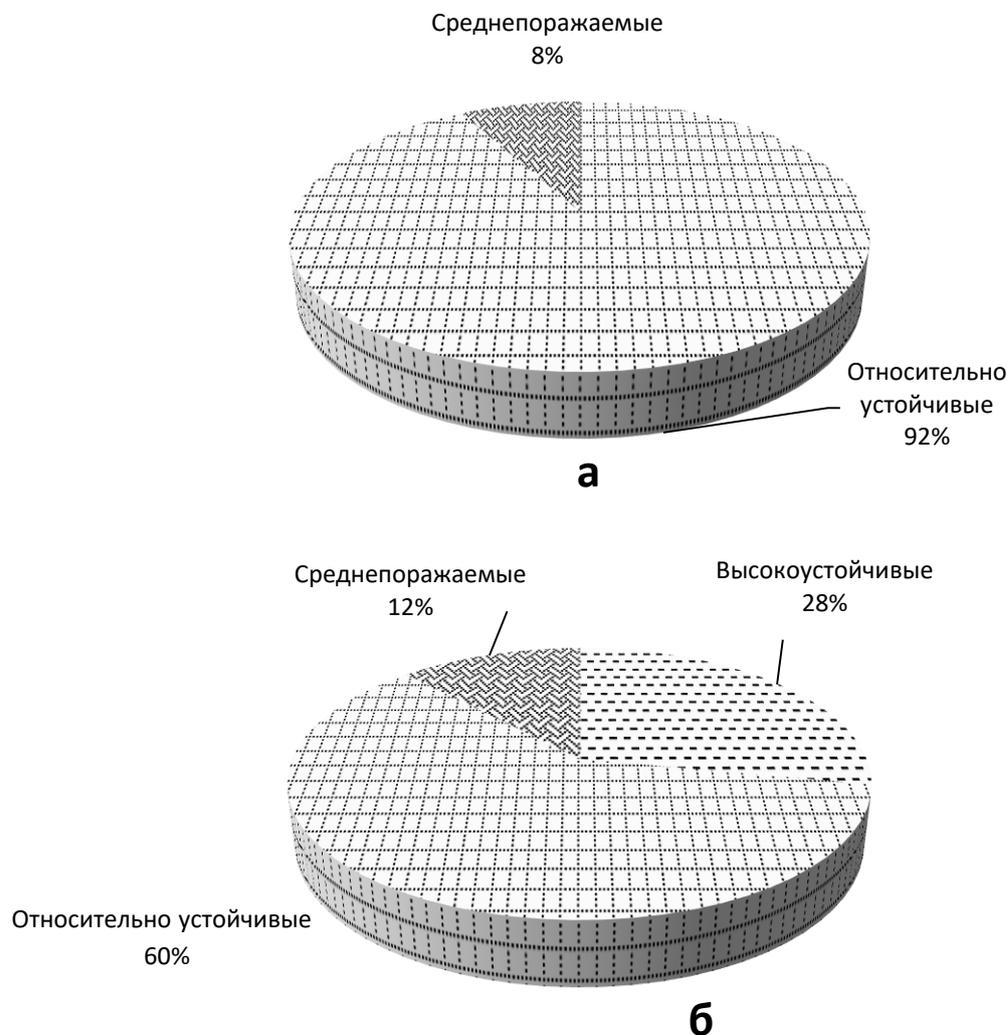


Рис. 3. Устойчивость сортов черешни:

а) к монилиальному ожогу (*Monilia cinerea* Bon.); б) к монилиозу плодов (*Monilia fructigena* Pers.) (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР»)

Fig. 3. Resistance of sweet cherry varieties

а) to monilial burn (*Monilia cinerea* Bon.); б) to moniliosis fruit (*Monilia fructigena* Per.) (Pavlovsk and Pushkin laboratories of VIR)

Группа высокоустойчивых сортов к монилиозу плодов составила 28% (рис. 3б). В их число вошли – 'Ленинградская Розовая', 'Anne', 'Kati', 'Kristina', 'С-ц Козловской', 'Черешня из Бережного', гибрид 2-4-46. Относительно устойчивые сорта составили 60%. Это: 'Козловская', 'Polli Murel', 'Meelika', 'Алебастровая', 'Скребловская', 'Первенец', 'Сердечко', 'Тõmmu', и др. Сортов

со средним поражением оказалось 12% – 'Veidenbergi', 'Красная Плотная' и др.

Динамику развития монилиального ожога изучали в годы эпифитотийного развития болезни на 70-ти сортах вишни (табл. 4). Развитие монилиального ожога на относительно устойчивых сортах начиналось с единичных поражений отдельных цветков

(0–1 балл), затем поражение побегов достигало 1–2-х баллов. На среднепоражаемых сортах развитие монилиального ожога во время цветения достигало 1-2 баллов, при максимальном поражении побегов до 3-х баллов. Лишь у сортов 'Жагарская', 'Загорьевская', относящихся к **Группе I**, и сортов 'Анюта Казанцева', 'Стандарт Урала', 'Полжир', относящихся к **Группе II**, развитие болезни во время цветения достигало 3-х баллов. Восприимчивые сорта уже во время цветения поражались на 2–5 баллов, при максимальном поражении побегов 3,5–5 баллов. Корреляции между показателями поражения цветков и побегов в **Группе I** и **Группе II** составили, соответственно, $r = 0,75$ и $r = 0,67$.

Таблица 4. Поражение монилиальным ожогом цветков и побегов вишни (*Monilia cinerea* Bon.) в годы эпифитотий (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2004–2006 гг.; приведено по: Орлова, Юшев, 2011а)
Table 4. Defeat of flowers and shoots of cherry to *Monilia cinerea* Bon. in the epiphytoticies («Pushkin and Pavlovsk laboratories of VIR», 2004–2006; by Orlova, Yushev, 2011a)

Сорт	Поражение, балл		Максимальный балл поражения	$\sqrt{X+1}$
	цветки	побеги		
Группа I: <i>Cerasus vulgaris</i>				
Краса Татарии	$\frac{0-1}{0,5}$	1	1	1,5
Зарница	$\frac{0-1}{1}$	1	1	1,5
Кramerі	$\frac{0-1}{0,5}$	1	1	1,5
Радуга	$\frac{0-1}{0,5}$	1	1	1,5
Аморель Никифорова (К)	1	$\frac{1-2}{1,5}$	2	1,7
Еникеевка	1	$\frac{1-2}{1,5}$	2	1,7
Булатниковская	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-2}{1,5}$	2	1,7
Молодежная	$\frac{1-2}{1,5}$	2	2	1,7
Tartu	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-2}{1,5}$	2	1,7
Шубинка	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-2,5}{1,75}$	2,5	1,9
Заря Татарии	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{2-3}{2,5}$	3	2
Новая Мензелинская	$\frac{1-2}{2,3}$	$\frac{1-3}{2}$	3	2
Владимирская (К)	$\frac{0-2}{1}$	$\frac{0-3}{1,5}$	3	2
Жагарская	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{2-3}{2,5}$	3	2
Загорьевская	$\frac{1-3}{1,8}$	$\frac{2-3}{2,5}$	3	2
Ленинградская превосходная	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{2-3}{2,5}$	3	2
Жуковская	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{1-3,5}{2,3}$	3,5	2,1
Первоцвет	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{1-3,5}{2,3}$	3,5	2,1
Малиновка	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-4}{2,5}$	4	2,2
Шпанка Шимская	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{1-4}{2,5}$	4	2,2
Тверитиновская	1–2	1–4	4	2,2

Сорт	Поражение, балл		Максимальный балл поражения	$\sqrt{X+1}$
	цветки	побеги		
	1,5	2,5		
Труженица Татарии	3	$\frac{3-5}{3,7}$	5	2,5
Прима	$\frac{1-3}{3}$	$\frac{1-5}{3}$	5	2,5
Теньковская	$\frac{1-2}{1,5}$	5	5	2,5
НСР ₀₅				1,39
Группа II: гибриды <i>C. vulgaris</i> × <i>C. fruticosa</i> с доминированием генотипа <i>C. fruticosa</i>				
Бордовая	$\frac{0-2}{1}$	$\frac{1-2}{1,5}$	2	1,7
Нижекамская	$\frac{1-2}{1,3}$	$\frac{0-2}{1}$	2	1,7
Уралочка	$\frac{0-2}{1}$	$\frac{0-2}{1}$	2	1,7
Анюта Казанцева	$\frac{1-3}{2}$	3	3	2
Загребинская	$\frac{1-2}{1,5}$	3	3	2
Стандарт Урала	$\frac{1-3}{1}$	$\frac{1-3}{1}$	3	2
Уральская рубиновая	$\frac{1-3}{2}$	3	3	2
Полжир	$\frac{1-3}{2,3}$	$\frac{1-3}{2}$	3	2
Урожайная	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-3}{2}$	3	2
Элита рубиновая	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-3}{2}$	3	2
Горьковская	$\frac{1-3,5}{2,3}$	$\frac{1-3,5}{2,5}$	3,5	2,1
Рубиновая (К)	$\frac{1-4}{2,5}$	$\frac{2-4}{3}$	4	2,2
Костычевская поздняя	$\frac{1-4}{2,5}$	$\frac{1-4}{2,5}$	4	2,2
Щедрая	$\frac{1-3}{2}$	$\frac{1-4}{2,5}$	4	2,2
Вахитовская	3	$\frac{3,5-4,5}{4}$	4,5	2,4
Захаровская	$\frac{3-5}{4}$	5	5	2,5
Незябка	$\frac{2-3}{2,5}$	$\frac{2-5}{3,5}$	5	2,5
НСР ₀₅				1,13

Анализ динамики развития монилиоза в годы эпифитотийного развития болезни на сортах черешни показал существенные различия в степени поражения генеративных и вегетативных органов растений (табл. 5). Развитие болезни на относительно устойчивых сортах начиналось от единичных поражений отдельных цветков от 2-х баллов, затем поражение побегов достигало 1–2-х баллов, при максимальном поражении плодов до 2 баллов. У ряда относительно устойчивых сортов отмечено поражение монилиальным ожогом, но при этом отсутствовал монилиоз плодов. К таким отнесены – 'Anne', 'Ленинградская Розовая', 'Kristina', 'Kati', 'С-ц Козловской'. У сорта 'Meelika' поражение

монилиальным ожогом достигало 2 баллов, при максимальном поражении плодов до 1-го балла. На среднепоражаемых сортах развитие монилиального ожога составило 3 балла, при максимальном поражении плодов до 3-х баллов. Лишь у гибрида 2-4-46 отмечено развитие монилиального ожога до 3-х баллов, но при этом полностью отсутствовал монилиоз плодов. Это подтверждается корреляционным анализом. Выявлены: высокая положительная корреляция между показателями поражения цветков и побегов ($r = 0,91$) и слабая – между показателями поражения монилиальным ожогом и монилиозом плодов ($r = 0,20$).

Самоплодность образцов. Вишня относится к самобесплодным растениям, поэтому выявление самоплодных сортов важно с точки зрения получения гарантированных урожаев. Самоплодность – важнейшее свойство, указывающее на возможность образца формировать плоды при неблагоприятных для опыления погодных условиях. В 70-х годах на 35 сортах были поставлены опыты по определению степени самоплодности. Согласно существующим методикам сорт, формирующий 10–25% плодов, относится к самоплодным, 0–4% – самобесплодным, сорта, формирующие промежуточный процент плодов, – частично самоплодные. Лишь один сорт – 'Тамбовчанка', проявил себя, как самоплодный (12,9%). Склонность к самоплодности проявили 'Аморель Никифорова', 'Коростынская', 'Рубиновая', 'С-ц Ефимова', 'С-ц Шпанки' (Yushev, Rakhmanova, 1974).

Таблица 5. Поражение черешни монилиозом в годы эпифитотий (НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2004–2006 гг.; по: Орлова, Юшев, 2011б)

Table 5. Defeat of sweet cherry tu *Monilia fructigena* Pers. in the years epiphytities («Pushkin and Pavlovsk laboratories of VIR», 2004–2006; by Orlova, Yushev, 2011b)

Сорт	Поражение, балл			Максимальный балл поражения	$\sqrt{X+1}$
	цветки	побеги	плоды		
Anne	$\frac{0-1}{0,5}$	1	0	1	1,5
Ленинградская розовая	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{0-1}{0,5}$	0	1	1,5
Козловская	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{0-1}{0,5}$	1	1	1,5
Kristina	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{0-1}{0,5}$	0	1	1,5
Kati	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{0-1}{0,5}$	0	1	1,5
Polli Murel	$\frac{0-1}{0,5}$	1	1	1	1,5
Piret	1	1	$\frac{0-2}{0,75}$	2	1,7
Meelika	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-2}{1,5}$	1	2	1,7
С-ц Козловской	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-2}{1,5}$	0	2	1,7
Алебастровая	$\frac{0-2}{1}$	$\frac{0-2}{1}$	$\frac{0-2}{1}$	2	1,7
Первенец	$\frac{0-2}{1}$	$\frac{0-2}{1}$	$\frac{0-2}{1}$	2	1,7
Скребловская	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{1-2}{1,5}$	2	2	1,7
Первенец	$\frac{0-2}{1}$	$\frac{0-2}{1}$	2	2	1,7
Сердечко	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{0-1}{0,5}$	2	2	1,7
Снегурочка	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{1-2}{1,5}$	2	2	1,7
Tõmmu	1	$\frac{1-2}{1,5}$	2	2	1,7
Priima	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{1-2}{1,5}$	2	1,7
Красная сладкая	$\frac{0-1}{0,5}$	$\frac{0-1}{0,5}$	2	2	1,7
Veidenbergi	$\frac{1-3}{1,5}$	$\frac{1-3}{1,5}$	$\frac{2-3}{2,5}$	3	2,0
Красная Плотная	$\frac{0-2}{1}$	$\frac{1-2}{1,5}$	$\frac{2-3}{2,5}$	3	2
НСР ₀₅					0,69

В дальнейшем опыт был продолжен на 33 сортах. Как показало изучение, лучшие показатели имели 'Апухтинская' (25,1%), 'Шакировская' (14,3%), 'Щедрая' (20,9 %). Частичную самоплодность показали: 'Владимирская' (9,9%), 'Горьковская' (9,6%), 'Десертная волжская' (6,1%), 'Еникеевка' (8,3%), 'Ленинградская превосходная' (7,8%), 'Молодежная' (8,3%), 'Krameri' (7,5%), 'Tartu' (6,0%). Все остальные сорта оказались самобесплодными или показывали нестабильную завязываемость плодов. Из опыта следовал подтверждающий вывод, что между самоплодностью и урожайностью существует высокая ($r = 0,67$) корреляционная зависимость (Orlova, Yushev, 2008; 2009).

Заключение

Вишня важнейшая косточковая плодовая культура в садах Северо-Западного региона. Несмотря на нестабильные урожаи ее с успехом выращивает население, особенно в Ленинградской, Новгородской, Псковской и других областях. Единственным научным учреждением, занимающимся сбором, сохранением и изучением адаптивности сортов является ВИР. Исследования осуществляются на научной производственной базе «Павловские и Пушкинские лаборатории ВИР», где собран генофонд из северных регионов России, Средней полосы, Урала, Поволжья и др. в количестве 243 генотипов вишни обыкновенной и кустарниковой и 52 черешни. Выявление лучших из них и рекомендации по использованию для селекционного улучшения культуры в северных регионах было для нас основной задачей в изучении.

Авторы в течение 50-ти лет проводили комплексное изучение важнейших селекционных и хозяйственных признаков обширного сортимента.

В результате многолетнего изучения из генофонда вишни научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» выделены сорта для практического использования и источники ценных признаков для селекции на:

– морозо- и зимостойкость: 'Вахитовская', 'Горьковская', 'Полжир', 'Нижекамская', 'Снежинка', 'Стандарт Урала', 'Рубиновая', 'Уральская рубиновая', 'Уралочка',

'Урожайная', 'Щедрая', 'Маяк', 'Уралочка', 'Желанная', 'Свердловчанка', 'Шакировская', 'Заря Татарии', 'Костычевская', 'Шубинка', 'Растунья', 'Пламенная', 'Тверитиновская', относящиеся по генотипу к вишне кустарниковой – *C. fruticosa*;

– высокую самоплодность: 'Апухтинская', 'Лотовая', 'Любская', 'Шакировская', 'Щедрая', 'Вянок', 'Evans', 'Рубин';

– крупноплодность: 'Юбилей Казани' (масса 1 плода 4,67 г), 'Тамарис' (масса 1 плода 4,4 г);

– высокую полевую устойчивость к коккомикозу (балл поражения 1...2): 'Аморель Никифорова', 'Владимирская новая', 'Аморель королевская', 'Вахитовская', 'Тамбовчанка' 'Снежинка', 'Крупноплодная Горшкова', 'Звездочка', 'Морель Харитоновой', 'Мускатная', 'Нижекамская', 'Орловская ранняя', 'Щедрая', 'Горьковская', 'Заря Татарии', 'Севастьяновская', 'Юбилей Казани', 'Растунья', 'Стандарт Урала', 'Степная красавица';

– высокую полевую устойчивость к монилиозу (балл поражения 1...2): 'Аморель Никифорова', 'Булатниковская', 'Вахитовская', 'Еникеевка', 'Захаровская', 'Краса Татарии', 'Молодежная', 'Склянка розовая', 'Незябка', 'Нижекамская', 'Уралочка'.

Проведенное многолетнее исследование позволило определить уровень полевой устойчивости сортов вишни и черешни к монилиозу в обычные по среднестатистическим погодным показателям и эпифитотийные годы. Выделены относительно устойчивые сорта вишни, по генетическому происхождению относящиеся к виду *C. vulgaris* – 'Краса Татарии', 'Зарница', 'Krameri', 'Радуга', 'Аморель Никифорова', 'Булатниковская', 'Еникеевка', 'Молодежная', 'Tartu' и его гибридам с доминированием признаков *C. fruticosa* – 'Бордовая', 'Нижекамская', 'Уралочка'. Выявлены высокоустойчивые к монилиозу плодов сорта черешни – 'Ленинградская Розовая', 'Anne', 'Kati', 'Kristina', 'С-ц Козловской', 'Черешня из Бережного', гибрид 2-4-46. Показаны существенные различия в поражении сортов, относящихся к видам *C. vulgaris*, *C. fruticosa* и *C. avium*. Выявлены высокая положительная корреляция между поражением цветков и побегов у вишни и черешни, и слабая корреляция между монилиальным ожогом и монилиозом плодов черешни.

References/Литература

- Eliseev I. P., Karamysheva V. I., Saraeva T. G., Yushev A. A.* Investigation of fruit crops of Middle Povolzh'e // *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1973, vol. 49, no. 1, pp. 110–123. [in Russian] *Елисеев И. П., Карамышева В. И., Сараева Т. Г., Юшев А. А.* Обследование плодовых Среднего Поволжья // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 1973. Т. 49. Вып. 1. С. 110–123.
- Karamysheva V. I., Yushev A. A.* Wild fruits crops of Central-Blacksoil state prof. V. V. Alehin reserve // *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1973, vol. 50, no. 3, pp. 163–168 [in Russian] *Карамышева В. И., Юшев А. А.* Дикорастущие плодовые Центрально-Черноземного государственного заповедника им. проф. В. В. Алехина // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 1973. Т. 50. Вып. 3. С. 163–168.
- Karamysheva V. I., Yushev A. A., Saraeva T. G.* Local fruit crops of Central and Central – Blacksoil region of RSPHSR // *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1975, vol. 54, no. 3, pp. 79–92 [in Russian] *Карамышева В. И., Юшев А. А., Сараева Т. Г.* Местные плодовые Центрального и Центрально-Черноземного районов РСФСР // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 1975. Т. 54. Вып. 3. С. 79–92.
- Maierova V. I., Yushev A. A., Guljaeva N. N.* Wild fruits crops and local varieties of Predural'ja and Tatarii // *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*. 1978, vol. 61, no. 2, pp. 29–40 [in Russian] *Майорова В. И., Юшев А. А., Гуляева Н. Н.* Дикорастущие плодовые и местные сорта Предуралья и Татарии // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 1978. Т. 61. Вып. 2. С. 29–40.
- Orlova S. Yu., Yushev A. A.* The results of the variety research of cherries near St. Petersburg // «The role of cultivars and new technologies in intensive horticulture» Orel, 2003, pp. 392–394 [in Russian] *Орлова С. Ю., Юшев А. А.* Результаты сортоизучения вишни под Санкт-Петербургом // «Роль сортов и новых технологий в интенсивном садоводстве. ОREL. 2003. С. 392–394.
- Orlova S. Yu., Yushev A. A.* Evaluation of self-fertility cherries in the North-Western region of Russia // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. Moscow, 2008. Vol. XX, pp. 186–191 [in Russian] *Орлова С. Ю., Юшев А. А.* Оценка самоплодности вишни в условиях Северо-Западного региона России // *Плодоводство и ягодоводство России*. Москва, 2008. Т. XX. С. 186–191.
- Orlova S. Yu., Yushev A. A.* Self-fertility is important // *Garden and Vegetable Garden*, 2009, no. 3, pp. 32–34 [in Russian] *Орлова С. Ю., Юшев А. А.* Самоплодность – это важно // *Сад и Огород*. 2009. № 3. С. 32–34.
- Orlova S. Yu., Yushev A. A.* Resistance to *Coccomyces hiemalis* Higg. on sour cherry cultivars in Northwestern Russia // *Improvement of sortiment and technology for growing fruits and berries crops*. Orel, 2010, pp. 164–166 [in Russian] *Орлова С. Ю., Юшев А. А.* Устойчивость сортов вишни к коккомикозу в условиях Северо-Запада России // *Совершенствование сортамента и технологий возделывания плодовых и ягодных культур*. ОREL. 2010. С. 164–166.
- Orlova S. Yu., Yushev A. A.* Cherry adaptivity in northern conditionsof the European part of Russia // «Techniques for increasing the adaptability of stone fruit crops, questions of nursing and widening the boundaries of horticulture» Chelyabinsk, 2011a, pp. 11–112 [in Russian] *Орлова С. Ю., Юшев А. А.* Адаптивность вишни в северных условиях Европейской части России // *Сб. материалов международного симпозиума «Проблемы повышения адаптивности косточковых культур, вопросы осеверения и расширения границ садоводства*. Челябинск, 2011а. С. 110–112.
- Orlova S. Ju., Yushev A. A.* Resistance to *Monilia cinerea* Bon. of sour and sweet cherry varieties in Nort-Western Russia // *Fruit Growing*. Vol. 23. Minsk, 2011b, pp. 297–306 [in Russian] *Орлова С. Ю., Юшев А. А.* Устойчивость сортов вишни и черешни к монилиальному ожогу в условиях Северо-Запада России // *Сб. Плодоводство*. Т. 23. Беларусь. Минск, 2011б. С. 297–306.
- Program and methodology of researching the collection of fruit, berry, subtropical, nut crops and grapes // 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 sorting of fruit, berry and nut-bearing crops. Michurinsk: VNIIS, 1980, 532 p.* [in Russian] *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур*. Мичуринск: ВНИИС, 1980. 532 с.
- Program and methodology of sorting of fruit, berry and nut-bearing crops // Orel: VNIISPK, 1999, 608 p.* [in Russian] *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур // ОREL: ВНИИСПК. 1999. 608 с.*
- Yushev A. A., Rakhmanova A. N.* Variety study of cherries at Pavlovsk Experimental Station VIR // *Bulletin of on Applied Botany, Genetics and Plant Breeding*, 1974, vol. 52, no. 3, pp. 130–143 [in Russian] *Юшев А. А., Рахманова А. Н.* Сортоизучение вишни на Павловской опытной станции ВИР // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 1974. Т. 52. Вып. 3. С. 130–143.
- Yushev A. A., Orlova S. Yu.* Frost resistance and stability of cherry to coccomicosis due to improved

- sortiment in the northwestern region of Russia // Theses of reports and speeches at the international scientific-methodical conference «The state of the sortiment of fruit and berry crops and the selection problem». Orel, 1996, pp. 295–298 [in Russian] Юшев А. А., Орлова С. Ю. Морозостойкость и устойчивость вишни к коккомикозу в связи с улучшением сортимента в Северо-Западном регионе России // Тезисы докладов и выступлений на международной научно-методической конференции «Состояние сортимента плодовых и ягодных культур и задачи селекции». Орел. 1996. С. 295–298.
- Yushev A. A., Orlova S. Yu. Cherry sortiment in northern latitudes // Materials of the international scientific-practical conference... Kirov, 2005, pp. 81–86 [in Russian] Юшев А. А., Орлова С. Ю. Сортимент вишни в северных широтах // Материалы международной научно-практической конференции... Киров. 2005. С. 81–86.
- Yushev A. A., Orlova S. Yu. Evaluation of winter hardiness of the cherry gene pool in the North-West region // Abstracts of the 2nd Vavilov International Conference «Genetic Resources of Cultivated Plants in the 21–st Century: Status, Problems, Perspectives». St. Peterburg, 2007, pp. 658–660 [in Russian] Юшев А. А., Орлова С. Ю. Оценка зимостойкости генофонда вишни в условиях Северо-Западного региона // Тезисы докладов 2-й Вавиловской Международной конференции «Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. Состояние, проблемы, перспективы». СПб., 2007. С. 658–660.
- Yushev A. A., Orlova S. Yu. Results of studying the adaptive qualities of sour and sweet cherry varieties in northern growing conditions // Proceeding on Applied Botany, Genetics and Breeding. St. Peterburg: VIR, 2009, pp. 601–607 [in Russian] Юшев А. А., Орлова С. Ю. Итоги изучения адаптивных качеств сортов вишни и черешни в северных условиях выращивания // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. СПб: ВИР, 2009. С. 601–607.
- Yushev A. A., Orlova S. Yu. Book about cherry // Chelyabinsk: NPO «Sad i ogorod», 2013, 120 p. [in Russian] Юшев А. А., Орлова С. Ю. Книга о вишне. Челябинск: НПО «Сад и огород», 2013. 120 с.

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-82-90

УДК 575.12:633.854

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

И. Н. Анисимова,
Ю. И. Карабичина,
Н. В. Алпатьева,
Е. Б. Кузнецова,
В. А. Гаврилова,
Е. Е. Радченко

Федеральный исследовательский
центр
Всероссийский институт
генетических ресурсов
растений имени Н. И. Вавилова,
190000, Россия,
Санкт-Петербург, ул. Б. Морская
д. 42, 44,
e-mail: irina_anisimova@inbox.ru

Ключевые слова:

ЦМС, восстановление фер-
тильности, гены *Rf*, *RFL-PPR*,
молекулярно-генетические
маркеры

Поступление:

23.07.2017

Принято:

21.08.2017

ПОЛИМОРФНЫЕ ВАРИАНТЫ *RFL-PPR*-ГЕНОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА КАК МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ

Актуальность. В селекции гибридов подсолнечника широко используется цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) РЕТ1-типа. Для восстановления фертильности пыльцы на фоне данного типа стерильности необходимо присутствие в генотипе доминантного аллеля *Rf1*. Молекулярные механизмы признака восстановления фертильности и природа локуса *Rf1* подсолнечника до сих пор не известны. Для позиционного клонирования и создания функциональных маркеров гена *Rf1* могут быть использованы молекулярные маркеры, разработанные на основе *RFL-PPR*-генов, продуктами которых являются PPR-белки, связанные с экспрессией признака восстановления фертильности. Цель настоящего исследования – выяснение возможности использования полиморфных вариантов *RFL-PPR*-генов в качестве молекулярно-генетических маркеров. Материал и методы. Изучена 131 линия генетической коллекции подсолнечника ВИР, в том числе 9 стерильных линий на основе ЦМС РЕТ1 и 122 фертильные линии, различавшиеся по способности к супрессии фенотипа ЦМС при скрещиваниях. Молекулярный анализ выполнен с использованием трех пар праймеров специфичных для ассоциированного с ЦМС РЕТ1 митохондриального локуса *orfH522* и ядерного гена *Rf1*, а также двух пар праймеров, специфичных для гомологов *RFL-PPR*-генов. Для идентификации SNP в последовательностях фрагментов *RFL-PPR*-генов QHL12D20 и B20M13 использовали рестриктазы *HaeIII* и *RsaI*. В F₂ гибрида ВИР116А×ВИР740 анализировали характер наследования признака восстановления фертильности, SCAR-маркеров гена *Rf1* и CAPS-маркера фрагмента QHL12D20. Результаты и выводы. В зависимости от типа цитоплазмона и генотипов по локусу *Rf1* выделены три группы линий: стерильные (ЦМС РЕТ1), фертильные с F цитоплазмой (восстановители и закрепители стерильности) и фертильные с S цитоплазмой (все – восстановители фертильности). Методом гибридологического анализа подтверждено тесное сцепление маркерных фрагментов HRG01 и HRG02 с локусом *Rf1*. У изученных линий обнаружены по два варианта фрагментов QHL12D20 и B20M13, отличающиеся единичными нуклеотидными заменами (SNP), для идентификации которых разработаны CAPS-маркеры. Варианты маркеров L12/*HaeIII*_1 и B20/*RsaI*_1 ассоциированы присутствием в генотипе доминантного аллеля *Rf1*, тогда как L12/*HaeIII*_2 и B20/*RsaI*_2 чаще обнаруживались у носителей рецессивного. Несмотря на то, что у изученных линий варианты последовательностей *RFL-PPR*-генов ассоциированы с аллельным состоянием локуса *Rf1*, в F₂ от скрещивания ВИР16А × ВИР740 фрагмент QHL12D20 наследовался независимо от признака восстановления фертильности пыльцы. *RFL-PPR*-гены могут служить источником молекулярно-генетических маркеров для паспортизации генофонда, молекулярного картирования, а также филогенетических исследований у подсолнечника.

N. Anisimova,
Yu. I. Karbitsina,
N. V. Alpatieva,
E. B. Kuznetsova,
V. A. Gavrilova,
E. E. Radchenko

The N. I. Vavilov
All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources
190000, Russia,
42, 44, Bolshaya Morskaya str.,
St. Petersburg
e-mail: irina_anisimova@in-
box.ru

Key words:

CMS, fertility restoration, Rf, RFL-PPR, molecular genetic markers

Received:

23.07.2017

Accepted:

21.08.2017

POLYMORPHIC VARIANTS OF SUNFLOWER *RFL-PPR* GENES AS MOLECULAR GENETIC MARKERS

Background. Cytoplasmic male sterility of PET1 type is widely used in sunflower hybrid seed production. For pollen fertility restoring the presence in the genotype of the *Rfl* dominant allele is necessary. The molecular mechanisms of pollen fertility restoration and the nature of the *Rfl* locus of sunflower are so far unknown. For positioning cloning and developing functional markers of the *Rfl* genes the molecular markers based on *RFL-PPR* genes can be used. The products of *RFL-PPR* genes are the PPR-proteins associated with the expression of pollen fertility restoration trait. The research was aimed to evaluating the possibility for using the *RFL-PPR* genes polymorphic variants as molecular genetic markers. Materials and methods. One hundred and thirty one sunflower lines from VIR collection including 9 sterile lines based on CMS PET1 and 122 fertile lines differing by the ability to suppress CMS phenotype in crosses were studied. The molecular analysis was performed with the use of three primer pairs specific for the CMS PET1 associated locus orfH522 and nuclear gene *Rfl*, and also two primer pairs specific for *RFL-PPR* homologs. The restrictases *HaeIII* and *RsaI* were used for the identification of SNPs in the sequences of the *RFL-PPR* gene fragments QHL12D20 and B20M13. The inheritance of pollen fertility restoration trait, presence of the *Rfl* gene SCAR markers and the CAPS marker of the QHL12D20 fragment was analyzed in the F2 hybrid VIR116A×VIR740. **Results and conclusions.** Three groups of lines – the sterile (CMS PET1), the fertile with F cytoplasm (restorers and maintainers), and the fertile with S cytoplasm (all fertility restorers) – were singled out depending on the cytoplasm type and genotypes for the *Rfl* locus. With the use of hybridological analysis a close linkage of the marker fragments HRG01 and HRG02 with the *Rfl* locus was confirmed. In the lines analyzed two variants of each QHL12D20 and B20M13B fragments were revealed which differed by single nucleotide substitutions (SNPs). CAPS markers have been elaborated for identification of the SNPs. The marker variants L12/*HaeIII*_1 and B20/*RsaI*_1 were associated with the presence of the *Rfl* dominant allele whereas the variants L12/*HaeIII*_2 и B20/*RsaI*_2 more often were found among the recessive allele carriers. Despite in lines of sunflower genetic collection the *RFL-PPR* gene variants were associated with the allelic state of the *Rfl* locus, in the F2 hybrid VIR116A × VIR740 the fragment QHL12D20 was inherited independently on the pollen fertility restoration trait. *RFL-PPR* genes can serve as sources of molecular genetic markers for passportization of sunflower gene pool, molecular mapping and also for phylogenetic studies.

Введение

Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) – наследуемый по материнской линии признак, проявляющийся в неспособности растения продуцировать нормальную (фертильную пыльцу). Явление ЦМС, описанное более чем у 150 видов растений (Ivanov, Dymshits, 2007), широко используется для получения гибридных семян ряда экономически важных сельскохозяйственных культур (кукурузы, рапса, подсолнечника, капусты). ЦМС чаще всего возникает в результате отдаленной гибридизации и обусловлена перестройками митохондриального генома. В большинстве случаев стерильность вызывают абберрантные митохондриальные гены, продукты которых губительны для развития пыльцы. Эффекты ЦМС-генов преодолеваются при введении в генотип функциональных аллелей ядерных генов восстановления фертильности (*Rf* – *Restoration of Fertility*). Селекция гетерозисных гибридов включает создание материнских стерильных линий ЦМС и отцовских линий-восстановителей фертильности, которые несут функциональные (как правило, доминантные) аллели генов *Rf*. Для тестирования родительских линий по признаку способности к супрессии фенотипа ЦМС стерильные линии скрещивают с предполагаемыми восстановителями и полученные гибриды F1 оценивают по признаку фертильности пыльцы. Этот процесс может быть ускорен при использовании функциональных (аллель-специфичных) либо тесно сцепленных с локусами генов *Rf1* молекулярных маркеров. У многих культур возможности разработки таких маркеров ограничены в связи с отсутствием сведений о природе генов восстановления фертильности.

Большинство описанных к настоящему времени генов *Rf*, за небольшими исключениями, кодируют PPR-белки, содержащие повторяющиеся вырожденные мотивы из 35 аминокислотных остатков (Pentatricopeptide Repeats, PPR). У цветковых растений семейство PPR-генов, насчитывающее до 600 членов, вовлечено в антероградную/ретроградную регуляцию, обеспечивающую согласованную работу ядерного и органельного геномов. Гены, продукты которых обладают функцией восстановления фертильности, выделены в отдельное подсемейство *RFL-PPR* (*Restoration of Fertility Like-PPR*), характеризующееся высокой изменчивостью и кластерной организацией в геномах

(Fujii et al., 2011). Полагают, что аллель-специфичные маркеры *RFL-PPR*-генов могут быть использованы для позиционного клонирования генов восстановления фертильности, а также для эффективного отбора носителей функциональных аллелей локусов *Rf* (Kaur et al., 2016; Sykes et al., 2016). Кроме того, исключительно высокая скорость эволюции подсемейства *RFL-PPR*-генов (Dahan, Mireau, 2013), а также важная роль ЦМС и восстановления фертильности в формировании новых видов (Rieseberg, Blackman, 2010) позволяют рассматривать их источник молекулярных маркеров для филогенетических исследований.

В селекции подсолнечника используется преимущественно один тип ЦМС – PET1, полученный в результате межвидового скрещивания *Helianthus petiolaris* Nutt. и *H. annuus* L. (Leclercq, 1969). Идентифицирован главный ядерный ген *Rf1*, доминантный аллель которого определяет признак восстановления фертильности пыльцы форм с ЦМС PET1. Молекулярные механизмы признака восстановления фертильности и природа гена *Rf1* подсолнечника до сих пор не известны. Впервые возможность использования в маркер-опосредованной селекции молекулярных маркеров, разработанных на основе полиморфизма геномных последовательностей, гомологичных генам *Rf* других растений, продемонстрировали Б. Ю с соавторами (Yue et al., 2007). TRAP-маркер, специфичный для локуса QHL12D20, использован для отбора носителей рецессивного аллеля *rf1* из расщепляющейся гибридной популяции кондитерского подсолнечника (Yue et al., 2007). Впоследствии в геноме подсолнечника был идентифицирован ряд последовательностей, предположительно представлявших *RFL-PPR*-гены (Yue et al., 2010) и изучен полиморфизм некоторых из них (Anisimova et al., 2014a). Однако данные о связи между полиморфизмом последовательностей *RFL-PPR*-генов и аллельным состоянием локуса *Rf1* отсутствуют. Цель настоящего исследования – выяснение возможности использования полиморфных вариантов *RFL-PPR*-генов в качестве молекулярно-генетических маркеров у подсолнечника. В задачи работы входило изучение молекулярных маркеров *RFL-PPR*-генов в выборке линий генетической коллекции подсолнечника ВИР и оценка их диагностической ценности для идентификации носителей доминантного и рецессивного аллелей гена *Rf1*.

Материал и методы

Материалом исследования служили 131 линия генетической коллекции ВИР, в том числе 9 стерильных линий на основе ЦМС РЕТ1 и 122 фертильные линии, различавшиеся по способности к супрессии фенотипа ЦМС при скрещиваниях. Наличие признака восстановления фертильности пыльцы оценивали в разные годы путем парных скрещиваний фертильных линий со стерильными тестерными линиями и индивидуальным анализом по потомству F_1 и F_2 .

Изученный материал репродуцирован на филиале Кубанская опытная станция ВИР (Краснодарский край). Расщепляющаяся гибридная популяция F_2 от скрещивания ВИР116А×ВИР740 была высеяна в 2015 г. в Пушкинском филиале ВИР. Проявление признака восстановления фертильности пыльцы оценивали на стадии цветения путем визуального осмотра растений. Листья индивидуальных растений собирали через 4 недели после появления всходов, замораживали, хранили при -20°C и затем использовали для получения ДНК.

Фракции суммарной ДНК были выделены из листьев гибридных растений F_2 и

этиолированных семядолей 7-дневных проростков линий с помощью модифицированного протокола, основанного на использовании СТАВ-буфера (Anisimova et al., 2010). Для проведения ПЦР-анализа использовали оригинальные и отобранные из литературных источников праймеры (табл. 1). ПЦР-анализ проводили в соответствии с протоколами, рекомендованными разработчиками праймеров, а также оптимизированными в настоящем исследовании. Продукты амплификации разделяли электрофорезом в агарозном геле и визуализировали путем окрашивания бромистым этидием. Рестрикционный анализ амплифицированных фрагментов проводили в соответствии с рекомендованными протоколами фирмы-производителя рестриктазы (Thermo Fisher Scientific). В качестве маркеров молекулярного веса использовали 100bp DNA Ladder (Fermentas) и M100bp DNA Ladder (Dialat).

Реактивы для ПЦР получены от фирмы Диалат (<http://www.dialat.ru>) Прочие расходные материалы для проведения ПЦР и электрофореза предоставлены фирмой Хеликон (<http://www.helicon.ru>). Праймеры синтезированы ЗАО Евроген (<http://www.evrogen.ru>).

Таблица 1. Список использованных праймеров
Table 1. List of primers

Праймер (размер продукта ПЦР, пн)	Маркер (тип)	5'–3' последовательность		Ссылка
		F	R	
orfH522 (516)	orfH522 (STS)	F	TGCCTCAACTGGATAAATTCAC	Schnabel et al., 2008
		R	ACCGTTCCTCACGAGTTGAAG	
K13 (454)	HRG01 (SCAR)	F	TATGCATAATTAGTTATACCC	Horn et al., 2003
		R	ACATAAGGATTATGTACGGG	
Y10 (740)	HRG02 (SCAR)	F	AAACGTGGGAGAGAGGTGG	«»
L12D20 (1170)	L12/ <i>HaeIII</i> (CAPS)	F	GTAAGCAACCCGAGAAAGCA	Anisimova et al., 2014a
		R	AGTTTCCGGTTTTCCTGAT	
B20M13 (421)	B20/ <i>RsaI</i> (CAPS)	F	TTGCAAATGCAAAAACATGG	Anisimova et al., 2014b
		R	AAGACCGTGGACCAAACTG	

Результаты и обсуждение

Для определения генотипов по локусу *Rf1* линии выборки были проанализированы с помощью молекулярных маркеров, ассоциированных с генетической системой ЦМС-*Rf* – STS-маркера orfH522 митохондриального гена, обуславливающего ЦМС РЕТ1, а также SCAR-маркеров HRG01 и HRG02, тесно сцепленных с геном *Rf1*

(табл. 2). Наличие маркера orfH522 рассматривали как свидетельство того, что линия имеет стерильный (РЕТ1) тип цитоплазмона, а присутствие SCAR-маркеров HRG01 и HRG02 указывало на присутствие в генотипе функционального гена восстановления фертильности. Полагали, что все 67 фертильных линий, у которых молекулярным анализом была идентифицирована стерильная

цитоплазма, имеют генотип *Rf1Rf1*, поскольку присутствие доминантного аллеля этого гена является необходимым условием для проявления признака мужской фертильности на фоне цитоплазмона РЕТ1-типа. Для 53 линий этой группы наличие в генотипе доминантного аллеля *Rf1* подтверждено с помощью SCAR-маркеров HRG01 и HRG02.

В то же время у 30 фертильных линий маркер orfH522 отсутствовал, что указывало на фертильный тип их цитоплазмона.

У всех изученных стерильных линий с помощью STS-маркера orfH522 диагностирован стерильный (РЕТ1) тип цитоплазмы, а SCAR-маркеры HRG01 и HRG02 отсутствовали.

Таблица 2. Распределение маркеров, ассоциированных с генетической системой ЦМС-*Rf*, и аллельных вариантов *RFL-PPR*-генов у линий подсолнечника

Table 2. Distribution of markers related to the CMS-*Rf* genetic system and the *RFL-PPR* genes allelic variants among sunflower lines

Линии	Наличие маркеров				
	orfH522	HRG01	HRG02	L12/ <i>Hae</i> III	B20/ <i>Rsa</i> I
Линии ЦМС					
ВИР109А, ВИР110А, ВИР111А, ВИР114А, ВИР116А, ВИР205А, ВИР215А, ВИР151А, ВИР471А	+	–	–	2	2
Фертильные линии с F цитоплазмой					
ВИР387, ВИР721, L 2088, ТА 6463, ВК580*	–	–	–	1	1
ВИР445	–	+	–	1	1
ВИР580, ВИР652, ВИР697, ВИР743, ВИР763	–	+	+	1	1
ВИР165, ВИР449, ВИР450, ВИР453, ВИР501, ВИР648, ВИР665, ВИР636, ВИР692, ВК 47	–	–	–	2	2
ВИР260, ВИР641	–	–	--	1	2
ВИР369, ВИР740	–	+	+	1	2
ВИР136, ВИР747, ВИР787, ВИР826, ВИР834	–	–	–	2	1
Фертильные линии с S (РЕТ1) цитоплазмой					
ВИР726, ВИР799, ВИР653, ВИР696	+	–	–	1	1
ВИР735, ВИР830	+	+	–	1	1
ВИР583, ВИР819	+	–	+	1	1
ВИР197, ВИР234, ВИР378, ВИР437, ВИР581, ВИР630, ВИР633, ВИР634, ВИР635, ВИР655, ВИР656, ВИР658, ВИР682, ВИР684, ВИР699, ВИР758, ВИР764, ВИР765, ВИР767, ВИР772, ВИР773, ВИР778, ВИР789, ВИР833, ВИР835, ВИР841, X 712	+	+	+	1	1
ВИР249, ВИР381, ВИР370, ВИР388	+	–	–	2	2
RL80, ВИР386, ВИР480, ВИР817	+	+	+	2	2
ВИР729	+	+	–	2	2
ВИР159, ВИР210, ВИР365, ВИР839, ВИР843, ВИР902,	+	–	–	1	2
RL130, ВИР761, ВИР762, ВИР801, ВИР815,	+	+	+	1	2
ВИР705, ВИР709	+	–	+	1	2
ВИР364	+	–	+	2	1
ВИР376, ВИР438, ВИР490, ВИР644, ВИР700, ВИР703, ВИР759, ВИР768, ВК571	+	+	+	2	1

*Выделены восстановители фертильности

Восемь линий с F-типом цитоплазмы ранее идентифицированы как восстановители фертильности (в таблице 2 обозначены полужирным шрифтом). Для семи из них присутствие гена *Rf1* подтверждено с помощью молекулярных маркеров HRG01 и HRG02. Двадцать две линии этой группы являются закрепителями стерильности и, за исключением линии ВИР445, не имеют маркеров гена *Rf1*.

Другая группа использованных маркеров разработана на основе полиморфизма экспрессируемых последовательностей (EST) *RFL-PPR*-генов. Поскольку у разных видов растений продуктами локусов *Rf* являются PPR-белки, представляло интерес изучить распределение маркеров *RFL-PPR*-генов у генотипов подсолнечника с различной способностью к супрессии фенотипа ЦМС и

оценить характер их совместного наследования с локусом *Rfl*. Предполагалось, что сцепление указанных маркеров с признаком восстановления фертильности, контролируемым доминантным аллелем локуса *Rfl*, либо с маркерами HRG01 и HRG02 может служить доказательством принадлежности последовательностей в этом локусе к подсемейству *RFL-PPR*-генов. Были использованы две группы CAPS-маркеров, разработанных на основе последовательностей EST, отобранных из базы данных секвенированного генома сложноцветных (Compositae Genome Project, <http://cgpdb.ucdavis.edu/>) – L12/*HaeIII* (Anisimova et al., 2014a) и B20/*RsaI* (Anisimova et al., 2014b). Варианты маркеров обусловлены различиями последовательностей в позициях единичных нуклеотидов (SNP), которые могут быть выявлены при обработке амплифицированных фрагментов рестриктазами *HaeIII* и *RsaI*. При сравнительном анализе ранее секвенированных фрагментов QHL12D20, депонированных в банке генов GenBank (NCBI) под номерами KJ450920–KJ450928 (Anisimova et al., 2014a), выявлено сходство нуклеотидных последовательностей варианта 1 и отличие от последовательностей варианта 2. По данным гибридологического анализа, в F1 гибрида ВИР116А×ВИР740 CAPS-маркеры L12/*HaeIII*_1 и L12/*HaeIII*_2, наследовались кодоминантно, а в F2 расщеплялись как аллельные варианты одного локуса (33 L12/*HaeIII*_1 : 59 L12/*HaeIII*_1_2 : 30 L12/*HaeIII*_2; $\chi^2 = 0,28$, $p > 0,1$). Профили фрагментов, полученных после обработки ампликонов QHL12D20 рестриктазами *HaeIII*, *HinfI*, *BamHI*, также указывали на наличие в геноме подсолнечника двух аллельных вариантов этого фрагмента (рисунок).

В изучаемой выборке линий проанализировали распределение вариантов CAPS-маркеров L12/*HaeIII* и B20/*RsaI* в зависимости аллельного состояния локуса *Rfl*. Все 8 линий-восстановителей с F цитоплазмой (предполагаемый генотип *RflRfl*) имели аллельный вариант L12/*HaeIII*_1, у 6 из них присутствовал вариант B20/*RsaI*_1. Среди 67 восстановителей с S цитоплазмой (*RflRfl*) также преобладали носители аллельных вариантов L12/*HaeIII*_1 и B20/*RsaI*_1 (48 и 45, соответственно). В то же время все 9 стерильных линий с ЦМС PET1-типа (генотип *rflrfl*) характеризовались альтернативными вариантами

L12/*HaeIII*_2 и B20/*RsaI*_2. Результаты анализа расширенной выборки генотипов из 96 линий-восстановителей фертильности, имевших стерильную (PET1) цитоплазму, также указывали на возможную ассоциацию аллельного варианта L12/*HaeIII*_1 с наличием в генотипе доминантного аллеля *Rfl*: маркер L12/*HaeIII*_1 был детектирован у 71 линии (74% от числа проанализированных). Представленные в коллекции ВИР восстановители фертильности, обладающие S-типом цитоплазмы, получены в результате межвидовых скрещиваний линий ЦМС с дикими видами рода *Helianthus*, межлинейных скрещиваний, а также при самоопылении различных коммерческих гибридов (Gavrilova et al., 2014). Можно предположить, что в процессе создания этих линий при отборе носителей доминантного аллеля *Rfl* (его присутствие на фоне стерильного цитоплазмы легко определяется) имел место и ко-отбор определенных аллелей *RFL-PPR*-генов, участвующих в контроле восстановления фертильности.

Для проверки гипотезы о сцеплении локуса *Rfl* с локусом *RFL-PPR*-гена, детектируемым с помощью маркеров L12/*HaeIII*, проведен анализ расщепляющейся гибридной популяции F₂ от скрещивания ВИР116А×ВИР740. Популяция была представлена 95 фертильными и 37 стерильными растениями, что свидетельствовало о моногенном характере расщепления по признаку восстановления фертильности пыльцы ($\chi^2 = 0,64$, $p > 0,1$). Отцовская линия ВИР740 маркирована двумя фрагментами – HRG01 и HRG02. Для определения их диагностической ценности изучили характер совместного наследования признака восстановления фертильности пыльцы, контролируемого локусом и наличия SCAR-маркеров HRG01 и HRG02. Результаты анализа расщепления F₂ по признакам восстановления фертильности пыльцы и наличию молекулярных маркеров свидетельствовали о тесном сцеплении маркерных фрагментов HRG01 и HRG02 с локусом *Rfl* (табл. 3). Маркеры HRG01 и HRG02 были разработаны для другого генетического пула, не родственного линиям ВИР (Horn et al., 2003). Отсюда, тесное сцепление этих локусов, обнаруженное у линий коллекции ВИР, свидетельствует об их высокой диагностической ценности.

Таким образом, несмотря на то, что у линий подсолнечника генетической коллекции ВИР аллельные варианты последовательностей *RFL-PPR*-генов ассоциированы с

функциональным состоянием локуса *Rfl*, результаты гибридологического анализа не подтвердили гипотезу о сцеплении двух локусов. Это может быть объяснено локализа-

цией этих генов в разных группах сцепления, либо (при условии сцепления локусов) большой протяженностью локуса *Rfl*, а также повышенным уровнем рекомбинации в этом районе.

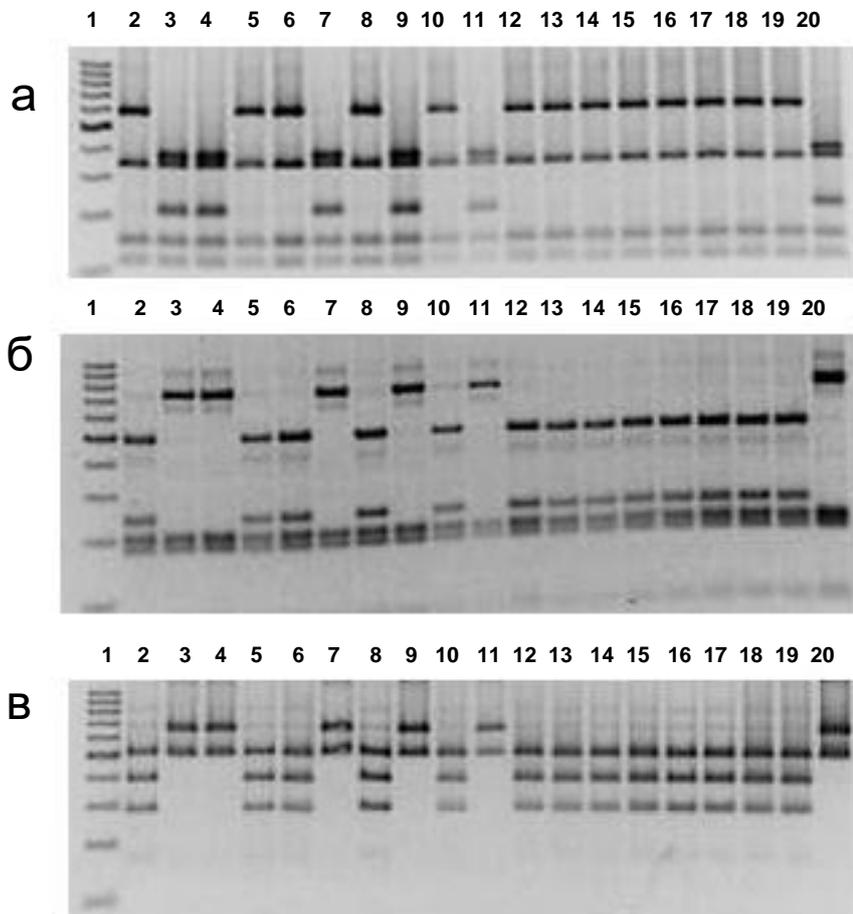


Рисунок. Электрофореграммы фрагментов, полученных после обработки ампликона QHL12D20 рестриктазами *HaeIII* (а), *BamHI* (б) и *HinfI* (в); 1 – маркер молекулярного веса, 2 – ВИР101А, 3 – ВИР349, 4 – ВИР795, 5 – ВИР818, 6 – ВИР832, 7 – ВИР339, 8 – ВИР378, 9 – ВИР452, 10 – ВИР631, 11 – ВИР632, 12 – ВИР684, 13 – ВИР703, 14 – ВИР734, 15 – ВИР763, 16 – ВИР821, 17 – ВИР823, 18 – ВИР825, 19 – ВИР682, 20 – ВИР649

Figure. Electrophoregrams of fragments obtained after treatment of the QHL12D20 amplicon with restrictases *HaeIII* (а), *BamHI* (б) and *HinfI* (в); 1 – Molecular weight marker, 2 – ВИР101А, 3 – ВИР349, 4 – ВИР795, 5 – ВИР818, 6 – ВИР832, 7 – ВИР339, 8 – ВИР378, 9 – ВИР452, 10 – ВИР631, 11 – ВИР632, 12 – ВИР684, 13 – ВИР703, 14 – ВИР734, 15 – ВИР763, 16 – ВИР821, 17 – ВИР823, 18 – ВИР825, 19 – ВИР682, 20 – ВИР649

В последние годы получили развитие методы ассоциативного анализа, который рассматривается в качестве мощного инструмента для поиска ценных аллелей генов, определяющих хозяйственно важные признаки. В частности, большие надежды возлагаются на результаты полногеномных ассоциативных исследований (genome-wide association studies – GWAS), направленные на

идентификацию в секвенированных геномах однонуклеотидных полиморфизмов, ассоциированных с аллельными различиями. Первые результаты в этой области получены и для подсолнечника (Mandel et al., 2013). Выявленные в настоящей работе ассоциации SNP в последовательностях гомологов *RFL-PPR*-генов и признаком восстановления фертильности пыльцы могут быть ис-

пользованы для идентификации еще не изученных генетических факторов, влияющих на проявление этого важного для селекции признака.

Таблица 3. Расщепление F₂ ВИР116А×ВИР740 по признаку фертильности пыльцы и наличию SCAR-маркеров HRG01 и HRG02

Table 3. Segregation of the F₂ hybrid VIR116A×VIR740 for pollen fertility trait and the presence of SCAR markers HRG01 and HRG02

Расщепляющиеся признаки	Фенотипические классы				Теоретическое соотношение	Всего растений	χ^2
	F, M	F, -	S, M	S, -			
Фертильность, маркер HRG01	91	5	34	3	9:3:3:1	133	23,88
Фертильность, маркер HRG02	81	5	35	2	9:3:3:1	123	24,55

$\chi^2_{0,05, 3}=7,81$

По данным гибридологического анализа, в F₂ скрещивания ВИР116А×ВИР740 фрагмент QHL12D20 наследовался независимо от гена *Rf1* (табл. 4).

Таблица 4. Расщепление F₂ гибрида ВИР116А × ВИР740 по признаку восстановления фертильности пыльцы и наличию маркеров L12/*HaeIII*

Table 4. Segregation of the F₂ hybrid VIR116A × VIR740 for pollen fertility trait and presence of the L12/*HaeIII* markers

Расщепляющиеся локусы	Фенотипические классы						Всего растений	χ^2
	F, L12_1_2	F, L12_1	F, L12_2	S, L12_1_2	S, L12_1	S, L12_2		
<i>Rf</i> , QHL12D20	43	23	24	16	10	6	122	1,17

$\chi^2_{0,05, 3}=7,81$

Примечание: F – фертильные растения, S – стерильные растения, L12_1 и L12_2 – варианты локуса QHL12D20

Выводы

Методом гибридологического анализа подтверждена высокая диагностическая ценность SCAR-маркеров HRG01 и HRG02 для идентификации носителей доминантного аллеля генам *Rf1*, отвечающего за признак восстановления пыльцы при ЦМС РЕТ1-типа у подсолнечника.

В геноме подсолнечника присутствуют по два варианта фрагментов гомологов *RFL-PPR*-генов QHL12D20 и B20M13, отличающиеся единичными нуклеотидными заменами (SNP), для идентификации которых

разработаны CAPS-маркеры. Варианты маркеров L12/*HaeIII*_1 и B20/*RsaI*_1 ассоциированы присутствием в генотипе доминантного аллеля *Rf1*, тогда как L12/*HaeIII*_2 и B20/*RsaI*_2 чаще обнаруживаются у носителей рецессивного. По результатам анализа F₂, локусы QHL12D20 и *Rf1* наследуются независимо.

RFL-PPR-гены могут служить источником молекулярно-генетических маркеров для паспортизации генофонда, молекулярного картирования, а также филогенетических исследований.

References/Литература

- Anisimova I. N., Alpatieva N. V., Timofeeva G. I. Screening of plant genetic resources using DNA markers: basic principles, DNA isolation, PCR, electrophoresis in agarose gels. Guidelines of VIR (Ed. by E. E. Radchenko). SPb.: VIR, 2010, 30 p. [in Russian] (Анисимова И. Н., Алпатьева Н. В., Тимофеева Г. И. Скрининг генетических ресурсов растений с использованием ДНК-маркеров: основные принципы, выделение ДНК, постановка ПЦР, электрофорез в агарозном геле: Методические указания ВИР // под ред. Е.Е. Радченко. СПб: ВИР. 2010. 30 с.).
- Anisimova I. N., Alpatieva N. V., Rozhkova V. T., Kuznetsova E. B., Pinaev A. G., Gavrilova V. A. Polymorphism among *RFL-PPR* homologs in sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines with var-

- ying ability for the suppression of the cytoplasmic male sterility phenotype // *Rus. J. Genet.*, 2014a, vol. 50, no. 7, pp. 712–721. DOI: 10.1134/S1022795414070023.
- Anisimova I. N., Gavrilova V. A., Alpatieva N. V., Kuznetsova E. B., Karabitsina Yu. I., Rozhkova V. T. Sunflower collection in the studies of pollen fertility restoration genetic mechanisms // *Proceedings of applied botany, genetics and breeding*, 2014b, vol. 175, no. 4, pp. 72–82 [in Russian] (Анисимова И. Н., Гаврилова В. А., Алпатьева Н. В., Кузнецова Е. Б., Карабицина Ю. И., Рожкова В. Т. Коллекция подсолнечника в исследованиях генетических механизмов восстановления фертильности пыльцы // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 2014. Т. 175. № 4. С. 72–82).
- Dahan J., Mireau H. The *Rf* and *Rf*-like PPR in higher plants, a fast-evolving subclass of PPR genes // *RNA Biol.*, 2013, vol. 10, no. 9, pp. 1469–1476. DOI: 10.4161/rna.25568.
- Fujii S., Bond Ch. S., Small I. D. Selection patterns on restorer-like genes reveals a conflict between nuclear and mitochondrial genomes throughout angiosperm evolution // *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 2011, vol. 108, no. 4, pp. 1723–1728. DOI: 10.1073/pnas.1007667108.
- Gavrilova V. A., Rozhkova V. T., Anisimova I. N. Sunflower genetic collection at the Vavilov Institute of Plant Industry // *Helia*, 2014, vol. 37, no. 60, pp. 1–16. DOI: 10.1515/helia-2014-0001.
- Horn R., Kusterer B., Lazarescu E., Prufe M., Friedt W. Molecular mapping of the *Rf1* gene restoring fertility in PETI- based F1 hybrids in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Theor. Appl. Genet.*, 2003, vol. 106, no. 4, pp. 599–606. DOI: 10.1007/s00122-002-1078-y.
- Ivanov M. K., Dymshits G. M. Cytoplasmic male sterility and restoration of pollen fertility in higher plants // *Rus. J. Gen.*, 2007, vol. 43, no. 4, pp. 354–368. DOI: 10.1134/S1022795407040023.
- Kaur P., Verma M., Chaduvula P. K., Saxena S., Baliyan N., Junaid A., Mahato A. K., Singh N. K., Gaikwad K. Insights into PPR gene family in *Cajanus cajan* and other legume species // *J. Data Mining Genomics Proteomics*, 2016 vol. 7, 203. DOI:10.4172/2153-0602.1000203.
- Leclercq P. Une sterilité cytoplasmique chez le tournesol // *Ann. Amélior. Plant.*, 1969, vol. 19, no. 3, pp. 99–106.
- Mandel J. R., Nambeesan S., Bowers J. E., Marek L. F., Ebert D., Rieseberg L. H., Knapp S. J., Burke J. M. // Association mapping and the genomic consequences of selection in sunflower. *Plos Genetics* **9**, 2013, e1003378. DOI: 10.1371/journal.pgen.
- Rieseberg L. H., Blackman B. K. Speciation genes in plants // *Annals of Botany*, 2010, vol. 106, no. 3, pp. 439–455. DOI: 10.1093/aob/mcq126.
- Schnabel U., Engelmann U., Horn R. Development of markers for the use of the PEF1 cytoplasm in sunflower hybrid breeding // *Plant Breed.*, 2008, no. 6, pp. 541–652.
- Sykes T., Yates S., Nagy I., Asp T., Small I., Studer B. *In silico* identification of candidate genes for fertility restoration in cytoplasmic male sterile perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) // *Genome Biol. Evol.* 2016:evw047. DOI: 10.1093/gbe/evw047.
- Yue B., Miller J. F., Hu J. Experimenting with marker assisted selection in confection sunflower germplasm enhancement / *Proceeding of 29th Sunflower Research Forum*, January 2007. Fargo, ND. <http://www.sunflowernsa.com/research/research-workshop/>.
- Yue B., Vick B A., Cai X., Hu J. Genetic mapping for the *Rf1* (fertility restoration) gene in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by SSR and TRAP markers // *Plant Breed.*, 2010, vol. 129, no. 1, pp. 24–28. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2009.01661.x.

И. А. Звейнек,
О. Н. Ковалева

Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт
генетических ресурсов
растений имени Н. И. Вавилова,
190000, Россия,
Санкт-Петербург, ул. Б. Морская
д. 42, 44,
e-mail: izv-spb1@mail.ru, o.kovaleva@vir.nw.ru

Ключевые слова:
ячмень, скороспелость, генетический контроль

Поступление:
10.04.2017

Принято:
21.08.2017

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ УЛЬТРАСКОРОСПЕЛОСТИ МЕСТНЫХ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ИЗ КИТАЯ

Актуальность. Скороспелость ячменя (*Hordeum vulgare* L.) является важным признаком для повышения урожайности данной культуры, особенно в зонах возделывания, где абиотические факторы являются определяющими. В течение трех лет изучали генетический контроль ультраскороспелости образцов к-15881 и к-15882 ячменя из Китая. Данное исследование позволило выявить число генов, контролирующей продолжительность периода всходы-колошение ультраскороспелых форм и спрогнозировать частоту появления скороспелых гомозиготных генотипов в популяциях F₂, которые могут стать основой для получения источников и доноров скороспелости. **Материалы и методы.** В условиях научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» Федерального исследовательского центра Всероссийский Институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР, Санкт-Петербург) изучали генетический контроль продолжительности межфазного периода всходы-колошение ультраскороспелых образцов ячменя из Китая к-15881 (var. *coeleste* L.) и к-15882 (var. *nudipyramidatum* Koern.) коллекции ВИР. В качестве материнской формы использовали более позднеспелый стандартный сорт 'Белогорский' (к-22089, var. *pallidum* Ser., var. *ricotense* Regel). Основным методом исследований являлся гибридологический анализ. **Результаты и выводы.** В комбинации 'Белогорский' × к-15881 выявлены три рецессивных гена, контролирующей ультраскороспелость местного образца из Китая. На основании теста на аллелизм установлено, что генотипы, контролирующей скороспелость местных форм к-15881 и к-15882 идентичны. Вклад одного доминантного гена в реализацию позднеспелости составляет примерно 4 дня. Предложены генотипические формулы гомозиготных генотипов с тремя, двумя и одним рецессивными генами, детерминирующие период от всходов до колошения продолжительностью ≈32 дня, ≈36 дней и ≈40 дней. Предполагается, что трехгенный контроль скороспелости образцов ячменя из Китая даст возможность получить разнообразные по продолжительности периода колошения селекционные линии ячменя.

I. A. Zveinek,
O. N. Kovaleva

The N. I. Vavilov
All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources
190000, Russia,
42, 44, Bolshaya Morskaya str.,
St. Petersburg
e-mail: izv-spb1@mail.ru,
o.kovaleva@vir.nw.ru

Key words:
barley, earliness, genetic control

Received:
10.04.2017
Accepted:
21.08.2017

GENETIC CONTROL OF ULTRA-EARLINESS IN CHINESE BARLEY LANDRACES

Background. For barley (*Hordeum vulgare* L.), early maturity is an important trait to increase yield, especially in areas of cultivation where abiotic factors are determinant. The objective of this work was to study the inheritance of the heading time in crosses involving cultivar 'Belogorskii' (41–44 days from shoot emergence to heading) and Chinese accession k-15881 (29–34 days from shooting to heading). As a result of this work, it becomes possible to obtain new breeding material with different times of heading for the development of adaptive cultivars. **Materials and methods.** The genetic control of the period from shoots to heading in ultra-early landraces from China k-15881 (*Hordeum vulgare* L. var. *coeleste* L.) and k-15882 (var. *nudipyramidatum* Koern.) was studied at Pushkin (St. Petersburg). The reference variety 'Belogorskii' (k-22089; var. *pallidum* Ser., var. *ricotense* Regel) was employed as the maternal form. Hybridologic analysis was the main method of research. **Results and conclusions.** In the cross 'Belogorskii' × k-15881, three recessive genes controlling ultra-earliness in the Chinese accession were found. A test for allelism showed that genotypes controlling earliness in the k-15881 and k-15882 landraces were identical. This homozygous genotype determines the period from shoot emergence to heading ≈32 days, with two recessives genes ≈36 days, and with one ≈40 days. The contribution of a single dominant gene to earliness was approximately 4 days. Genotypic formulae of homozygous genotypes with three, two and one recessive genes determining the heading period were proposed. The three-gene control of the heading time in barley landraces from China is supposed to provide an opportunity to broaden the diversity of breeding lines with different heading schedules.

Введение

Ячмень – экологически пластичная культура. Н. И. Вавилов отмечал, что вегетационный период является основным сортовым экологическим свойством и во многом зависит от влияния на сорт климатических факторов (Vavilov, 1957). Скороспелость ячменя является важным признаком в повышении урожайности данной культуры, особенно в зонах возделывания, где абиотические факторы являются определяющими.

Время колошения у ячменя, в основном, определяется тремя факторами: прежде всего, это гены, контролирующие тип развития, нечувствительность к фотопериоду и собственно скороспелость. Собственно скороспелость контролируется четырьмя генами: *Eam1* (*Ea*), *eam7* (*ea7*), *eam9* (*ea,c*) и *eam10* (*ea_{sp}*), локализованными соответственно в хромосомах 2, 6, 4 и 3 (Franckowiak, Lundqvist, 2012).

Описан контролирующий нечувствительность к фотопериоду рецессивный ген *eam8* (*ea_k*), локализованный в хромосоме 1 (Franckowiak, Lundqvist, 2012). Мутация *Eam8* приводит, вероятно, к образованию дефектного белка и, как следствие – нечувствительности растения к фотопериоду и раннему созреванию.

Тип развития детерминирован тремя парами генов: *sh*, *Sh2* и *Sh3* (впоследствии обозначены как *VRN-H1*, *VRN-H2*, *VRN-H3*); любое сочетание этих генов ответственно за яровой тип развития. Озимый тип развития может быть при генотипе *ShShsh2sh2sh3sh3*, так как гены *Sh2* и *Sh3* эпистатичны доминантному аллелю *Sh*, а аллель *sh* имеет аналогичное влияние на рецессивные аллели озимого типа *sh2* и *sh3*. Гены *Sh*, *Sh2* и *Sh3* локализованы в хромосомах 4 (4H), 7 (5H) и 5 (1H) соответственно (Takahashi, Yasuda, 1956; 1971).

D. A. Laurie с соавторами идентифицировали 5 главных генов и 8 локусов количественных признаков (quantitative trait loci – QTL), контролирующих время колошения у ячменя (Laurie et al., 1994; 1995). Среди них гены *Ppd-H1* и *Ppd-H2* (photoperiod response), локализованные в хромосомах 2 (2H) и 5 (1H) соответственно, а также контролирующие реакцию на яровизацию гены *VRN-H1* и *VRN-H2*, локализация которых совпадает с положением идентифицированных ранее генов *Sh* и *Sh2*.

А. В. Заушинцена считает, что характер наследования продолжительности вегетационного периода ячменя имеет сложный генетический контроль. В реципрокных скрещиваниях скороспелых сортов со среднеспелыми и скороспелых со среднепоздними отмечено неполное доминирование и сверхдоминирование как раннеспелости, так и позднеспелости. Наилучший по эффективности отбор скороспелых форм следует проводить у гибридов от скрещивания скороспелых образцов ячменя со среднеспелыми (Zaushintsena, 2001).

При изучении генетического контроля продолжительности межфазного периода всходы-колошение скороспелых образцов из Марокко установлено, продолжительность этого периода контролируется тремя рецессивными генами и двойным доминантным эпистазом. При взаимодействии трех рецессивных генов растения колосились на 19–35 дней раньше, чем другие, имеющие в своем генотипе доминантный аллель этих генов (Gallagher et al., 1987).

Настоящая работа посвящена изучению генетического контроля ультраскороспелости двух местных образцов ячменя из Китая коллекции ВИР. Данная информация важна для селекционной практики. Сведения о частоте появления гомозиготных скороспелых форм в популяциях F₂ являются важным фактором успеха в селекционном процессе при получении источников и доноров скороспелости.

Материалы и методы

Экспериментальная работа выполнена в 2009–2011 гг. на научно-производственной базе «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР, Санкт-Петербург). При изучении скороспелости ячменя из стран Юго-Восточной Азии выделены две ультраскороспелые формы из Китая к-15881 (*Hordeum vulgare* L. var. *coeleste* L.) и к-15882 (var. *nudipyramidatum* Koern.) с межфазным периодом всходы-колошение (ПВК) по годам исследований 30–33 дня. В целях создания скороспелого донора изучалась гибридная комбинация ‘Белогорский’ × к-15881. В условиях Ленинградской области сорт ‘Белогорский’ (к-22089; var. *pallidum* Ser., var. *ricotense* Regel) является стандартом, ПВК которого колебался от 44 до 47 дней.

В качестве основного метода исследований использовали гибридологический анализ. Гибридизацию осуществляли с помощью твел-метода (Merezhko et al., 1973).

В полевых опытах применяли точный высеv с размещением семян в рядке через 5 см, расстояние между рядками – 15 см, длина рядков – один метр. Посев проводили в первой декаде мая.

Появление полных всходов отмечали датой, когда на поверхности почвы показались развернувшиеся в верхней части листочки у всех растений на делянке. Дату начала колошения родительских форм, гибридов F₁, F₃ отмечали с появлением первого колоса, наполовину выдвинувшегося из влагалища флагового листа. Колошение считали полным, когда выколосится 100% растений. Колошение гибридов F₂ и родительских форм отмечали путем индивидуальной оценки растений.

Статистические значения вариационного ряда вычисляли в программе Excel. Степень соответствия полученных данных теоретически ожидаемым определяли по критерию χ^2 (Dospekhov, 1979).

Результаты и обсуждение

Для проверки числа факторов, определяющих ультраскороспелость образца к-15811, изучали расщепление по длине межфазного периода всходы-колошение у гибридов F₁, F₂ и F₃. В 2009 г. изучали гибриды первого поколения комбинации ‘Белогорский’ × к-15881. В первом поколении от скрещивания данных форм проявилось доминирование позднеспелости сорта ‘Белогорский’. Размах варьирования межфазного периода всходы-колошение сорта ‘Белогорский’ и гибрида F₁ сходны (табл. 1). Второе поколение гибридов выращивали в 2010,

третье – в 2011 г. Экспериментальные данные родительских форм и гибридов F₂ по числу дней показателя ПВК были сгруппированы с интервалом 2 дня, их характеристики представлены в таблицах 1, 2. Во втором поколении наблюдалась значительная изменчивость показателя ПВК – стандартное отклонение и коэффициент вариации были значительно выше, чем у родительских форм. Кривая варьирования длины периода всходы-колошение гибридов F₂ комбинации ‘Белогорский’ × к-15881 имела промежуточное положение с небольшим отклонением в сторону ультраскороспелого родителя (отклонение от сорта ‘Белогорский’ составило 1,5 дня). Распределение F₂ по продолжительности периода всходы-колошение было непрерывным (рисунок). Кривая варьирования ПВК гибридов F₂ частично перекрывается с соответствующими кривыми родительских форм. Данные распределения носят одновершинный характер с небольшим уступом в сторону позднеспелости.

Известно, что о числе генов, по которым различаются скрещиваемые сорта, можно ориентировочно судить по частоте встречаемости в F₂ растений, идентичных родителям по изучаемому признаку. Для формирования предварительной гипотезы, подлежащей проверке в F₃, отнесли к типу ультраскороспелой родительской формы растения F₂, имеющие с ней одинаковую величину ПВК, то есть вариационный ряд F₂ делили по правому краю распределения скороспелого родителя. В пределы варьирования родительской формы с наименьшей выраженностью признака (к-15881) попало 20 растений гибридной популяции F₂, состоящей из 159 растений. Фактическое расщепление 139:20 не соответствует теоретическим гипотезам 3:1, 15:1 и 63:1 моно – трехгенного контроля признака.

Таблица 1. Пределы варьирования межфазного периода всходы-колошение родительских форм и их гибридов (г. Пушкин)
Table 1. Variation limits of the shoot emergence–heading period in parents and their hybrids (Pushkin)

Год	Родительские формы, гибрид	lim ПВК, дни	Год	Родительские формы, гибрид	lim ПВК, дни
2009	к-15881	30–34	2010	к-15881	30–34
	Белогорский	43–46		к-15882	30–34
	F ₁	42–46		F ₁	30–34
2010	к-15881	30–34	2011	к-15881	30–33
	Белогорский	43–47		к-15882	30–33
	F ₂	31–47		F ₂	29–33

Таблица 2. Статистические показатели продолжительности межфазного периода всходы-колошение родительских форм и гибридных растений F₂ (г. Пушкин)
Table 2. Statistical indexes of the shoot emergence–heading period in parents and F₂ hybrids (Pushkin)

Показатели	“Белогорский”	К-15881	F ₂
Число растений (n)	20	21	159
Среднее число дней ПВК ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	44,7±0,2	32,4±0,3	37±0,2
Стандартное отклонение Sx	1,11	1,21	2,81
Коэффициент вариации (C _v)	2,5	3,73	7,6

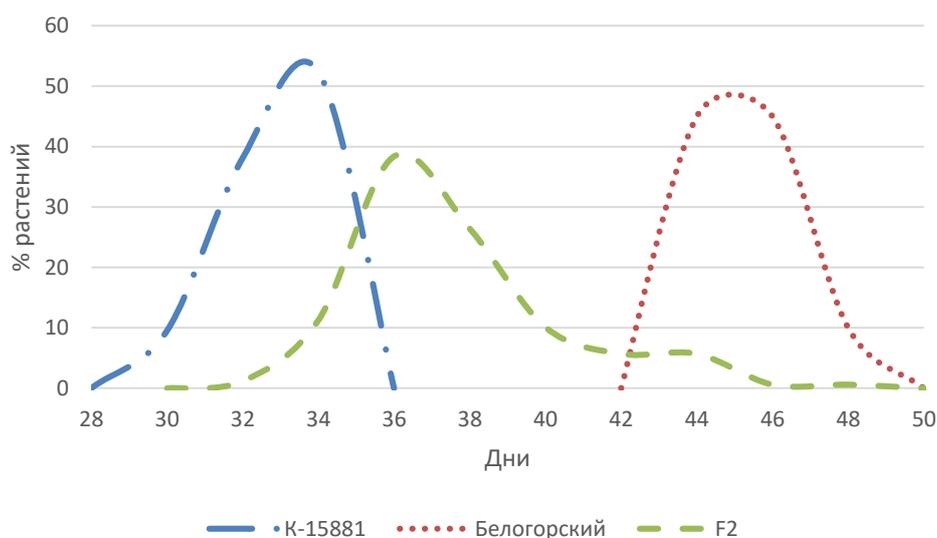


Рисунок. Распределение растений родительских форм и популяции F₂ по скорости развития. (г. Пушкин)
Figure. Distribution of parents and F₂ population according to their heading schedule (Pushkin)

А. Ф. Мережко считает неточным отнесение к типу рецессивного родителя всех растений F₂, попавших в одинаковые с этим родителем классы расщепления (Merezhko, 1984). Он обосновывает данное положение теоретическими расчетами, показывающими, что сюда попадают не только рецессивные, но и другие (например, гетерозиготные) генотипы. Последнее приводит к занижению числа генов, по которым различаются родительские формы.

Потомство каждого растения F₂, попавшего в пределы варьирования скороспелой родительской формы, было посеяно отдельно для изучения в F₃. Гомозиготность семей F₃ оценивали по выровненности и вычислению ПВК, как глазомерно, так и по пределам их варьирования, сравнивая с ультраскороспелой родительской формой. К

последней относили только те семьи F₃, которые имели одинаковый с ней размах варьирования изучаемого признака (табл. 3). С учетом данных изучения семей F₃ определяли наиболее вероятное число генов, по которым различаются скрещиваемые формы.

С учетом изучения семей F₃ анализ второго поколения выявил, что из 20-ти растений F₂, попавших в пределы варьирования ультраскороспелой формы, только 4 были гомозиготными и по скороспелости не отличались от ультраскороспелого образца к-15881, 12 растений F₂ были гетерозиготными и 4 – гомозиготными, но более позднеспелыми, чем ультраскороспелая форма к-15881 из Китая (см. табл. 3). Фактическое расщепление было 155:4, которое соответствовало трехгенному контролю признака скороспелости у местной формы из Китая при теоретическом 63:1, $\chi^2 = 0,94$.

Таблица 3. Пределы варьирования межфазного периода всходы-колошение семей F₃ от скрещивания Белогорский × к-15881 (г. Пушкин, 2011)

Table 3. Limits of variation in the shoot emergence–heading period for the F₃ families from the cross Belogorskii × k-15881 (Pushkin, 2011)

Родительские формы, семьи F ₃	lim ПВК, дни	Конс-тантность семей F ₃	Семьи F ₃	lim ПВК, дни	Конс-тантность семей F ₃
Белогорский	41–44		917-10	31–37	--
к-15881	29–32		917-11	32–44	--
917-1	28–38	--	917-12	31–42	--
917-2	33–36	- +	917-13	28–40	--
917-3	30–33	+ +	917-14	32–36	- +
917-4	30–33	+ +	917-15	30–38	--
917-5	37–40	--	917-16	29–32	+ +
917-6	28–38	--	917-17	31–38	--
917-7	27–30	+ +	917-18	34–41	--
917-8	32–36	- +	917-19	29–36	--
917-9	32–35	- +	917-20	29–35	--

Примечание: «+ +» – гомозиготная семья F₃, не отличающаяся от скороспелого родителя; «- +» – гомозиготная семья F₃, отличающаяся от скороспелого родителя; «- -» – гетерозиготная семья F₃.

Таким образом, ультраскороспелость местного образца из Китая к-15881 контролируется тремя рецессивными генами. Если данные гены условно обозначить символами А, В, С, то в F₂ мы должны иметь следующие гомозиготные генотипы с различным вкладом в экспрессию скорости колошения 1AABVCC : 1aaBVCC : 1AAbVCC : 1AABVcc : 1aabbVCC : 1aaBVcc : 1AAbbcc : 1aabbcc и 56 гетерозиготных генотипов. Каждая из трех генотипических формул (1aabbVCC, 1aaBVcc, 1AAbbcc), в F₂ может являться генотипом четырех растений, попавших в пределы варьирования ультраскороспелого родителя, в F₃ – гомозиготными семьями, но более позднеспелыми (см. табл. 3). На основании данного подхода можно вычислить вклад в позднеспелость одного из трех доминантных генов (А, В, С). Средний ПВК гомозиготных семей F₃ (917-2, 917-8, 917-9, 917-14), являющихся более позднеспелыми чем ультраскороспелый родитель, равняется 35,8 дня. Этот же показатель гомозиготных семей F₃ (917-3, 917-4, 917-7, 917-16), не отличающихся по ПВК от образца к-1588, равен 32 дням. Зная их генотип (aabbcc) и возможные генотипы (aabbVCC, aaBVcc, AAbbcc) семей F₃ (917-2, 917-8, 917-9, 917-14) вычисляем вклад в позднеспелость одного из трех доминантных генов (А, В, С), который равен 3,8 дням (AAbbcc–aabbcc; 35,8 – 32,0 = 3,8). Если предположить равнозначную экспрессию доминантных генов (А, В, С) в реализацию позднеспелости,

то вклад одного гена следует увеличить в три раза, т. е. суммарное действие их будет таковым: 3,8 × 3 = 11,4 дня. Имея ввиду, что генотип aabbcc определяет у образца к-15881 ПВК равный 32 дням, то можно теоретически вычислить этот показатель у сорта ‘Белогорский’, предполагаемый генотип которого AABVCC (32 + 11,4 = 43,4 дня). Теоретический показатель ПВК сорта ‘Белогорский’ практически равен фактическому (44 дня), что говорит о верности наших предположений (см. табл. 3). Зная вклад одного из равнозначных доминантных генов в проявлении признака позднеспелость, можно теоретически рассчитать для каждого гомозиготного генотипа, контролируемого ими скорость колошения: 1AABVCC (43,4 д.) : 1aaBVCC (43,4 – 3,8 = 39,6 д.) : 1AAbVCC (39,6 д.) : 1AABVcc (39,6 д.) : 1aabbVCC [43,4 – (3,8×2) = 35,8 д.] : 1aaBVcc (35,8 д.) : 1AAbbcc (35,8 д.) : 1aabbcc [43,4 – (3,8×3) = 32 д.]. Скорость колошения линий F₃, попавших в пределы варьирования ультраскороспелого родителя к-15881 и имеющих в своем генотипе только два рецессивных гена скороспелости, обусловлена ≈36 днями.

Выделенный образец из Китая к-15882, характеризовался такой же ультраскороспелостью, как и к-15881. Показатели их периода всходы-колошение были одинаковы (см. табл. 1). Для выяснения генетического контроля ультраскороспелости образца к-15882 проведен тест на аллелизм. Исследуемые об-

разцы были скрещены между собою. Генетический контроль скороспелости считался различным, если в F₂ выщеплялись трансгрессивные растения. При отсутствии трансгрессии во втором поколении генотипы по генам скороспелости обоих образцов схожи. Характер наследования признака в F₁ был промежуточным – не обнаружено различий в варьировании показателя ПВК у родительских форм и гибрида первого поколения (см. табл. 1). По скорости колошения размах варьирования гибридов F₂ составлял 29–33 дня, практически не отличающийся от такового у образцов к-15881 и к-15882. Трансгрессивных форм не обнаружено. Таким образом, Генетический контроль скороспелости местного образца из Китая к-15882 сходен с ранее изученным образцом к-15881.

Образцы из Китая к-15881 и к-15882 с трехгенным контролем ультраскороспелости представляют интерес для селекционной практики. При скрещивании их с более позднеспелыми коммерческими сортами можно

получить большое разнообразие скороспелых константных линий с благоприятными сочетаниями компонентов продуктивности и, в конечном итоге, доноров скороспелости ячменя.

Заключение

Генетический контроль ультраскороспелости образцов ячменя к-15881 и к-15882 из Китая обусловлен тремя рецессивными генами. Сочетание трех рецессивных генов в одном генотипе детерминирует продолжительность периода от всходов до колошения у образцов, линий F₃ приблизительно 32 дня, двух генов – ≈36 дней и одного гена – ≈40 дней. Вклад одного доминантного аллеля гена в позднеспелость составляет ≈4 дня. Трехгенный контроль скороспелости образцов ячменя из Китая дает благоприятную возможность получить в процессе селекции разнообразные по скорости колошения линии ячменя.

References/Литература

- Dospekhov B. A.* Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat, 1985, 352 p. [in Russian] (*Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.).
- Franckowiak J. D., Lundqvist U.* Descriptions of barley genetics stocks for 2012. Barley Genetics Newsletter, 2012, vol. 42, pp. 36–792.
- Gallagher et al., Belhardil M., Zahour A.* Interrelationships among three major loci controlling heading date of spring barley when grown under short daylengths // *Crop Science*, 1987, vol. 27, no. 2, pp. 155–160.
- Laurie D. A., Pratchett N., Bezant J. H., Snape J. W.* Genetic analysis of a photoperiod response gene on the short arm of chromosome 2(2H) of *Hordeum vulgare* (barley) // *Heredity*, 1994, vol. 72, no. 6, pp. 619–627. DOI:10.1038/hdy.1994.85
- Laurie D. A., Pratchett N., Bezant J. H., Snape J. W.* RFLP mapping of five major genes and eight quantitative trait loci controlling flowering time in a winter × spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cross // *Genome*, 1995, vol. 38, no. 3, pp. 575–585. DOI: 10.1139/g95-074
- Merezhko A. F.* System for studying the source material for plant breeding (guidelines). Leningrad: VIR, 1984, 69p. [in Russian] (*Мережко А. Ф.* Система изучения исходного материала для селекции растений (методические указания). Л.: ВИР, 1984. 69 с.).
- Merezhko A. F., Ezrokhin L. M., Yudin A. E.* Methodical instructions on the effective method of cereals pollination. Leningrad: VIR, 1973, 11 p. [in Russian] (*Мережко А. Ф., Эзрохин Л. М., Юдин А. Е.* Методические указания по эффективному методу опыления зерновых культур. Л.: ВИР, 1973. 11 с.).
- Takahashi R., Yasuda S.* Genetic studies of spring and winter habit of growth in barley // *Ber. Ohara Inst.*, 1956, vol. 10, pp. 245–308.
- Takahashi R., Yasuda S.* Genetics of earliness and growth habit in barley. Barley Genetics II. Proc. 2nd Intern. Barley Genetics Symp. Washington State Univ. Press, 1971, pp. 388–408.
- Vavilov N. I.* World resources of cereals, legumes and flax varieties and its deployment in plant breeding. Agroecological review experience of the major field crops. Moscow – Leningrad: Izd-vo AS USSR, 1957, 462 p. [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Мировые ресурсы сортов хлебных злаков, зерновых бобовых, льна и их использование в селекции. Опыт агроэкологического обозрения важнейших полевых культур. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 462 с.).
- Zaushintsena A. V.* Genetic sources for the realization of main trends in barley breeding in Siberia // *Bulletin applied botany, genetics and plant breeding*, 2009, vol. 165, pp. 106–110 [in Russian] (*Заушинцева А. В.* Генетические источники для реализации основных направлений селекции ячменя в Сибири // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 2009. Т. 165. С. 106–110).

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-97-109

УДК 633.521:631.52.581.167

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

С. Н. Кутузова,
И. Г. Чухина

Федеральный
исследовательский центр
Всероссийский институт
генетических ресурсов растений
имени Н. И. Вавилова,
190000 Россия,
Санкт-Петербург,
ул. Б. Морская д. 42, 44,
e-mail: s.kutuzova@vir.nw.ru

УТОЧНЕНИЕ ВНУТРИВИДОВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ КУЛЬТУРНОГО ЛЬНА (*LINUM USITATISSIMUM* L.) МЕТОДАМИ КЛАССИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКИ

Предлагаемая классификация вида *Linum usitatissimum* L. основана на изучении морфологических особенностей и результатах изучения гибридов от полного циклического скрещивания между 10 формами льна, представляющими все возможные таксономические единицы вида, включая примитивные формы и дикорастущий вид *L. angustifolium* Huds. О генетической близости таксонов судили по морфологическому сходству, способности скрещиваться между собой и с *L. angustifolium*, как предполагаемым предком культурного льна, и жизнеспособности F₁ изложенных ранее (Kutuzova, 2011). Установлено, что различия между долгунами, межуемками и кудряшами недостаточны для присвоения им статуса подвидов. Предлагается считать их разновидностями в рамках типового подвида – *L. usitatissimum* subsp. *usitatissimum* var. *elongatum* (Sinsk.) Kutuz. comb. nov., *L. usitatissimum* var. *intermedium* (Czernom.) Kutuz. comb. nov. и *L. usitatissimum* var. *humile* (Czernom.) Kutuz. comb. nov., соответственно. Учитывая практически 100%-ное образование и гибель карликовых растений в F₁ от скрещивания льна из Эфиопии с *L. angustifolium*, несмотря на отсутствие существенных различий с кудряшами, предлагается выделить эту форму в качестве разновидности в рамках того же подвида: *L. usitatissimum* var. *nanum* Kutuz. var. nova. Колхидскому льну, довольно близкому к культурному, но существенно отличающемуся от него по морфологическим признакам, считаем правомерным присвоение статуса разновидности – *L. usitatissimum* subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. var. *colchicum* Kutuz. var. nova. Мы согласны с мнением А. А. Станкевич (Chernomorskaya, Stankevich, 1987), рассматривающей крупносемянные льны Средиземноморья и лен двулетний (полуозимый) в ранге подвидов – *L. usitatissimum* L. subsp. *latifolium* (L.) Stankev. и *L. usitatissimum* subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. Самостоятельными видами являются *L. crepitans* Dum. и *L. angustifolium* Huds.

Ключевые слова:

классификация вида *Linum usitatissimum* L., жизнеспособность F₁, виды, подвиды, разновидности льна

Поступление:

11.05.2017

Принято:

21.08.2017

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

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-97-109

ORIGINAL ARTICLE

S. N. Kutuzova,
I. G. Chukhina

The N. I. Vavilov
All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources
190000, Russia,
42, 44, Bolshaya Morskaya str.,
St. Petersburg
e-mail: s.kutuzova@vir.nw.ru

Key words:

classification of the species Linum usitatissimum L., F₁ viability, species, subspecies, varieties of flax

Received:

11.05.2017

Accepted:

21.08.2017

**UPDATING THE INTRASPECIFIC CLASSIFICATION OF
CULTIVATED FLAX (*LINUM USITATISSIMUM* L.) USING
METHODS OF CLASSICAL GENETICS**

The proposed classification system of the species *Linum usitatissimum* L. is based on the study of morphological features and the results of analyzing hybrids from full diallelic crossing among 10 flax forms representing all possible taxonomic units of the species including primitive forms, and the wild species *L. angustifolium* Huds. Genetic similarity between taxa was judged by their morphological affinity, crossability both among themselves and with *L. angustifolium* as a supposed ancestor of cultivated flax, and viability of F₁ reported earlier (Kutuzova, 2011). The differences between fiber, intermediate and crown flax forms were recognized as insufficient to confer the rank of subspecies upon them. They are suggested to be regarded as varieties within the confines of the type species: *L. usitatissimum* subsp. *usitatissimum* var. *elongatum* (Sinsk.) Kutuz. comb. nov., *L. usitatissimum* var. *intermedium* (Czernom.) Kutuz. comb. nov., and *L. usitatissimum* var. *humile* (Czernom.) Kutuz. comb. nov. respectively. Taking into account practically 100 percent emergence and death of dwarf plants in F₁ from the cross between the flax from Ethiopia and *L. angustifolium*, despite the absence of significant differences with crown flax forms, it is suggested that this form should be identified as a variety within the same subspecies: *L. usitatissimum* var. *nanum* Kutuz. var. nova. Colchian flax is fairly close to the cultivated one but differs considerably from the latter in its morphological traits, so it seems justified to bestow upon it the status of variety: *L. usitatissimum* subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. var. *colchicum* Kutuz. var. nova. We agree with the opinion of A. A. Stankevich (Chernomorskaya, Stankevich, 1987) who regards the large-seeded flaxes of the Mediterranean and the biennial (semi-winter) flax as having the rank of subspecies: *L. usitatissimum* subsp. *latifolium* (L.) Stankev. and *L. usitatissimum* subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. *L. crepitans* Dum. and *L. angustifolium* Huds. are independent species in their own right.

Культурный лен (*Linum usitatissimum* L.) – исключительно полиморфный вид, распространен только в культуре, возделывается во всем мире практически от северных границ земледелия до южных, что определяет появление множества форм под влиянием климатических условий и селекционной деятельности человека. В связи с наличием переходных форм систематика культурного льна затруднена и многочисленными авторами до и после К. Линнея представляется по-разному.

Попытки систематизации льна начались задолго до К. Линнея. В. Кульпа и С. Данерт (Kulpa, Danert, 1962) привели подробный исторический обзор принципов классификации льна от древних времен до их публикации. Наиболее ранняя дата, приведенная в этом обзоре, относится к 1552 г. – система Н. Вокс. Многочисленные авторы ранних исследований (Bauhin C., 1623; Bauhin J., 1652; Bobart, 1658; Miller, 1768; Hooker, 1875 и др., цит. по Kulpa und Danert, 1962) использовали для классификации небольшое число хорошо заметных морфологических признаков, которые пригодны для диагностики, благодаря малой модификационной изменчивости. Большая часть ранних классификаций льна была основана на изучении морфологических признаков у малого разнообразия льна, иногда только по гербарным листам.

Среди четырех разновидностей льна (α , β , γ , ζ), выделенных К. Линнеем в 1753 г., более поздние авторы безошибочно определили только var. ζ как крупносемянные средиземноморские льны (цит. по Kulpa and Danert, 1962).

Л. Ф. Алефельд (Alefeld, 1866) описал 11 разновидностей культурного льна, основываясь на окраске лепестков и семян, величине цветков и коробочек, а также высоте растений.

По классификации О. Геер (Heer, 1872) культурный лен разбит на следующие группы: однолетний культурный лен (нерастрескивающийся и растрескивающийся), озимый лен (*L. hyemale-romanum* Heer), дикорастущий (*L. ambiguum* Jordan) и узколистный лен (*L. angustifolium* Huds.).

Г. Л. Говард и А. Рахман (Howard, Rahman, 1924), описывая индийские культурные льны, выделили 123 родственные группы, которые объединили в 26 разновидностей на основании цвета семян, семядолей, тычиночных нитей и пыльников, степени раскрытия цветков и формы лепестков.

Два последних признака особенно важны, так как среди индийских льнов часто встречаются формы с полураскрытыми и трубчатыми цветками и узкими лепестками.

Все приведенные выше классификации культурного льна являются сугубо искусственными. А. С. Диллман (Dillman, 1936, 1953) сделал попытку естественной классификации льна. Он выделял таксоны, которые представляют разнообразие форм из важнейших областей возделывания льна-долгунца. Кроме долгунцов он охарактеризовал группы масличного льна, которым не дал латинских названий: промежуточный лен, русский, аргентинский, индийский, абиссинский льны и «золотой» лен с узкими белыми лепестками. Еще две группы представляют растрескивающийся и дикорастущий лен. Однако с помощью такой классификации установить принадлежность сортов не удавалось.

Систематика культурного льна, впервые основанная на изучении огромного мирового разнообразия, собранного в коллекции ВИР благодаря многочисленным экспедициям Н. И. Вавилова (Vavilov, 1926, 1957) и его соратников, была предложена Е. В. Эллади (Elladi, 1940). По ее мнению, один сборный вид *Linum usitatissimum* (L.) Vav. consp. Представляет собой «систему родственно близких видов» (Elladi, 1940, p. 110) и объединяет *L. dehiscens* Vav. et Ell. (лен растрескивающийся) и *L. indehiscens* Vav. et Ell. (лен культурный). В основу классификации положены эколого-географический и морфологический принципы. Вид делится на подвиды (subspecies), представляющие собой крупные эколого-географические, морфологически хорошо отличимые группы, имеющие определенные ареалы распространения. Внутри подвидов выделены менее крупные географические группы – proles и subproles, характеризующиеся рядом признаков – высотой, ветвистостью, количеством коробочек, формой куста, степенью облиственности и образом жизни (яровые или озимые). Разновидности (varietas) выделены по качественным, не географическим признакам, мало зависящим от внешних условий – по окраске цветков, форме лепестков, наличию или отсутствию ресничек на внутрикоробочных перегородках, ширине перегородок и окраске семян. Разновидности разделяются на подразновидности (subvarietas) – мелкие экотипы, различающиеся по длине вегетационного периода и морфологическим особенностям,

главным образом количественного порядка (Elladi, 1940). В своей системе Эллади использует некоторые таксономические подразделения – proles, subproles, grex, которые в настоящее время не используются систематиками и не принимаются Международным кодексом номенклатуры для водорослей, грибов и растений – International code of nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code) adopted by the eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, July 2011 (McNeill et al., 2012).

Культурный лен (*L. indehiscens*) разделен Е. В. Эллади на 5 подвидов:

1. Индо-абиссинский подвид, (*L. indehiscens* subsp. *indo-abyssinicum* Vav. et Ell.), включающий 22 разновидности.

2. Евразийский подвид (*L. indehiscens* subsp. *eurasiaticum* Vav. et Ell.), подразделенный «на четыре proles, или группы разновидностей» (Elladi, 1940, с. 153): proles *elongata* Vav. et Ell. (долгунцы), объединяющий 15 разновидностей; proles *intermedia* Vav. et Ell. (межеумки) – 13 разновидностей, proles *brevimulticaulia* Vav. et Ell. (кудряши) – 22 разновидности и proles *prostrata* Vav. et Ell. (стелющиеся льны) – пять разновидностей.

3. Средиземноморский подвид (*L. indehiscens* subsp. *mediterraneum* Vav. et Ell.) – крупносемянный лен, насчитывает шесть разновидностей.

4. Индостанский подвид (*L. indehiscens* subsp. *hindustanicum* Ell.) включает 15 разновидностей.

5. Промежуточный подвид (*L. indehiscens* subsp. *transitorium* Ell.) разделен на три proles, включающих 18 разновидностей.

Вид *L. dehiscens* Vav. et Ell. разделен на два подвида: *L. dehiscens* subsp. *angustifolium* (Huds.) Vav. et Ell. – настоящий дикарь и *L. dehiscens* subsp. *crepitans* (Boenn.) Vav. et Ell. – растрескивающийся культурный лен.

Эта классификация была раскритикована последующими исследователями льна, как основанная на множестве градаций мелких признаков, не имеющих таксономического значения. Внутри подвидов выделено слишком много (119) мелких таксонов, многие из которых различить практически невозможно (Sinskaya, 1954; Chernomorskaya, Stankevich, 1987). Также вызвало возражения включение кудряша в три разных подвида – индо-абиссинский, индостанский и евразийский, а также объединение в евразийский подвид долгунцов, межеумков и кудряшей (Sizov, 1955; Khrzhanovsky et al., 1979).

Предложенное С. В. Юзепчуком (Yuzerczuk, 1949) разделение культурного льна на самостоятельные виды – *L. crepitans* Dumort. (прыгунец), *L. bienne* Mill. (озимый), *L. usitatissimum* L. (обыкновенный, долгунец) и *L. humile* Mill. (кудряши) небесспорно. Четкой границы между кудряшами и долгунцами провести невозможно, все культурные льны скрещиваются между собой и не имеют качественных различий, а истинно озимых форм льна не существует (Sizov, 1955).

Изучая физиологические особенности льна: продолжительность стадий яровизации и световой, особенности роста растений из различных регионов, а также их морфологические и биологические свойства, Е. Н. Синская (Sinskaya, 1954), оценив огромное мировое разнообразие культуры, предложила свою классификацию культурного льна (Sinskaya, 1954a). Учитывая наличие переходных форм, все культурные льны она объединяет в один вид – *L. usitatissimum* L. В разработке классификации Е. Н. Синская руководствовалась «характером конституции каждой формы» (Sinskaya, 1954, с. 46), которая выражается совокупностью биологических и физиологических признаков, отражающих характер тех условий, при которых она исторически развивалась и сформировала морфологические признаки. Она выделяет три очага независимого вхождения льна в культуру: 1) Колхида, 2) Индия (средне- и юго-западная) и 3) юго-западная Азия – горные районы Афганистана, Таджикистана и северо-западной Индии, которые дали начало трем филогенетическим рядам льна. В каждом ряду выявлены более примитивные формы – исходные и более молодые – производные. Наиболее древними и близкими к *L. angustifolium* в каждом очаге она считает длинностадийные, медленно растущие и склонные к простратности формы, которые в разных очагах различаются длиной стадий развития, ксероморфностью, склонностью к поражению болезнями. Вид разделен на разновидности, региональные разновидности, из которых вычленены региональные подразновидности, занимающие часть ареала региональной разновидности и формы (Sinskaya, 1954).

Классификация Е. Н. Синской также не была принята последующими исследователями, так как она оперирует неутвержденными в систематике категориями таксонов – региональная разновидность и региональная

подразновидность. Категорию «региональная разновидность» (*varietas regionalis*, сокращенно – *var. r.*) она употребляет вместо термина «региональный экотип», региональная подразновидность занимает часть ареала региональной разновидности (Sinskaya, 1954). Большинство используемых Е. Н. Синской названий таксонов обнародованы недействительно (Chernomorskaya, Stankevich, 1987). Неправомерным признано включение в один подвид долгунов, межеумков и кудряшей и целый ряд других особенностей этой классификации (Sisov, 1955; Khrzhanovsky et al., 1979). Таким образом, попытка создать естественную систему культурного льна и его ближайших родичей привела к еще большей невозможности выяснения принадлежности конкретных форм к определенным систематическим единицам.

Изучив около 4 тысяч сортов и форм льна, И. А. Сизов (Sisov, 1955) также отнес весь культурный лен к одному виду *L. usitatissimum* L. и выделил внутри него следующие 5 разновидностей: долгуны, межеумки, кудряши (горные), крупносемянные и полуозимые. Лен-прыгунец (*L. crepitans*) И.А.Сизов понимает в ранге разновидности. Эта классификация, признанная наиболее рациональной селекционерами и практиками льноводства, не была официально оформлена.

Ф. Плонка (Plonka, 1956) на основании изучения 700 образцов льна различного происхождения разделил весь лен на 3 группы: средиземноморский, евроазиатский и индоабиссинский. В каждую группу включено широкое разнообразие приуроченных к определенным областям возделывания форм льна, в том числе культивируемые и дикорастущие, крупносемянные и мелкосемянные, яровые и озимые, стелющиеся и прямостоячие. Такое разделение не внесло ясность в классификацию вида.

W. Kulpa и S. Danert (1962), создавая свою систему заведомо искусственного разделения культурного льна, стремились к тому, чтобы каждый новый сорт можно было четко классифицировать, несмотря на гибридное происхождение, предопределяющее возможность широкого разнообразия морфологических признаков в результате смешения разных подвидов. Все возделываемые льны авторы отнесли к одному виду – *L. usitatissimum* L. и разделили его на 4 группы разновидностей: растрескивающийся лен – *convar. crepitans* (Boenn.) Kulpa

et Danert, долгунец – *convar. elongatum* Vav. et Ell., промежуточный масличный лен – *convar. mediterraneum* (Vav. et Ell.) Kulpa et Danert и масличный лен – *convar. usitatissimum*, в который включены все остальные льны. Деление на разновидности осуществлялось на основании морфологических признаков, всего выделено 28 разновидностей. По каждому признаку были созданы шкалы разнообразия, а также предложены ключи для определения подвидов и разновидностей.

Более поздние авторы Н. М. Черноморская и А. К. Станкевич (Chernomorskaya, Stankevich, 1987), поддерживая в основном классификацию И. А. Сизова (Sisov, 1955), однако выделенные им разновидности считают подвидами, поскольку каждая из них занимает вполне определенную часть ареала вида. Таким образом, по их классификации вид *L. usitatissimum* L. включает 5 подвидов: *L. usitatissimum* subsp. *usitatissimum* – долгунец, *L. usitatissimum* subsp. *humile* (L.) Czernom. – приземистый (кудряш), *L. usitatissimum* subsp. *latifolium* (L.) Stankev. – широколистный (крупносемянный), *L. usitatissimum* subsp. *intermedium* Czernom. – межеумок, *L. usitatissimum* subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. – полуозимый лен. Последний подвид – наиболее примитивный тип культурного льна, стоящий ближе других к дикорастущему *L. angustifolium* Huds., но имеющий нерастрескивающиеся коробочки. Растрескивающийся лен *L. crepitans* они считают формой культурного льна. Однако и в этой классификации допущены некоторые неточности. Например, средиземноморский крупносемянный лен они считают «особой группой кудряшей» (Chernomorskaya, Stankevich, 1987, p. 59), хотя по типу растения он приближается к межеумкам – растения чаще одностебельные высотой 60-70 см, имеют компактное соцветие, занимающее верхнюю треть стебля (Sisov, 1955; Kutuzova, Porokhovinova, 2011). Колхидскому льну авторы (Chernomorskaya, Stankevich, 1987) приписывают раскрывающиеся коробочки. На самом деле коробочки колхидского льна слегка растрескиваются, но не раскрываются, и семена не выпадают.

Современные ботаники А. Diederrichsen и К. Richards (2003) поддержали классификацию, предложенную W. Kulpa и S. Danert (1962). *L. bienne* Mill. и *L. angustifolium* Huds. они относят к одному подвиду – *L. usitatissimum* subsp. *angustifolium* (Huds.) Thell. Эту

же классификацию считают наиболее удачной и естественной С. В. Зеленцов с соавторами. (Zelentsov et al., 2016).

Таким образом, все описанные классификации льна основаны в основном на морфологических и географических аспектах, в систематике Е. Н. Синской кроме этого учтены физиологические особенности (продолжительность стадий яровизации и световой, а также особенности роста растений). Мы попытались с помощью полного циклического скрещивания между всеми известными и предполагаемыми таксонами культивируемого льна и дикорастущим видом *L. angustifolium* по жизнеспособности гибридов определить степень родства между разными культурными льнами, а также установить их степень удаленности от дикаря. Результаты гибридизации и изучения жизнеспособности гибридов цитируем по предыдущей публикации (Kutuzova, 2011).

В изучение были включены по одному типичному представителю от всех пяти подвидов по классификации Н. М. Черноморской и А. К. Станкевич (Chernomorskaya, Stankevich, 1987) и *L. angustifolium*, а также растрескивающийся лен, колхидский лен и образец карликового льна из Абиссинии (Эфиопии), таксономический ранг которых хотелось уточнить. Морфологические признаки всех образцов изучены в условиях Пушкинского филиала ВИР при загущенном и разреженном посевах (Kutuzova, Porokhovina, 2011). Гибридизация различных образцов льна проводилась с использованием стандартного метода скрещивания, модифицированного в зависимости от индивидуальных особенностей биологии и динамики цветения каждого из родителей (Brutch, Figueiredo, 2004).

L. angustifolium Huds. – наиболее близкий к культурному дикорастущий лен, который большинство исследователей считает предком культурного льна. В результате многочисленных попыток скрестить культурный лен с дикорастущими видами, скрещивания удалась только с *L. angustifolium* (Seetharam, 1972). Он имеет многочисленные очень тонкие простратные, сильно ветвящиеся стебли, слегка приподнимающиеся ко времени цветения, и очень мелкие репродуктивные органы. Цветки, в отличие от других дикорастущих видов льна, гомостильные. Оба вида имеют одинаковое число хромосом ($2n=30$) и гомологичные геномы. *L. angustifolium* одни авторы считают самостоятельным видом (Ascherson, Grauber, 1914; Yuzepczuk,

1949; Sinskaya, 1954; Sizov, 1955; Kulpa и Danert, 1962; Khrzhanovsky et al., 1979), другие причисляют к формам культурного льна в ранге подвида (Heer, 1872; Schilling, 1942; Elladi, 1940; Plonka, 1956; Yermanos, 1969 и др.). Результаты гибридизации с разнообразными формами культурного льна, полученные нами, свидетельствуют о значительных генетических различиях со многими из них, что предполагает считать его самостоятельным дикорастущим видом.

Выяснилось, что долгунец, межеумок, кудряш, крупносемянный лен и карлик из Эфиопии хорошо скрещиваются между собой и дают продуктивное потомство в следующих поколениях (Kutuzova, 2011). Однако при скрещивании с *L. angustifolium* среди гибридов F_1 у этих образцов выщеплялось разное число карликовых растений, похожих на гаплоиды, но имеющих по 30 хромосом (Kutuzova, Porokhovina, Pendinen, 2015). Эти растения быстро погибали, или доживали до бутонизации. Так все гибриды *L. angustifolium* с кудряшом и крупносемянным льном в прямых и обратных комбинациях были жизнеспособными. Среди гибридов с межеумком в качестве отцовской формы карликовые растения обнаружены не были, в обратной комбинации они насчитывали 10%. В скрещивании с долгунцом, когда *L. angustifolium* использовался в качестве отцовской формы, выщепилось 30% карликовых растений, в обратном скрещивании все растения дали семена. Результаты этого опыта подтверждают предположение Е. Н. Синской (Sinskaya, 1954) о том, что наиболее близок к дикорастущему предку лен кудряш, от которого произошел межеумок, а долгунец – наиболее прогрессивная форма льна, продукт постепенной акклиматизации межеумка в условиях длинного дня.

При гибридизации карликового льна из Эфиопии в качестве материнского компонента с *L. angustifolium* все растения F_1 погибли во время бутонизации, в обратной комбинации погибало 90% всходов в стадии проростков. Это свидетельствует о том, что указанная форма более других генетически удалена от дикорастущего льна и существенно отличается от других культурных льнов-кудряшей. Не случайно карликовые льны Эфиопии В. Е. Писарев (Pisarev, 1937) считал обособленной группой. Возможно, права Е. В. Эллади (Elladi, 1940), которая высказала предположение, что абиссинские кудряши, отличающиеся карликовостью,

тонкостебельностью, мелкой облиственностью, свернутостью цветков и интенсивной антоциановой окраской всех органов, свойственными также индийским льнам, были занесены из Индии в предыдущие геологические периоды и в условиях горной изоляции образовали эндемичные формы. Е. В. Эллади отнесла их к *L. usitatissimum* subsp. *indo-abissinicum* Vav. et Ell. var. *aethiopicum* Vav. et Ell. (Elladi, 1940). Е. Н. Синская считала их региональной разновидностью var. г. *aethiopicum* Sinsk. (Sinskaya, 1954). По нашему мнению, карликовые льны Эфиопии заслуживают присвоения самостоятельного ранга того же уровня, что и другие кудряши. Другими современными исследователями этот вопрос не обсуждается.

Между кудряшами и межеумками, межеумками и долгунцами существует непрерывный ряд переходных форм. Между этими формами нет существенных генетических различий. Не обнаружено и физиологических различий, так как И. А. Сизов (Sizov, 1955) с помощью «короткого» дня получал из долгунца ветвистые растения, а из кудряша на «длинном» дне – одностебельные. Выбранный нами образец карлика из Эфиопии в условиях Кубани при недостатке влаги имел высоту 15-17 см, тогда как при влажной погоде в Ленинградской области вырос до 74 см. Все перечисленные формы льна в сильной степени зависят от биотических факторов. Считаем, что правы И. А. Сизов (Sizov, 1955) и другие систематики льна, относящие долгунцы, межеумки и кудряши к разновидностям культурного льна, а не к подвидам, как предложили Н. М. Черноморская и А. К. Станкевич (Chernomorskaya, Stankevich, 1987), несмотря на возделывание каждого из них в определенных частях ареала культуры, соответствующих их требованиям к абиотическим факторам.

Крупносемянный лен, будучи среди возделываемых льнов в мировом генофонде ВИР наиболее позднеспелым, менее успешно скрещивается со всеми другими культурными формами – завязывается малое число продуктивных гибридных коробочек и малое число гибридных семян в коробочке. Эта форма имеет наиболее крупные вегетативные и генеративные органы. С *L. angustifolium* скрещивался труднее, чем другие формы. На основании результатов факторного анализа по 20 признакам, включающим морфологические особенности и длину

периодов вегетации, показавших значительную обособленность крупносемянного льна от всех других форм (Kutuzova, Porokhovina, 2011), считаем крупносемянный лен подвидом, как предлагали Н. М. Черноморская и А. К. Станкевич (Chernomorskaya, Stankevich, 1987).

Колхидский лен – наиболее древняя, исключительно позднеспелая полуозимая форма, встречающаяся в Колхиде, имеет большое число простратных до начала бутонизации, густо облиственных стеблей, которые затем поднимаются и образуют «кондиляр», отличается мелкими репродуктивными органами. Коробочки склонны к растрескиванию, но не растрескиваются. Использованный нами образец, история акклиматизации которого в условиях Ленинградской области описана ранее (Kutuzova, 2011), при скрещивании с другими культурными формами льна был более продуктивен в качестве отцовского родителя, довольно трудно скрещивался с *L. crepitans*, *L. bienne* и *L. angustifolium*, однако карликовые гибридные растения в F₁ не выщеплялись. По морфологическим признакам и способности скрещиваться с *L. bienne* он близок к *L. bienne*, но гораздо больше последнего сходен с культурными льнами. По мнению Е. Н. Синской (Sinskaya, 1954), на основании археологических раскопок можно утверждать, что эта разновидность культурного льна широко возделывалась в Колхиде на волокно за 5-6 тыс. лет до нашей эры и была предметом экспорта. Современными исследователями не обсуждается таксономическая принадлежность колхидского льна. Считаем, что он должен относиться к подвиду *bienne* (Mill.) Stankev. и иметь статус разновидности в рамках культурного льна.

L. bienne по морфологическим признакам близок к *L. angustifolium*, но коробочки не растрескиваются, а простратные стебли ко времени цветения поднимаются вертикально. Этот вид гораздо ближе к *L. usitatissimum*, чем дикорастущий лен, поэтому многие авторы считают его полуозимой формой культурного льна. В нашем исследовании (Kutuzova, 2011) *L. bienne* хорошо скрещивался с культурными льнами в качестве отцовского компонента, менее продуктивно – в обратном скрещивании. Однако у гибрида *L. bienne* × *L. angustifolium* 100% растений F₁ были карликовыми и погибли в возрасте проростков. В обратном скрещивании все растения нормально развивались и дали пол-

ноценное потомство. Тем не менее, результаты исследования свидетельствуют о генетических различиях с *L. angustifolium*, несвойственных другим культивируемым льнам. Ранее при цитологическом изучении гибридов было показано, что *L. angustifolium* отличается от *L. bienne* двумя транслокациями, причем каждая вовлекает по две негомологичные хромосомы (Gill, Yermanos, 1967). Многие исследователи определяют *L. bienne* как озимую форму культурного льна (Ascherson, Grauber, 1914, Tobler, 1931; Yuzepczuk, 1949), другие считают ее подвидом культурного льна (Hammer, 1986; Chernomorskaya, Stankevich, 1987; Lemesh, Xoty'leva, 2004), третьи – объединяют с *L. angustifolium* (Kulpa и Danert, 1962; Diederichsen, Hammer, 1995, 2003), а четвертые считают самостоятельным видом (Khrzhanovsky et al., 1979). На основании наших исследований считаем, что отличия от *L. usitatissimum* недостаточны для того, чтобы выделить *L. bienne* в отдельный вид. Присоединяемся к мнению авторов, которые присваивают *L. bienne* ранг подвида *L. usitatissimum*.

Совершенно другая картина наблюдается при скрещивании между *L. crepitans* и *L. angustifolium*. В прямой и обратной комбинациях завязалось порядка 20% продуктивных гибридных коробочек. Однако в F₁ в обоих случаях появилось 100% карликовых всходов, которые погибли в стадии проростков, что полностью исключает возможность получения гибридного потомства и свидетельствует о генетической удаленности как от *L. angustifolium*, так и от всех форм культурного льна. По морфологическим признакам *L. crepitans* схож с межеумками, однако обладает энергичным ростом – быстро всходит, период быстрого роста у него начинается и заканчивается раньше других форм, коробочки быстро созревают и широко растрескиваются (Kutuzova, Porokhvinova, 2011). Установлено, что в отличие от растрескивающегося дикаря *L. angustifolium*, имеющего один доминантный ген растрескиваемости, у *L. crepitans* этот признак контролируют два доминантных гена с высокой экспрессивностью (Kutuzova, 2009). Одни исследователи относят *L. crepitans* к культурному льну в ранге подвида или разновидности (Alefeld, 1866; Ascherson, Grauber, 1914; Elladi, 1928; Sizov, 1955; Kulpa и Danert, 1962), другие считают самостоятельным видом (Yuzepczuk, 1949; Khrzhanovsky et al., 1979), третьи – формой культурного льна

(Tobler, 1931; Sinskaya, 1954, 1954a; Chernomorskaya, Stankevich, 1987).

Учитывая неспособность *L. crepitans* давать жизнеспособное потомство при скрещивании с *L. angustifolium*, считаем его отличия от других форм льна достаточными для сохранения за ним ранга самостоятельного вида. Вероятно, *L. crepitans* возник в результате мутации какой-то формы культурного льна. В настоящее время в культуре не встречается.

***L. crepitans* (Boenn.) Dumort.** 1827, Fl. Belg.: 111; Юзепчук, 1949, во Фл. СССР 14: 96, Т. В. Егорова, 1996 во Фл. Вост. Евр. 9: 357. – *L. usitatissimum* β *crepitans* Boenn. 1824, Prodr. Fl. Monast. Westphal.: 94. – *L. dehiscens* Vav. et Ell. subsp. *crepitans* (Boenn.) Vav. et Ell. 1940, Культ. фл. СССР, 5: 113, nom. illeg. – *L. usitatissimum* convar. *crepitans* (Boenn.) Kulpa et Dannert, 1962 in Kulturpfl.: 374. – *L. usitatissimum* subsp. *crepitans* (Boenn.) Ell. apud Rothm., 1976, Exkursionsfl.: 358, comb. invalid. – *L. usitatissimum* auct. non L.: Ockendon a. Walters, 1968, in Fl. Europ. 2: 209, p. p., Черноморская и Станкевич, 1987, Сборн. научн. тр. по прикл. бот. ген. сел. 113: 56, p.p. – Лен прыгунец.

Все проведенные исследования позволяют нам рассматривать *L. angustifolium* в качестве самостоятельного вида, а не гетеротипного синонима *L. bienne* Mill., как это делают отечественные систематики (Egorova, 1996; Svetlova, 2009).

***L. angustifolium* Huds.** 1778, Fl. Angl. ed. 2: 134; Юзепчук, 1949, во Фл. СССР 14: 95. – *L. usitatissimum* subsp. *angustifolium* (Huds.) Thell. 1912, Fl. adv. Montr., 361. – *L. dehiscens* Vav. et Ell. subsp. *angustifolium* (Huds.) Vav. et Ell. 1940, Культ. фл. СССР, 5: 111, nom. illeg. – Лен узколистный.

Подводя итоги нашего изучения представителей различных таксономических групп и анализа литературных данных, мы считаем, что все разнообразие культурного льна относится к различным внутривидовым таксонам одного вида – *L. usitatissimum* L.

***L. usitatissimum* L.** 1753, Sp. Pl.: 277; Юзепчук, 1949, во Фл. СССР 14: 100; Seegerler, 1989, Taxon 38, 2: 227–279. – *L. usitatissimum* var. *indehiscens* Neilr., 1859, Fl. Nieder-Oesterr.: 864. – *L. indehiscens* (Neilr.) Vav. et Elladi ssp. *eurasiaticum* (Boenn.) Vav. et Elladi proles *elongata* Vav. et Elladi, 1940, Культ. фл. СССР 5, 1: 153, nom. illeg. – *L. usitatissimum* Kulpa et Danert, 1962, in Kulturpfl. 3: 365 p.p. – *L. usitatissimum* L. sensu Czernom. 1987,

Сборн. научн. тр. по прикл. бот. ген. сел. 113: 56, р.р.

Lectotypus (Seeger, 1989): «Hort. Sicc. Cliff. 114.1 ... in hodie inter segetes Europae australis» (BM).

В литературе в качестве лектотипа *L. usitatissimum* L. цитируются два образца: LINN 396.1 (Kulpa and Danert, 1962) и Hortus Siccus Cliffortianus 114.1. (Rechinger, 1974). Мы согласны с аргументами К. Дж. Сигелера (Seeger, 1989), который считает, что «согласно статьям 7.5, 8.1 и 9.1 Кодекса, лепкотипификация Кульпы и Данерта должна быть отвергнута, и лектотипификация Речингера должна быть принята как правильная» (Seeger, 1989, р. 279). Выбор того или другого экземпляра в качестве номенклатурного типа не влияет на интерпретацию *L. usitatissimum* как вида, объединяющего только культивируемые льны. Проведенная лектотипификация влияет на внутривидовую таксономию этого вида, особенно на понимание объема и характеристики *L. usitatissimum* var. *usitatissimum*. Под названием *L. usitatissimum* в гербарии Линнея хранится экземпляр (LINN 396.1), представляющий собой две боковые ветви растения льна кудряша. Экземпляр Hort. Sicc. Cliff. 114.1 – это апикальная часть льна долгунца. Таким образом, *L. usitatissimum* var. *usitatissimum* sensu Kulpa et Danert (1962) не является таким же таксоном, как *L. usitatissimum* var. *usitatissimum* sensu Rechinger (1974).

L. usitatissimum* var. *usitatissimum

– *L. usitatissimum* var. *indehiscens* Neilr., 1859, Fl. Nieder-Oesterr.: 864. – *L. indehiscens* (Neilr.) Vav. et Ell. subsp. *eurasiaticum* Vav. et Ell. proles *elongata* Vav. et Ell. 1940. Культ. фл. СССР, 5: 153. nom. illeg. – *L. usitatissimum* var. r. *elongatum* Sinsk. 1954. Сб. работ по биол. развития и физиол. льна: 76. nom. inleg. – *L. usitatissimum* convar. *elongatum* (Vav. et Ell.) Kulpa et Dannert, 1962, Kulturpflanze, 3: 374. – *L. usitatissimum* subsp. *usitatissimum* sensu Czernom. 1987, Сборн. научн. тр. по прикл. бот. ген. сел. 113: 56, р.р. – Лен долгунец.

Typus: Lectotypus species.

Однолетнее растение, 70–120 (140) см выс.; стебли одиночные, диаметр. 2,3–2,6 мм, ветвящиеся только в области соцветия, цилиндрические, характеризуется сильными пучками лубяных волокон, расположенных по периферии центрального цилиндра.

Листья сизовато-зеленые, большей частью без воскового налета, спирально расположенные, 2–3 см длиной, 3–4 мм шир., линейные и линейно-ланцетные, заостренные на верхушке, суженные у основания, сидячие, цельнокрайние, с 3 жилками. Соцветие рыхлое, занимает ¼ часть высоты растения или меньше. Прицветники ланцетные. Цветки немногочисленные, 5-мерные, 15–24 мм в диам., колокольчато-открытые; чашелистики яйцевидные наверху с острым килем, с 3-мя жилками; лепестки клиновидно обратнойяйцевидные, гладкие, иногда слегка гофрированные, голубые, синие, иногда белые, редко розовые или красновато-фиолетовые, книзу суженные в белый, при основании желтый ноготок, рано опадающие; тычиночные нити у основания не окрашены, вверху синие, голубые или белые, пыльники голубые, синие, иногда серые, изредка желтые или оранжевые. Коробочки немного длиннее чашечки, шаровидно-яйцевидные, 6,1–8,3 мм дл., 5,7–6,8 мм в диам., с коротким носиком, слегка ребристые, нерастрескивающиеся, ложные перегородки голые или с ресничками. Семена яйцевидные или удлиненно-эллиптические, сильно сплюснутые, 3,3–5,0 мм дл., округлые у основания, с клювиком наверху, блестящие, буро-коричневые, иногда желтоватые или зеленоватые, 10 или меньше, масса 1000 семян 4,7–5,0 г. 2n = 30.

Возделывается как яровая прядильная и масличная культура от 63° с. ш. до 50° с. ш., от Беларуси до Тихого океана. В Западной Европе: от Скандинавии до Средиземного моря и Атлантического океана. Длина вегетационного периода – 75–90 дней.

***L. usitatissimum* L. var. *intermedium* (Czernom.) Kutuz. com. nov.** – *L. usitatissimum* L. subsp. *intermedium* Czernom. 1987, Сборн. научн. тр. по прикл. бот. ген. сел. 113: 60. – *L. indehiscens* subsp. *eurasiaticum* Vav. et Ell. proles *intermedia* Vav. et Ell. 1940, Культ. фл. СССР, 5: 159, nom. illeg. – *L. usitatissimum* var. r. *substepposo-intermedium* Sinsk. 1954, Сб. работ по биол. развития и физиол. льна: 73, nom. illeg. – Лен промежуточный (межеумок).

Typus: «Сорт Воронежский 1308, Воронежская опыт. ст. Репродукция Пушкинских лабораторий ВИР, 27 VIII 1987, к-5579. Н. М. Черноморская» (WIR!).

***L. usitatissimum* var. *humile* (Mill.) Pers., 1805, Syn. Pl. 1: 334. – *L. humile* Mill., 1768,**

Gard. Dict., ed 8, N 2; Юзепчук, 1949, во Фл. СССР 14: 102; Т. В. Егорова, 1996 во Фл. Вост. Евр. 9: 358. – *L. usitatissimum* subsp. *eurasiaticum* Vav. et Ell. grex *brevimulticaulium* Vav. et Ell. 1933, Льны Анатолии в Жуковский П. М. Земледельческая Турция: 447. – *L. indehiscens* (Neilr.) Vav. et Ell. subsp. *eurasiaticum* Vav. et Ell. proles *brevimulticaulia* Vav. et Ell., 1940, Культ. фл. СССР, 5:162, nom. illeg. – *L. usitatissimum* subsp. *humile* (L.) Czernom. 1987, Сборн. научн. тр. по прикл. бот. ген. сел. 113: 58, comb. illeg. – *L. usitatissimum* var. *usitatissimum* sensu Kulpa et Dannert, 1962, Kulturpflanze, 3: 382; Rothm., 1976, Exkursionsfl.: 358. – Лен приземистый (кудряш).

Typus: Herb. Miller, *Linum humile* n° 2. «*Linum sativum humilius*, flore majore. Vobart.» (BM, фото WIR!).

***L. usitatissimum* var. *nanum* Kutuz.** var. nov. – *L. usitatissimum* L. subsp. *indo-abissinicum* Vav. et Ell. 1933, Льны Анатолии в Жуковский П. М. Земледельческая Турция: 442, p. p. – *L. indehiscens* (Neilr.) Vav. et Ell. subsp. *indo-abissinicum* Vav. et Ell. var. *aethiopicum* Vav. et Ell. subvar. *praecox* Vav. et Ell. 1940. Культ. фл. СССР, 5: 148, nom. illeg. – *L. indehiscens* (Neilr.) Vav. et Ell. subsp. *indo-abissinicum* Vav. et Ell. var. *eritreum* Vav. et Ell. subvar. *praecox* Vav. et Ell. 1940. Культ. фл. СССР, 5: 148, nom. illeg. – *L. usitatissimum* L. var. г. *aethiopicum* Sinsk. 1954. Сборник работ по биол. развития и физиол. льна: 55, nom. illeg. – *L. usitatissimum* L. subvar. *nanoerectum* f. *aethiopicum* Sinsk. 1954. Сборник работ по биол. развития и физиол. льна: 57, nom. illeg. – Лен карликовый (карликовый кудряш).

Typus: «Абиссиния, Херрар, к-2168. Репр. С. К. ст., д. 440, 6 VI 1927, leg., det. K. Elladi, WIR-90881» (WIR!) (рис. 1).

Стебель тонкий, 15–30 (70) см, маловетвящийся у основания, ветви тонкие, гипокотиль с сильной антоциановой окраской. Листья 29–37 мм длиной и 3,0–3,8 мм шириной. Цветки мелкие, трубчато-колокольчатые, полусвернутые, лепестки разнообразной окраски (от сине-фиолетовых до бледно-голубых, почти белые), рано облетающие. Пыльники синие. Коробочки длиной 6,1–8,3 мм, шириной 5,7–6,8 мм; перегородки коробочек очень узкие или отсутствуют, без ресничек; семена светло-бурые, буровато-желтые, желтые, масса 1000 семян 2,5–5,7 г. Разновидность обладает высокой

экологической пластичностью. В засушливых условиях, соответствующих ее исходному ареалу, высота стебля 15–30 см, во влажных – до 70 см.

От *L. usitatissimum* var. *humile* отличается очень низким ростом, свернутыми цветками, отсутствием ресничек на перегородках коробочек, более коротким вегетационным периодом. Эндемик Абиссинии и Эритрее. Возделывается для получения масла.

Stem is thin 15–30 (70) cm, slightly branched in the base, branches is thin, hypocotyl with strong anthocyanin color. Leaves are 29–37 mm long and 3.0–3.8 mm wide. Flowers are small, tubular-campanulate, half-convolute, petals are various colors (from blue-violet to pale blue, almost white), early flying. Anthers are blue. Pod is 6.1–8.3 mm long, width 5.7–6.8 mm wide; pod septa are very narrow or absent, without cilia; seeds are light brown, brownish yellow, yellow; mass of 1000 seeds is 2.5–5.7 gr. The species has a high ecological plasticity. In arid conditions, corresponding to its initial area, stem is 15–30 cm, in the humid – up to 70 cm.

From *L. usitatissimum* var. *humile* it differs very low growth, convoluted flowers, shorter vegetation period. Distributed in Abyssinia and Eritrea (endemic). It is cultivated for oil.

***L. usitatissimum* L. subsp. *latifolium* (L.) Stankev.** 1987, Сборн. научн. тр. по прикл. бот. ген. сел. 113: 59. – *L. usitatissimum* ζ *latifolium* L., 1753, Sp. Pl.: 277. – *L. usitatissimum* L. subsp. *mediterraneum* Vav. et Ell. 1933, Льны Анатолии в Жуковский П. М. Земледельческая Турция: 442. – *L. indehiscens* (Neilr.) Vav. et Ell. subsp. *mediterraneum* Vav. et Ell. 1940, Культ. фл. СССР, 5: 174. – *L. indehiscens* (Neilr.) Vav. et Ell. subsp. *hindustanicum* Ell. 1940, Культ. фл. СССР, 5: 179, nom. illeg. – *L. usitatissimum* var. г. *mediterraneum* Sinsk. 1954, Сб. работ по биол. развития и физиол. льна: 58, nom. illeg. – *L. usitatissimum* L. convar. *mediterraneum* (Vav. et Ell.) Kulpa et Dannert, 1962, Kulturpflanze, 3: 376. – Лен широколистный (крупносемянный).

Typus: Herb. Linn. 396-3, «*Linum sativum latifolium africanum*, fructu majore, Tournef. inst. 339» (фото WIR!).

***L. usitatissimum* subsp. *bienne* (Mill.) Stankev.** 1987, Генетика и селекция технических культур, 113: 61. – *L. bienne* Mill. 1768. Gard. Dict. ed., 8: n°8.; Юзепчук, 1949, во Фл.



Linum usitatissimum
var. *nanum*
Kutuz var. nov.
21.06.2016.
С.Н. Кутузове С.Н.

3945
0090887
Гербарий Всесоюз. Инстит. Прикл. Ботан. и Нов. Культ.
Herbier de l'Institut de Bot. Appl. et d'Amel. des Plantes
Ленинград, ул. Герцена 44—Leningrad, Rue Herzen 44
216D *Linum usitatissimum* 7385.
var. *abundantissimum*
Александр Харраф.
Репр. С.Р. от. 100 } 4. Влади
D. 440. 1/17-21.

Рис. 1. *Linum usitatissimum* L. subsp. *usitatissimum* var. *nanum* Kutuz. var. nova. (typus, WIR).
Fig. 1. *Linum usitatissimum* L. subsp. *usitatissimum* var. *nanum* Kutuz. var. nova. (typus, WIR).

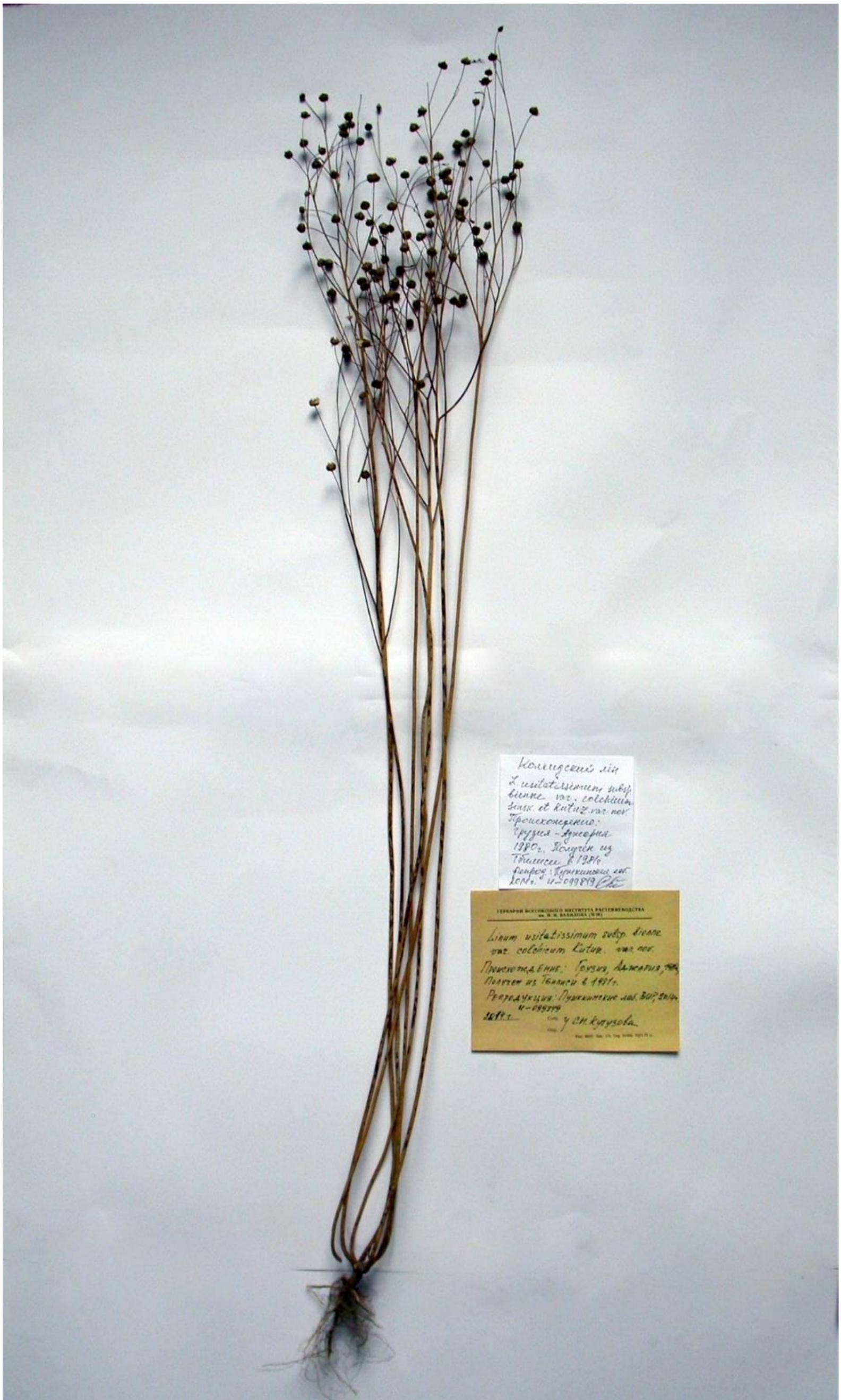


Рис. 2. *Linum usitatissimum* L. subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. var. *colchicum* Kutuz. var. *nova* (typus, WIR).
 Fig. 2. *Linum usitatissimum* L. subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. var. *colchicum* Kutuz. var. *nova* (typus, WIR).

СССР, 14: 99. – *L. usitatissimum* L. ssp. *bienne* (Mill.) Rothm. 1944, in Agron. Lusitana, 6: 259. – *L. africanum* hort. non L. – Лен двулетний (полуозимый).

Турпу: «Herb. Miller, n°8, *Linum bienne* Mill., 1768» (BM, фото WIR!).

***L. usitatissimum* subsp. *bienne* var. *colchicum* Kutuz.** var. nova – *L. usitatissimum* subsp. *eurasiaticum* Vav. et Ell. grex. *prostratum* Vav. et Ell. 1933, Льны Анатолии в Жуковский П. М. Земледельческая Турция: 446. – *L. indehiscens* (Neilr.) Vav. et Ell. ssp. *eurasiaticum* Vav. et Ell. grex. *prostratum* Vav. et Ell. 1940, Культ. фл. СССР, 5: 171, nom. illeg. – *L. usitatissimum* var. *colchicum* Sinsk. 1954, Сб. работ по биол. развития и физиол. льна: 83. – Лен колхидский.

Турпу: «Происхождение: Грузия, Аджария, 1980 г. Получен из Тбилиси в 1981 г. Репродукция: Пушкинские лаборатории ВИР, 2014, Кутузова С. Н.» (WIR!) (рис. 2).

Всходы мелкие, рост замедленный, высота стебля 65–69 см, количество побегов, отходящих от основания главного стебля очень большое (6–20), до бутонизации стелющиеся, позднее поднимающиеся, образуя кондилляр. Боковые побеги равны или выше главного стебля, иногда расцветают раньше него. Стебли очень густо облиственные (100–115 шт.). Цветки средние или мелкие (диаметр 5,0–21 мм), широко раскрытые, лепестки голубые. Коробочки шаровидные,

мелкие (6,0–6,1 мм длиной, 5,7–5,8 мм шириной), с малоразвитым носиком, слегка растрескивающиеся, но не раскрывающиеся при созревании. Семена мелкие, масса 1000 семян 3,4 г.

Растения высеваются под зиму или весной.

Отличается от *L. usitatissimum* var. *humile* очень мелкими цветками, коробочками и семенами, густой облиственностью, продолжительным вегетационным периодом и простратностью в начале роста. Встречается в Абхазии в Ленкарани (эндемик).

Seedlings are small, growth is slow, stem height is 65–69 cm, number of shoots extending from the base of the main stem is very large (6–20), before budding decumbent, later ascending, forming candelabra. Lateral shoots are equal or higher than the main stem, sometimes bloom before him. Stems are very densely leafy (100–115). Flowers are medium or small (diameter 5.0– 21 mm), wide open, petals are blue. Pods are spherical, small (6.0–6.1 mm long, 5.7–5.8 mm wide), with a slightly developed spout, slightly cracked, but not opening when ripe. Seeds are small, mass of 1000 seeds is 3.4 gr.

Plants are sown before winter or in spring. It differs from *L. usitatissimum* var. *humile* very small flowers, capsules and seeds, thick lining, a long vegetation period and a prostration at the beginning of growth. Found in Abkhazia in Lenkarani (endemic).

References/Литература

- Alefeld F. Landwirtschaftliche Flora. Berlin, 1866.
- Ascherson P., Graeber P. Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Bd. 7. Leipzig und Berlin, 1914, s. 81–240.
- Bruch N. B., Figueiredo N. Evaluation of flax flowering biology in conditions of south Portugal // Melhoramento. 2004, vol. 39, pp. 61–70.
- Chernomorsaya N. M., Stankevich A. K. Concerning the question of intraspecific classification of common flax (*Linum usitatissimum* L.) / Breeding and genetics of industrial crops // Bulletin on applied botany, genetics and breeding. 1987, vol. 113, pp. 53–63 [in Russian]. (Черноморская Н. М., Станкевич А. К. К вопросу о внутривидовой классификации льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.) / Селекция и генетика технических культур // Сборник трудов по прикл. бот., ген., сел. Л. 1987. Т. 113. С. 53–63).
- Diederichsen A., Richards K. Cultivated flax and the genus *Linum* L. // Flax. The genus *Linum*. 2003, pp. 32–64.
- Diederichsen P., Hammer K. Variation of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L. subsp. *usitatissimum*) and its wild progenitor pale flax (subsp. *angustifolium* (Huds.) Thell. // Genetic Resources and Crop Evolution. 1995, vol. 42, pp. 263–272.
- Dillman A. C. Classification of flax varieties // U.S. Dep. Agric. Techn. Bull., 1953, p. 1064.
- Dillman A. C. Improvement in Flax // Yerb. Agricult. Washington. 1936, pp. 745–784.
- Egorova T. V. Flax – *Linum* L. // In: Flora Europae Orientalis. St. Petersburg, 1996, vol. IX, pp. 347–360 [in Russian]. (Егорова Т. В. Лен – *Linum* L. // В кн.: Флора Восточной Европы. 1996. Т. IX. С. 347–360).
- Elladi E. V. Flax. Leningrad, 1928, pp. 14–48 [in Russian] (Эллади Е. В. Лен. Л., 1928. С. 14–48).
- Elladi E. V. *Linum usitatissimum* L. consp. nov. – Flax // In: Flora of cultivated plants (L'on. Kul'turnaya flora SSSR.). Moscow – Leningrad, 1940, vol. 5, pp. 109–208 [in Russian]. (Эллади Е. В. *Linum usitatissimum* L. var. consp. nov. –

- Лен // В кн.: Культурная флора СССР. 1940. Т. 5. С. 109–208).
- Gill K. S., Yermanos D. M. Cytogenetic studies of the genus *Linum* L. Hybrids among taxa with 15 as the haploid chromosome number // *Crop Sci.* 1967, vol. 7, no. 6, pp. 623–631.
- Hammer K. J. Linaceae. Verzeichnis landwirtschaft und gärtnerischer Kulturpflanzen. // Berlin, 1986. Bd. 2.
- Heer O. Über den Flachs und die Flachskultur im Alterthum. // *Neujahrsbl. naturforsch. Ges. Zurich.* 1872. V. 74. S. 1-26.
- Hegi G. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. 1925. Bd. V. 1. München.
- Howard G. L. C., Rahman A. K. Studies in Indian oil seeds No Linseed. // *Mem. Dep. Agric. India.* 1924. Bot. ser. 12. P. 135-182.
- Khrzhanovsky V. G., Ponomarenko S. F., Dogusashvili V. A. Concerning the question of the origin and evolution of the genus *L. angustifolium*, family Linaceae // *Izvestiya FN SSSR. Ser. biologicheskaya.* 1979. № 5. P. 696-713. [in Russian].
- Khrzhanovsky V. G., Ponomarenko S. F., Dogusashvili V. A. К вопросу о происхождении и эволюции рода *L. angustifolium* сем. Linaceae // *Izvestiya AN SSSR. Ser. biologicheskaya.* № 5. М. 1979. С. 696-713). (Хржановский В. Г., Пonomаренко С. Ф., Догузаивили В. А. К вопросу о происхождении и эволюции рода *L. angustifolium* сем. Linaceae // *Известия АН СССР. Сер. биологическая.* № 5. М. 1979. С. 696-713).
- Kulpa W., Danert S. Zur Systematic von *Linum usitatissimum* L. Die Kulturpflanze. 1962. B. 3. S. 341-388.
- Kutuzova S. N. Reconsideration of some intraspecific taxonomy aspects for cultivated flax (*Linum usitatissimum* L.). // *Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding.* 2011. Vol. 167. P. 5-22. [in Russian]. (Кутузова С. Н. Уточнение вопросов внутривидовой классификации культурного льна (*Linum usitatissimum* L.). // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 2011. Т. 167. С. 5-22).
- Kutuzova S. N. The inheritance of boll dehiscence degree in the subspecies of cultivated flax *Linum usitatissimum* L. // *Bulletin of applied botany, genetics and breeding.* 2009, vol. 166, pp. 156-162. [in Russian]. (Кутузова С. Н. Наследование степени растрескивания коробочек у подвидов культурного льна *Linum usitatissimum* L. // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 2009. Т. 166. С. 156-162).
- Kutuzova S. N., Porokhovinova E. A. Intraspecific variability of morphological and economic characters in *Linum usitatissimum* L. // *Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding.* 2011, vol. 167, pp. 41-57 [in Russian]. (Кутузова С. Н., Пороховинова Е. А. Внутривидовая изменчивость *Linum usitatissimum* L. по морфологическим и хозяйственно ценным признакам. // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 2011. Т. 167. С. 41-57).
- Kutuzova S. N., Porokhovinova E. A., Pendinen G. I. Origin and evolution of *Linum usitatissimum* L. // *Proceedings applied botany, genetics and plant breeding.* 2015. V. 176. Iss. 4. P. 436-455. [in Russian]. (Кутузова С. Н., Пороховинова Е. А., Пендинен Г. И. Происхождение и эволюция *Linum usitatissimum* L. // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 2015. Т. 176. В. 4. С. 436-455).
- Lemesh V. A., Xoty'leva L.V. The study of genetic relationship of flax cultural and its closest relatives using RAPD markers // *Genetics in XXI century: current state and prospects of development.* М. 2004. S. 108 [in Russian]. (Лемеш В. А., Хотылева Л. В. Изучение генетического родства льна культурного и его ближайших родственников с использованием RAPD-маркеров // *Генетика в XXI веке: современное состояние и перспективы развития.* М. 2004. С. 108.)
- 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., and 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. *Köngnigstein, Pisarev V*2012, 232 p.. E. The main points in breeding of flax // *Theoretic. the basics sat. Rast. L.* 1937. S. 503- 544 [in Russian]. (Pisarev V.E. Osnovny'e momenty' v selekcii l'na // *Teorenich. osnovy' sel. rast. L.* 1937. S. 503-544. (Писарев В. Е. Основные моменты в селекции льна. // *Теоретич. основы сел. раст. Л.* 1937. С. 503-544).
- Planchon J. E. Sur la Famille des Linees. London J. Botany. 1848. P. 165-186; 473-501; 507-528.
- Plonka F. Les varietes de Lin. // In: *Les varietes de Lin et leur maladies.* Paris: Inst. National de la recherché Agronomique. 1956, pp. 8-139.
- Plonka F. Les varietes de Lin. // In: *Les varietes de Lin et leur maladies.* Paris: Inst. National de la recherché Agronomique. 1956, pp. 8-139.
- Seetharam A. Interspecific hybridization in *Linum*. *Euphytica.* 1972, vol. 21(3), pp. 489-495.
- Sinskaya E. N. Classification of flax as source material for breeding and ins evolution // *Collection of works on flax biology and physiology.* Moscow, 1954a. P. 45-102. [in Russian]. (Синская Е. Н. Классификация льна как исходного материала для селекции и его эволюция // *Сб. работ по биол. и физиол. льна.* М. 1954а. С. 45-102).

- Sinskaya E. N.* The issues of flax development and growth in connection with organogenesis and accumulation of yield // Collection of works on flax biology and physiology. Moscow, 1954, pp. 5-44. [in Russian]. *Sinskaya E. N.* Voprosy' rasvitiya i rosta l'na v svyazi s organoobrazovaniem i nakopleniem urozhaya // Sb. rabot po fiziol. l'na. M. 1954. S. 5-44. (*Синская Е. Н.* Вопросы развития и роста льна в связи с органомобразованием и накоплением урожая // Сб. работ по биол. *развития* и физиол. льна. М. 1954. С. 5-44).
- Sizov I. A.* Flax. Moscow, 1955. 253 p. [in Russian] *Sizov I. A.* Lyon. M.-L. 1955. 253 s. (*Сизов И. А.* Лен. М.-Л. 1955. 253 с.).
- Svetlova A. A.* Taxonomic review of the genus *Linum* L. (Linaceae) of the flora of Russia and neighboring countries // News of systematics of higher plants 2009, number 41, pp. 99-145 [in Russian]. *Taksonomicheskij obzor roda Linum L. (Linaceae) flory Rossii i sopredel'nykh gosudarstv* // *Novosti sistematiki vysshikh rasteniy*, 2009, № 41. S. 99-145. (*Светлова А. А.* Таксономический обзор рода *Linum* L. (Linaceae) флоры России и сопредельных государств // *Новости систематики высших растений*, 2009, № 41. С. 99-145).
- Tobler F.* Flax as a fibre and oil plant. Leningrad, 1931. 239 p. [in Russian]. *Tobler F. K.* Lyon kak pryadil'noe i maslichnoe rastenie. L. 1931. 239 s. (*Тоблер Ф. К.* Лен как прядильное и масличное растение. Л. 1931. 239 с.).
- Vavilov N. I.* The centers of origin of cultivated plants // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 1926. Vol. 16. Iss 2. P. 54-71 [in Russian] *Vavilov N. I.* Centry' proisxozhdeniya kulturny'x rastenij // *Tr. po prikl. bot., gen. i sel.* 1926. T. 16. vy'p. 2. S. 54-71. (*Вавилов Н. И.* Центры происхождения культурных растений // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 1926. Т. 16. Вып. 2. С. 54-71).
- Vavilov N. I.* World resources of cereals and flax // Moskau-Leningrad: Izd. AN SSSR. 1957. 464 p. [in Russian] *Mirovy'e resursy' zernovy'x kul'tur i l'na* // Moskva-Leningrad: Izd. AN SSSR. 1957. 464 s. (*Мировые ресурсы зерновых культур и льна* // М.-Л.: Изв. АН СССР. 1957. 464 с.).
- Yermanos D. M., Gill K. S.* Cytology of autotetraploids of *Linum usitatissimum* L. and *L. angustifolium* Huds. and their amphidiploid hybrids // *Crop. Sci.* 1969. Vol. 9, № 2. P. 249-250.
- Yuzepczuk S.V.* Flax – Linaceae // In: Flora of the USSR. Moscow – Leningrad, 1949, vol. 14, pp. 86-103. [in Russian]. *Yuzepchuk S.V. L'novy'e - Linaceae* // *Flora SSSR. M.-L.* 1949. T. 14. S. 86-103. (*Юзепчук С. В.* Льновые – Linaceae // *Флора СССР. М.-Л.* 1949. Т. 14. С. 86-103).
- Zelentsov S. V., Zelentsov V. S., Moshnenko E. V., Ryabenko L. G.* Modern understanding of the phylogeny and taxonomy of genus *Linum* L. and flax (*Linum usitatissimum* L.) // *Oily culture. FGBNU VNIIMK.* 2016. V. 1 (165). P. 106-121 [in Russian]. *Zelentsov S. V., Zelentsov V. S., Moshnenko E. V., Ryabenko L. G.* Sovremennyy'e predstavleniya o filogeneze i taksonomii roda *Linum* L. i l'na oby'knoennogo (*Linum usitatissimum* L.) // *Maslichny'e kultury'. n-t. byull. VNIIMK.* 2016, vol. 1 (165), pp. 106-121. (*Зеленцов С. В., Зеленцов И. С., Мошненко Е. В., Рябенко Л. Г.* Современные представления о филогенезе и таксономии рода *Linum* L. и льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.) // *Масличные культуры. н-т. бюлл. ВНИИМК.* 2016. В. 1 (165). С. 106-121).

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-110-116

УДК 633.18:
632.732:581.573.4

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

**П. И. Костылев¹,
Е. В. Краснова¹,
Е. Е. Радченко²,
Т. Л. Кузнецова²,
М. А. Чумаков²,
Л. М. Костылева³**¹Аграрный научный центр
«Донской»,
347740, Ростовская обл.,
г. Зерноград,
ул. Научный городок, д. 3
e-mail: p-kostylev@mail.ru²Федеральный
исследовательский центр
Всероссийский институт
генетических ресурсов
растений имени Н. И. Вавилова,
190000, Россия
Санкт-Петербург,
ул. Б. Морская, д. 42, 44
e-mail: eugene_radchenko@ram-
bler.ru³Азово-Черноморский
инженерный институт
ВО Донской ГАУ,
347740, Ростовская область,
г. Зерноград, ул. Ленина, д. 21**СКРИНИНГ ОБРАЗЦОВ РИСА ПО УСТОЙЧИВОСТИ К
ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛЕ**

Актуальность. Значительный урон посевам риса на юге России стала наносить обыкновенная злаковая тля *Schizaphis graminum* Rond. Одной из основных причин, лимитирующих вредоносность насекомого, является устойчивость растений, однако систематические исследования устойчивости коллекции риса к опасному вредителю не проводились. Цель работы – анализ наследственного разнообразия риса по устойчивости к обыкновенной злаковой тле. Материалы и методы. Материалом для исследований служили 200 образцов различного происхождения из коллекции лаборатории селекции и семеноводства риса Аграрного научного центра «Донской». В лабораторных условиях ювенильные растения заселяли краснодарской (филиал Кубанская опытная станция ВИР, Гулькевичский район) популяцией насекомого и при гибели неустойчивого контроля (сорт ‘Танго’) проводили фенотипический скрининг с использованием шкалы от 0 (нет повреждений) до 10 (гибель растений). Часть образцов (18 устойчивых и гетерогенных по устойчивости к тле, а также 18 восприимчивых) оценили повторно. Результаты и выводы. Подавляющее большинство изученных форм оказались гетерогенными по устойчивости. Выявили 12 (5,5%) относительно устойчивых форм, повреждение которых составило 2,2–3,0 балла. После повторной оценки девяти устойчивых образцов лишь 3 из них оказались однородными: NSH-1 (Венгрия), ‘Муса Карем’ (Иран) и Златый × Стрелец (Россия). Стабильным (средняя поврежденность 3,5 балла) оказался и гетерогенный образец Olimpiada × Вираз, который сохранил лишь единичные восприимчивые растения. Некоторые образцы характеризовались широким спектром варьирования поврежденности растений от 2 до 10 баллов. Значительная изменчивость признака может обуславливаться проявлением генов с низкой экспрессивностью и/или присутствием в популяции фитофага клонов с различной вирулентностью к изученным формам. Образцы NSH-1, ‘Муса Карем’ и Златый × Стрелец, которые не содержат восприимчивых компонентов, могут быть рекомендованы в качестве источников устойчивости к обыкновенной злаковой тле для селекции сортов риса.

Ключевые слова:
рис, обыкновенная злаковая
тля, устойчивость**Поступление:**
24.05.2017**Принято:**
21.08.2017

**P. I. Kostylev¹,
E. V. Krasnova¹,
E. E. Radchenko²,
T. L. Kuznetsova²,
M. A. Chumakov²,
L. M. Kostyleva³**

¹Donskoy Agrarian Scientific Center, 3 Nauchny Gorodok St., Zernograd, 347740, Russia

²The N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 190000, Russia 42-44 Bolshaya Morskaya St., St. Petersburg.

³Azov-Blacksea Engineering Institute of Donskoy State Agrarian University, 21 Lenin St., Zernograd, 347740, Russia

Key words:
rice, greenbug, resistance

Received:
24.05.2017

Accepted:
21.08.2017

SCREENING OF RICE ACCESSIONS FOR GREENBUG RESISTANCE

Background. Greenbug (*Schizaphis graminum* Rond.) has been causing a significant damage to rice crops in Southern Russia in recent years. One of the main reasons that limit harmfulness of the insect is plant resistance; however, systematic studies of the rice collection for resistance to this dangerous pest have not been accomplished. This work aims at analyzing hereditary variation of rice in the context of greenbug resistance. **Materials and methods.** The material under study included 200 accessions of different origin from the collection of the Laboratory of Rice Breeding and Seed Production of the *Donskoy* Agrarian Scientific Center. Juvenile plants were infested with the Krasnodar (Kuban Experiment Station of VIR, Gulkevichi District) population of the insect. With the death of the susceptible reference (var. 'Tango'), phenotypic screening was performed using the scale from 0 (no damages) to 10 (plant death). Several accessions (18 resistant and heterogeneous in aphid resistance, and 18 susceptible ones) were assessed again.

Results and conclusions. The overwhelming majority of the studied forms were heterogeneous in their resistance. Twelve relatively resistant forms (5.5%) with the resistance score 2.2–3.0 were identified. Only 3 of them turned out to be homogeneous after the repeated test for homogeneity: NSH-1 (Hungary), 'Musa Karem' (Iran), and Zlatyi × Strelets (Russia). The heterogeneous accession Olimpiada × Virazh (the average damage score 3.5) which contained only solitary susceptible plants was also resistant. Some accessions were characterized by a wide range of variation in plant damage with the scores varying between 2 and 10. Significant variability of this character can be caused by the manifestation of genes with low expressivity and/or presence of clones with different virulence to the studied forms within the herbivore population. The accessions NSH-1, 'Musa Karem' and Zlatyi × Strelets which do not contain susceptible components can be recommended for breeding rice varieties as sources of greenbug resistance.

Введение

Рис представляет собой основной продукт питания для более 30% населения планеты. К сожалению, в результате развития болезней и размножения насекомых существенные потери урожая зерна отмечаются практически ежегодно. Среди насекомых-вредителей в последние годы наиболее значительный урон на юге России стали наносить тли. На посевах риса отмечено 4 вида: обыкновенная злаковая (*Schizaphis graminum* Rond.), яблонно-злаковая (*Rhopalosiphum insertum* Walk.), обыкновенная черемуховая (*Rhopalosiphum padi* L.) и розанно-злаковая (*Metopolophium dirhodum* Walk.) тли. Наиболее вредоносна обыкновенная злаковая тля (Kovalev, Mirzin, 2013).

Насекомое зимует на озимых и дикорастущих злаках преимущественно в фазе яйца. Отрождение личинок, развивающихся в бескрылых самок-основательниц, обычно происходит в начале мая. Появляющиеся в конце мая крылатые расселительницы перелетают на другие растения, в том числе и на яровые злаки, где продолжают размножаться. С повышением среднесуточной температуры в колониях преобладают бескрылые самки. Наибольшая численность вредителя наблюдается в конце июня – июле. Число поколений (обычно 10–15) и плодовитость тлей (до 80 личинок) зависят преимущественно от погодных условий. После уборки яровых культур насекомые питаются на падалице, дикорастущих злаках, а затем мигрируют на всходы озимых. Осенью, с наступлением похолодания, появляются самки-полоноски, которые отрождают личинок, превращающихся в крылатых самцов и бескрылых самок. После спаривания самки откладывают зимующие яйца (Radchenko, 2008). Присущая тлям гетерогония (чередование в жизненном цикле, наряду с самцами и нормальными самками, которые откладывают зимующие яйца, до 20 и более поколений партеногенетических самок) обеспечивает комбинацию преимуществ бисексуального размножения и партеногенеза. При массовом размножении партеногенетических поколений весной и летом происходит быстрое увеличение популяций тлей. Каждая особь воспроизводит себе подобную, что благоприятствует сохранению в популяциях любой вариации кариотипа, все мутации фиксируются. Осеннее амфигонное поколение позволяет тлям выжить благодаря

продуцированию зимующих яиц и служит источником генетической изменчивости.

Насекомые живут большими колониями, как на верхней, так и нижней стороне листьев. К моменту выхода злаков в трубку плотность тлей быстро увеличивается, так что огромные колонии могут полностью покрывать листья. Наиболее уязвимая фаза растения при заселении тлей – выход в трубку. В период созревания яровых культур численность тлей на них резко уменьшается. Места повреждений на растении обесцвечиваются, иногда краснеют. Кроме непосредственного вреда (серьезные изменения в биохимическом составе растений и физиологических процессах, снижение урожая зерна и его качества), насекомое переносит многие вирусные заболевания злаков (Kostylev, Artokhin, 2011).

Вспышку массового размножения насекомого на посевах риса на Северном Кавказе наблюдали в 2011 г. В Краснодарском крае заселение посевов обыкновенной злаковой тлей началось во второй декаде июня. Средняя численность вредителя составляла 3,8 экз./растение на площади 71,7 тыс. га. Обработки проводились на площади 35 тыс. га. В Республике Дагестан из общей площади 13 тыс. га заселение тлей было обнаружено на 1,5 тыс. га. Появление тли на рисовых чеках регистрировалось с конца третьей декады июня. Распространение вредителя составляло 20% со средней плотностью 3 экз./растение. Максимальная плотность 8 экз./растение отмечалась на площади 150 га (<https://www.rosselhocenter.com>). С 2010 г. тля ежегодно вредит посевам риса в Ростовской области, что требует проведения химических обработок (Kostylev, Artokhin, 2014).

Одной из основных причин, лимитирующих вредоносность *Schizaphis graminum* на злаках, является устойчивость растений. Селекция устойчивых генотипов растений – радикальный, наиболее дешевый и экологически безопасный способ борьбы с тлями. Выявлены растительные белки, обладающие пестицидной активностью; широко обсуждается роль вторичных метаболитов растений – терпеноидов, фенолов, флавоноидов, алкалоидов и др. Генетический контроль биосинтеза ряда защитных соединений достаточно хорошо изучен – например, синтез присутствующих в растениях злаковых культур гидроксамовых кислот (ДИМБОА, ДИБОА) и родственных им со-

единений. В последнее время активно изучаются механизмы индуцируемой устойчивости растений к обыкновенной злаковой тле.

В подавляющем большинстве работ выявляют специфическую устойчивость зерновых культур к *S. graminum*. Дифференциальное взаимодействие насекомого с растениями-хозяевами исследовано довольно обстоятельно. В наших опытах (Radchenko et al., 2012a; 2012b) выявлен высокий общий и сезонный полиморфизм обыкновенной злаковой тли по вирулентности к образцам сорго и ячменя с разными генами устойчивости. Важную роль в сезонной вариации частот фенотипов вирулентности играют абиотические факторы, под воздействием которых может меняться относительная конкурентоспособность клонов тли и происходить дифференциальный отбор в популяции фитофагов, специфически приспособленных к виду растения-хозяина. Следовательно, для предотвращения массового размножения насекомого необходимо выращивать сорта с разными генами устойчивости.

Выявление новых генов устойчивости из коллекции культурных растений – самый простой способ пополнения их запаса. К сожалению, систематические исследования устойчивости коллекции риса к опасному вредителю не проводились. Цель работы – анализ наследственного разнообразия риса по устойчивости к обыкновенной злаковой тле.

Материалы и методы

Материалом для исследований послужили 200 образцов различного происхождения из коллекции лаборатории селекции и семеноводства риса Аграрного научного центра «Донской». В их числе образцы, полученные из IRRI, ВИР, ВНИИ риса, а также гомозиготные формы гибридного происхождения собственной селекции. Каждому образцу был присвоен номер рабочей коллекции 2015 г.

Эксперименты проводили в 2016–2017 гг. в световом зале отдела генетики Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР), где поддерживалась температура воздуха 20–25°C. В опытах использовали краснодарскую (филиал Кубанская опытная станция ВИР, Гулькевичский район) популяцию насекомого. Обыкновенная злаковая тля вызывает некротизацию растительной ткани в

месте питания, что позволяет относительно просто тестировать устойчивость растений. Семена высевали рядами (по 15 зерен на рядок) в пластмассовые кюветы, наполненные нестерильной смесью почвы, песка и торфа. В каждую кювету помещали по два рядка неустойчивого контроля (сорт ‘Танго’, к-9422). В фазе двух листьев всходы заселяли тлями из расчета 5–10 особей на растение. При гибели контроля определяли поврежденность растений каждого образца по шкале: 0 – нет повреждений, 1 – повреждено 1–10% листовой поверхности, 2 – 11–20%, ..., 10 – 91–100%. Растения с баллами 1–4 относили к устойчивым, 5–8 – умеренно устойчивым, 9–10 – к восприимчивым (Radchenko, 2008). Часть образцов (18 устойчивых и гетерогенных по устойчивости к тле, 18 восприимчивых) оценили повторно.

Результаты и обсуждение

Все образцы повреждались тлей, хотя питание насекомых на растениях риса было менее интенсивным по сравнению с зерновыми колосовыми культурами и сорго; растительные ткани некротизировались медленно. Вместе с тем изученный генофонд риса весьма разнообразен по устойчивости к *S. graminum*. Подавляющее большинство образцов оказались гетерогенными по устойчивости и довольно отчетливо распадались на 2–3 класса. Средняя поврежденность растений варьировала от 2,21 до 10 баллов (рис. 1).

Большая часть образцов (26%) была неустойчива к вредителю (9,1–10 баллов). К ним относились сорта ‘Ортикон’, ‘ВНИИР 8847’, ‘Ароматный’, ‘Sokan’, ‘Нейтрон’, ‘Цезарио’, ‘Магнат’ и др.

Средняя поврежденность примерно одинакового числа образцов (11,4–13,4%) варьировала в пределах 4–9 баллов, 7% – 3,1–4 балла. Выявлено 12 (5,5%) относительно устойчивых форм, повреждение которых составило 2,2–3,0 балла (таблица).

После повторной оценки девяти устойчивых образцов лишь 3 из них оказались однородными: № 683 NSH-1 (Венгрия), № 818 ‘Муса Карем’ (Иран) и № 397 Златый × Стрелец (Россия) (таблица, рис. 2). Стабильным (средняя поврежденность 3,5 балла) оказался и гетерогенный образец № 515 Olimpiada × Вираз, который содержал лишь единичные восприимчивые растения.

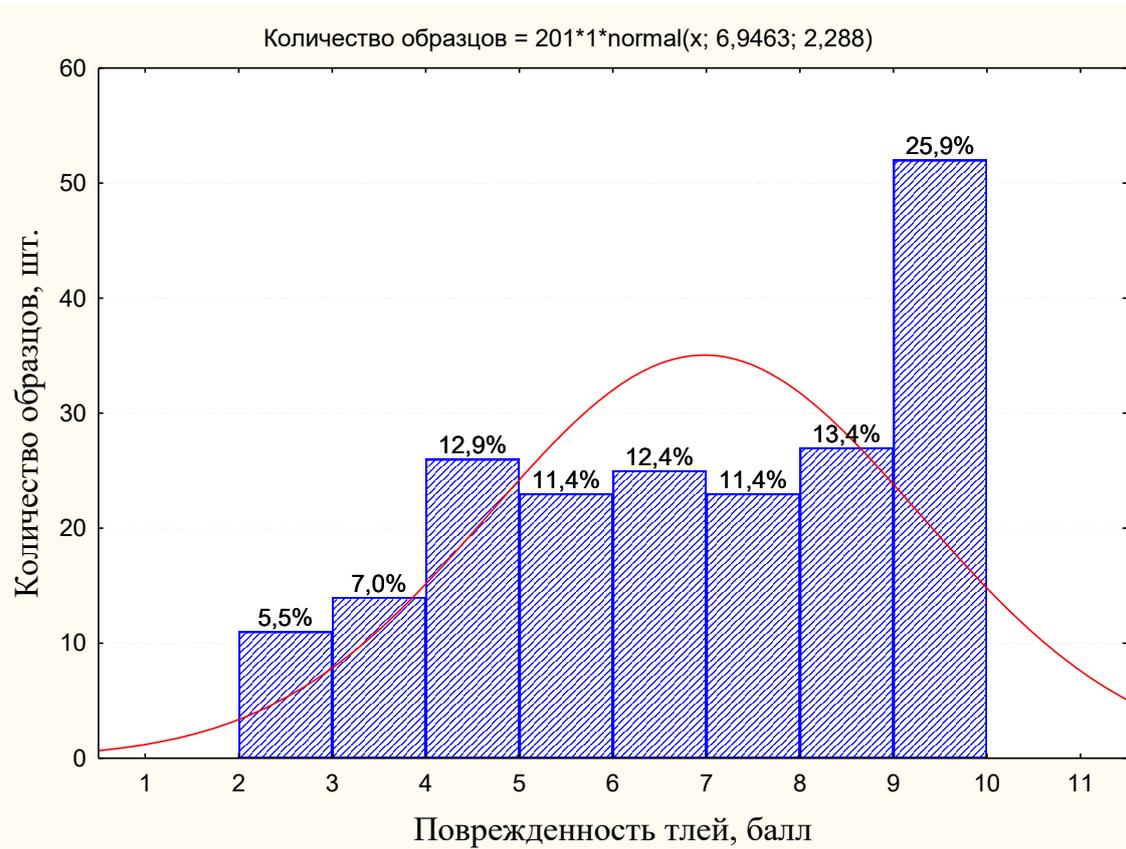


Рис. 1. Распределение образцов риса по устойчивости к обыкновенной злаковой тле
Fig. 1. Distribution of rice accessions according to their greenbug resistance

Таблица. Выделившиеся по устойчивости к обыкновенной злаковой тле образцы риса
Table. Greenbug resistant rice accessions

Номер образца рабочей коллекции	Образец, происхождение	Средний балл		Различия между учетами
		1 учет	2 учет	
к-9422, Танго, Краснодарский край (контроль)		9,0	9,5	0,5
817	к-8247, НР 101-9-В-В-1-2-1, Филиппины	2,2	5,6	3,4
683	NSH-1, Венгрия	2,2	2,5	0,3
856	Поккали, Индия	2,2	4,6	2,4
636	к-9254, Dedalo, США	2,3	8,0	5,7
694	к-4992, Saturn, США	2,4	6,7	4,3
705	к-6817, Szarvashi 70, Венгрия	2,4	7,3	4,9
818	к-5185, Муса Карем, Иран	2,4	3,5	1,1
397	Златый × Стрелец, Россия	2,5	3,5	1,0
605	МГР-2, Россия	2,6	4,2	1,6
714	к-5959, Альтаир, Россия	2,8	7,9	5,1
311	Крупнозерный 56, Россия	3,0	4,3	1,3
666	к-7289, Jukava, Япония	3,0	4,5	1,5
Стандартное отклонение		2,3	2,1	

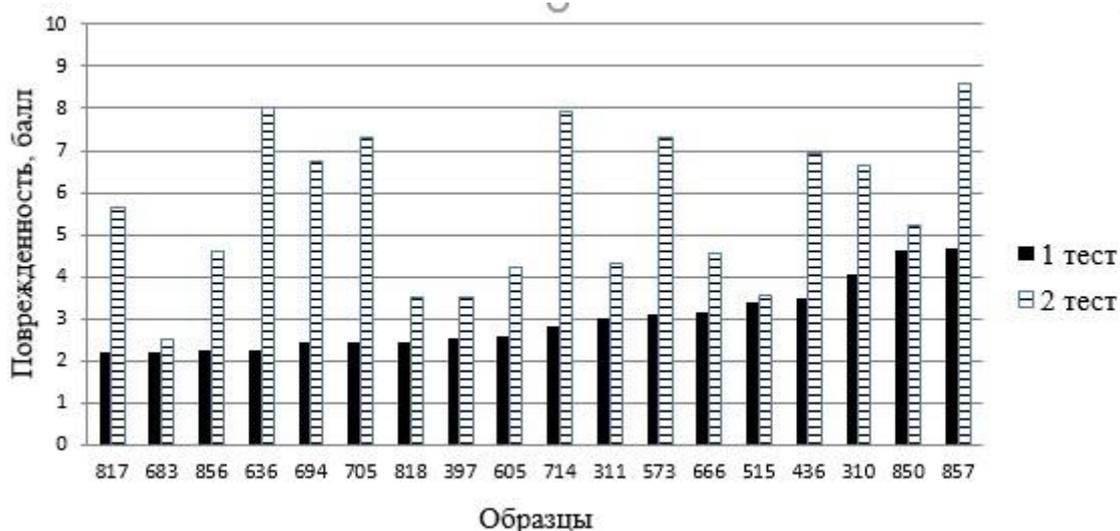


Рис. 2. Повторное тестирование устойчивых и гетерогенных по устойчивости к обыкновенной злаковой тле образцов риса

Fig. 2. Retesting of rice accessions resistant to greenbug and heterogeneous in greenbug resistance

Среди восприимчивых образцов (поврежденность при первом тестировании 10,0 баллов) однородными оказались № 345 ('Танго'), однако средняя поврежденность этих форм была несколько ниже (8,6–9,1 балла).

Сходные оценки характерны также для образца № 584 (Бахус × Дончак) и контроля ('Крупнозерный гладкий' и № 276 ('Ортикон'), что позволяет использовать их в качестве восприимчивых контролей (рис. 3).

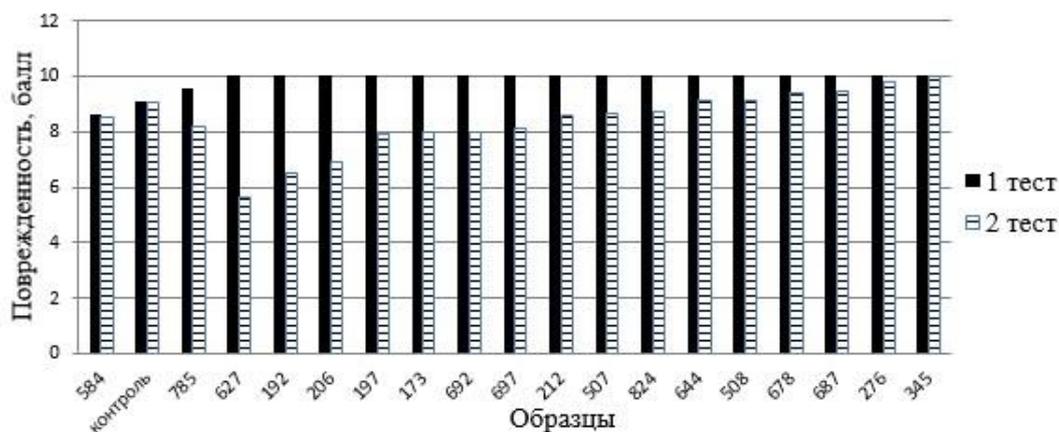


Рис. 3. Повторное тестирование неустойчивых к обыкновенной злаковой тле образцов риса

Fig. 3. Retesting of greenbug susceptible rice accessions

Заключение

Итак, нам удалось выявить отчетливые различия между образцами риса по устойчивости к обыкновенной злаковой тле. Большинство форм гетерогенны по изученному признаку. Образцы NSH-1 (Венгрия), 'Муса Карем' (Иран) и Златый × Стрелец (Россия), которые не содержат восприимчивых компонентов, можно рекомендовать в качестве источников устойчивости к *Schizaphis*

graminum для селекции сортов риса. Некоторые образцы характеризовались широким спектром варьирования поврежденности растений от 2 до 10 баллов. Значительная изменчивость признака может обуславливаться проявлением генов с низкой экспрессивностью и/или присутствием в популяции фитофага клонов с различной вирулентностью к изученным формам.

Особенность генетического контроля устойчивости зерновых культур к вредным

организмам – взаимодействие двух сопряженно эволюционирующих систем. Проблема продления срока «полезной жизни» генов устойчивости растений широко обсуждается в литературе уже несколько десятилетий. Рациональные стратегии селекции злаков на устойчивость к тлям (чередование во времени сортов с разными генами устойчивости, «мозаики» сортов, селекция мультилинейных сортов, «пирамидирование») предусматривают, прежде всего, расширение генетического разнообразия возделываемых сортов. Процесс адаптации вредителей к устойчивым сортам может быть существенно замедлен за счет целесообразного территориального размещения генов устойчивости. К сожалению, анализ изменчивости популяций *S. graminum* по признаку

вирулентности к генам устойчивости риса в России никогда не проводился.

Исследования, нацеленные на восстановление генетического разнообразия возделываемых сортов риса по устойчивости к вредным организмам, проводятся уже достаточно длительное время (Heinrichs et al., 1985; Jackson, 1997). Известны и успешные примеры маркер-опосредованной селекции сортов риса, устойчивых к сосущим вредителям, – прежде всего, к рисовым цикадкам (Kostylev et al., 2017). Вместе с тем, в мировой литературе не обсуждается чрезвычайно актуальная для России проблема устойчивости риса к тлям. Мы надеемся, что начатые нами селекционно-генетические исследования в известной мере восполнят существующий пробел.

References/Литература

- Heinrichs E. A., Medrano F. G., Rapusas H. R. Genetic evaluation for insect resistance in rice. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, 1985. 356 p.
- Jackson M. T. Conservation of rice genetic resources: the role of the International Rice Genebank at IRRI. *Plant Mol. Biol.*, 1997, vol. 35, no. 1, pp. 61–67. DOI: 10.1023/A:1005709332130
- Kovalev V. S., Mirzin A. S. Plant protection system of rice. *Plant protection and quarantine*, 2013, no. 7, pp. 48–50 [in Russian] (Ковалев В. С., Мырзин А. С. Система защиты риса // Защита и карантин растений. 2013. № 7. С. 48–50).
- Kostylev P. I., Artokhin K. S. Pests of rice in Rostov region. *Plant protection and quarantine*, 2014, no. 10, pp. 30–33 [in Russian] (Костылев П. И., Артохин К. С. Вредители риса в Ростовской области // Защита и карантин растений. 2014. № 10. С. 30–33).
- Kostylev P. I., Artokhin K. S. Weeds, diseases, and pests of rice agrocenosis in the south of Russia. Moscow: Pechatnyj gorod, 2011, 368 p. [in Russian] (Костылев П. И., Артохин К. С. Сорные растения, болезни и вредители рисовых агроценозов юга России. М.: Печатный город, 2011. 368 с.).
- Kostylev P. I., Red'kin A. A., Krasnova E. V. Rice development for planthoppers resistance (review). *The new science: from the idea to the result. International scientific post-conference periodical (Surgut, 22 January 2017)*. Vol. 3. Sterlitamak, 2017, pp. 214–216 [in Russian] (Костылев П. И., Редькин А. А., Краснова Е. В. Селекция риса на устойчивость к цикадкам (обзор) // Новая наука: от идеи к результату. Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции (Сургут, 22 января 2017). Ч. 3. Стерлитамак, 2017. С. 214–216).
- Pests and diseases of rice (Vrediteli i bolezni risa)*. Вредители и болезни риса. <https://www.rosselhocenter.com/2012-01-18-20-33-07/292-vrediteli-i-bolezni-risa> Дата обращения 16.05.2017
- Radchenko E. E. Cereal aphids // In: The study of the genetic resources of cereal crops for resistance to harmful organisms. Moscow: Rosselchozakademia, 2008, pp. 214–257 [in Russian] (Радченко Е. Е. Злаковые тли // В кн.: Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. М.: Россельхозакадемия, 2008. С. 214–257).
- Radchenko E. E., Kuznetsova T. L., Alpatieva N. V. Dynamics of the genetic structure of the Krasnodar greenbug population under host plant alteration. *Russ. J. Genet.: Applied Research*, 2012a, vol. 2, no. 6, pp. 473–479. DOI: 10.1134/S2079059712060111
- Radchenko E. E., Kuznetsova T. L., Zubov A. A. Long-term seasonal polymorphism of the Krasnodar greenbug population for virulence to sorghum varieties carrying different resistance genes. *Russ. J. Ecology*, 2012b, vol. 43, no. 3, pp. 204–209. DOI: 10.1134/S1067413612030137.

ИСТОРИЯ АГРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВИР.
СЛАВНЫЕ ИМЕНА

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-117-122

УДК 581.1

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

К. В. Манойленко

Санкт-Петербургский
филиал Института истории
естествознания и техники
им. С. И. Вавилова РАН,
199034, Россия,
Санкт-Петербург, Университет-
ская наб., д. 5
kvman1929@gmail.com

**ИХ ИНТЕРЕСЫ СОЕДИНЯЛИСЬ: И. П. БОРОДИН И
Н. И. ВАВИЛОВ**

Проанализированы контакты Н. И. Вавилова с И. П. Бородиным в направлении прикладной ботаники, научно-организационной деятельности. Сделан акцент на единстве их взглядов на проблему соединения физиологии и экологии растений с растениеводством. Несмотря на то, что между этими учеными – И. П. Бородиным и Н.И.Вавиловым – существовала значительная разница в возрасте – 40 лет, их связывали тесные научные контакты. Вавилов испытывал к старшему коллеге чувства признательности за его достижения в познании мира растений. Он восхищался его оптимизмом, верой в силу науки, его готовностью оказать помощь и поддержку ботаникам в их исследованиях и даже в обычных житейских делах.

Ключевые слова:

И. П. Бородин, Н. И. Вавилов, иммунология, прикладная ботаника, физиология растений, культурное растение, растениеводство

Поступление:

26.07.2017

Принято:

21.08.2017

HISTORY OF AGROBIOLOGICAL RESEARCH AND VIR.
NAMES OF RENOWN.

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-3-117-122

ORIGINAL ARTICLE

K. V. Manoylenko

St. Petersburg Branch
of the S. I. Vavilov
Institute of History of Science
and Technology,
5 Universitetskaya Emb.,
St. Petersburg,
199034, Russia,
kvman1929@gmail.co

**THEIR INTERESTS WERE CONNECTED: I. P. BORODIN
AND N. I. VAVILOV**

The contacts between N. I. Vavilov the I. P. Borodin are analyzed in the sphere of applied botany, research and organizational activities. The emphasis is made on the unity of their views on the linkage of physiology and ecology with plant growing problems. Despite their significant difference in age – 40 years –they nevertheless had close scientific contacts. Vavilov appreciated his senior colleague for his achievements in understanding the world of plants. He admired Borodin's optimism, his faith in the power of science, his readiness to give help and support to botanists in their studies, and even in ordinary worldly affairs.

Key words:

I. P. Borodin, N. I. Vavilov, immunology, applied botany, plant physiology, crop, plant growing

Received:

26.07.2017

Accepted:

21.08.2017

Иван Парфеньевич Бородин (1847–1930) прославился созданием первой в России научной школы ботаников-лесоводов, работами в области флористики и систематики растений, в изучении их структур и функций. Он исследовал процессы дыхания и фотосинтеза (Borodin, 1877), пигментную систему растения в экологическом аспекте. Он получил мировое признание за открытие кристаллов хлорофилла и «кривой дыхания», за обоснование значения аспарагина в обмене веществ растений. Бородин выступал за привлечение анатомических признаков к систематике, за установление филогенетических связей между растительными организмами (Manoylenko, 1997, 2005).

Широкую известность Бородину принесли его учебные руководства, выдержавшие по несколько изданий (первые относятся еще к концу 1880-х гг.). Это «Краткий учебник ботаники» (Borodin, 1931) и «Курс анатомии растений» (Borodin, 1938).

Бородин создал уникальный труд «Коллекторы и коллекции по флоре Сибири» (Borodin, 1908), опубликовал обзорно-аналитическую работу «Новейшие успехи ботаники» (Borodin, 1880). Он позитивно оценил и объяснил законы Г. Менделя, соединил их с проблемами эволюционной теории (Borodin, 1903). Н. И. Вавилов особо оценил этот факт. В своем поздравительном адресе в связи с юбилеем Бородина – 70-летие со дня рождения ученого – писал: «Вы первый познакомили русского читателя с новыми идеями в области наследственности» (Санкт-Петербургский филиал Архива Российской академии Наук – СПбФ АРАН. – ф. 125. Оп. 1. Д. 32. Л. 5.).

Конец 1909 – начало 1910 г. стал знаковым в развитии науки. В этот период в Москве проходил XII съезд русских естествоиспытателей и врачей. Бородин выступил на съезде с докладом, посвященном охране природных ресурсов России и мира. Его инициатива была поддержана участниками съезда. Бородин говорил об ответственности ученых, населения всей страны перед грядущими поколениями за сохранение памятников природы: «Мы являемся обладателями, в своем роде единственными, сокровищами природы» (Borodin, 1910, с. 310). Охрану их он квалифицировал как

нравственный долг перед человечеством и наукой.

Нельзя здесь не отметить также заслуги Бородина перед ботаниками России, за его совместные с академиком А. С. Фаминцыным (1835–1918) усилия по созданию Русского ботанического общества. Это событие произошло в 1916 г. и было ответом на призыв киевских ботаников Е. Ф. Вотчала, С. Г. Навашина, А. В. Фомина к единению ботаников страны. Тогда же, в 1916 г., Бородин был избран первым президентом Русского ботанического общества, а его почетным пожизненным президентом стал А. С. Фаминцын.

Н. И. Вавилов в эти годы начинал свой научный путь. Он, как известно, в 1910 г. окончил Московский сельскохозяйственный институт и выступил с первой научной публикацией, посвященной изучению воздействия на растения патогенных агентов, а именно улиток (Vavilov, 1910) Изучение устойчивости сельскохозяйственных растений к поражениям паразитными грибами на ряд лет становится магистральным в его исследовательской деятельности (Bakhteyev, 1988). В 1913, 1919 и 1935 годах выходят в свет его основополагающие работы по этим вопросам (Vavilov, 1913, 1919, 1935).

1923 г. стал этапным в его творческой и научно-организационной деятельности: Вавилов избирается в число членов-корреспондентов Российской Академии наук. С рекомендацией к избранию в содружестве с В. Л. Комаровым, В. Л. Омелянским и С. П. Костычевым выступил И. П. Бородин (Borodin et al., 1923). К числу заслуг кандидата авторы представления назвали его труды по иммунитету культурных растений. При этом среди приоритетных начинаний Вавилова они отметили разработанный им метод борьбы с паразитами с помощью селекции.

В дальнейшем Вавиловым был сформулирован ряд важнейших положений. Он показал, что иммунитет свойственен как культурным растениям, так и дикорастущим формам, предложил классификацию естественного иммунитета, определил анатомо-морфологические и функциональные адаптации защитного свойства у растений.

Специализация видов паразитных грибов, их приуроченность к определенному

кругу растений – хозяев, генетическая дифференциация сортов, как показал Вавилов, являются важнейшими факторами распределения иммунитета. Существенно и то, что он открыл явление группового иммунитета – одновременной устойчивости растения к различным патогенам. Он установил обусловленность иммунитета генетической и экологической дифференциацией видов и степенью специализации патогенов.

Вавилов обосновал необходимость введения в фитоиммунологию ботанико-географического и эколого-физиологического методов исследования.

Он дал в руки селекционеров «ключи» – правила, позволяющие определить вероятность нахождения иммунных видов и сортов среди возделываемых растений (Vavilov, 1961).

Нельзя переоценить его вклад в обоснование закономерностей, своего рода «правильностей» в распределении естественного иммунитета среди видов и сортов.

Эти закономерности, выявленные Вавиловым в отношении иммунитета возделываемых растений, проложили дорогу его работам по широкому изучению изменчивости растений и в конечном итоге формулировке «Закона гомологических рядов в наследственной изменчивости» (Vavilov, 1920).

Именно на это обстоятельство обратил внимание Бородин и другие авторы «Записки», считая, что этот Закон «по справедливости, может быть назван Законом Вавилова» (Borodin et al., 1923).

Вавилова и Бородина сближал общий интерес к прикладной ботанике, в ее взаимодействиях с экологией и физиологией растений.

В одном из писем к Р. Э. Регелю, датированного ноябрем 1917 г., Вавилов признавался: «Прикладная ботаника и «Бюро прикладной ботаники» еще на студенческой скамье приковали к себе мои симпатии. И хотя мне по времени больше пришлось учиться в России и за границей у фитопатологов и «генетиков», сам себя я определяю как прикладного ботаника и наибольшее сродство чувствую к сообществу прикладных ботаников» (Scientific inheritance, 1980, с. 30). К этому сообществу принадлежал и Бородин. Напомним, что он совместно с А. Ф. Баталиным стоял у истоков основания в

1894 г. Бюро по прикладной ботанике, а в пе-риод с 1899–1904 г. г. возглавлял его. В 1900 г. в помощь себе он пригласил в Бюро Р. Э. Регеля (1867–1920). Это был подвижник в деле развития прикладной ботаники, изучения возделываемых растений и особенно ячменя.

Работу Регеля в Бюро, деятельность по его руководству, после ухода Бородина с поста заведующего высоко оценил Вавилов (Vavilov, 1922).

Позднее, после ряда преобразований, когда был создан Отдел прикладной ботаники и селекции и его возглавил Вавилов, в адрес Бородина поступило письмо. В письме, за подписью Вавилова, отправленного в ноябре 1923 г., сообщалось: «Научный совет Отдела просит Вас принимать по мере возможности, насколько позволит Вам время, участие в работах Отдела своими советами и указаниями» (Scientific inheritance, 1980, с. 135).

Бородин откликнулся на письмо Вавилова. В пределах служебных обстоятельств и своих возможностей, поскольку был руководителем Ботанического музея Академии наук (1902–1929), он принимал участие в деятельности Отдела. Его советы и рекомендации распространялись на вопросы сельскохозяйственной экологии, изучения растений Севера.

Бородин, исполняя просьбу Вавилова, произнес прощальное слово о Р. Э. Регеле на заседании, посвященном его памяти (Центральный государственный архив научно-технической документации Санкт-Петербурга – ЦГАНТД СПб. Ф. 179. Оп. 1-1. Д. 172. Л. 6).

Он поддержал идею созыва в России Первого съезда по прикладной ботанике. Он способствовал ее реализации.

Бородину были близки задачи съезда, нацеленные на развитие исследований по экологии возделываемых и дикорастущих растений.

Съезд прошел в Воронеже в сентябре 1920 г. Организационный комитет возглавлял Б. А. Келлер, его членами были Б. А. Иванов и С. К. Чаянов. В состав почетного президиума входил Н. И. Вавилов. Он ознакомил участников съезда с сущностью своего «Закона гомологических рядов в наследственной изменчивости» (1920).

Контакты Вавилова с Бородиным осуществлялись не только в форме делового сотрудничества по линии Отдела прикладной ботаники и селекции, но и дружеских встреч. Вавилов держал Бородина в курсе своих исследовательских планов, экспедиционных поездок, делился мыслями о работе над центрами происхождения культурных растений. Он поставил ученого в известность о своей совместной с А. А. Ячевским поездке в Америку в 1921 г.

Позднее, в 1924 г., Вавилов информировал Бородина об экспедиции в Афганистан. «Считаю долгом, – писал он, – довести до Вашего сведения о прибытии нашей экспедиции в Кабул. Пройдено по Афганистану 2000 верст маршрутного пути. Исследована в ботанико-агрономическом отношении северная часть Афганистана». В этом же письме Вавилов изложил свои новые подходы к концепции происхождения культурных растений: «Виденное и собранное заставило кое-что изменить из представлений о происхождении культурных растений. Придется сильно исправить теорию горных центров» (СПбФ АРАН. Ф. 125. Оп. 1 Д. 466. Л. 2).

В августе 1929 г. Бородину поступила открытка из Синьцзяна (Западный Китай): «Дорогому Ивану Парфеньевичу от землепроходца, пробирающегося по оазисам, через пустыни азиатские, привет и поклон. Ваш Вавилов» (СПбФ АРАН. Ф. 125. Оп. 1 Д. 466. Л. 3).

Вавилов и его соратники достойно, на все времена, отметили дату – 30-летие с момента вступления Бородина на пост заведующего Бюро по прикладной ботанике, что случилось в 1899 г. На период празднования Бюро, после ряда реорганизаций, действовало под названием «Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур».

В ознаменование памятного события периодическое издание института «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции» – XX том – было решено посвятить Бородину. Этот том увидел свет в 1929 г.

В посвящении к XX тому отмечена талантливая, напряженная работа Бородина по становлению и развитию нового научного направления – прикладной ботаники. Это был акт признания заслуг ученого, одним из

первых «вдохнувшего жизнь» в изучение культурных растений.

Том открывается статьей Вавилова «Возделываемые растения Хивинского оазиса» (Vavilov, 1929).

Заметим, что двумя годами ранее, в 1927 г., в честь И. П. Бородина был опубликован сборник, приуроченный к его юбилею. Авторами выступили продолжатели дела и научных направлений в исследованиях юбиляра: Буш Н. А., Воронихин Н. Н., Иванов Л. А., Иванов Н. Н., Исаченко Б. Л., Келлер Б. А., Костычев С. П., Крылов П. Н., Кузнецов Н. И., Лепешкин В. В., Любименко В. Н., Навашин С. Г., Омелянский В. Л., Сукачев В. Н., Филипченко Ю. А., Ячевский А. А.

Следует обратить внимание на важный факт в научно-организационной деятельности Бородина. В 1917 г. он был избран временно исполняющим обязанности вице-президента Академии Наук. В число же академиков этого «первенствующего» в стране научного учреждения он был избран в 1902 г. Тогда, аргументируя выдвижение Бородина, академики в числе его особых заслуг указали на способность «искать и находить единство в строении и функционировании растений» (СПбФ АРАН. Ф. 125. Оп. 1 Д. 60. Л. 7 об.).

Последовательно и углубленно этим же путем шел и Вавилов. Он участвовал в осуществлении перспективной идеи привлечения физиологии растений к систематике и растениеводству.

Показательны в этом отношении его работы «Очередные задачи сельскохозяйственного растениеводства» (Vavilov, 1925) и «Революция в науке растениеводства» (Vavilov, 1933).

Вавилов разработал программу создания физиологической и биохимической классификации растений. «Задача будущего биологии в значительной мере, – писал он, – определяется созданием физиологической и биохимической систематики растений. И далее: «Первый вопрос, который решают наши биохимики и физиологи, – это выяснение амплитуды изменчивости сортов в пределах видов важнейших культурных растений» (Vavilov, 1933, с. 27). Эта постановка вопроса в его прикладном и теоретическом отношении находилась в сфере интересов и

работ Бородина и Вавилова. Концепция программы была, по своей сути и времени, когда она создавалась, прогрессивной, устремленной в будущее (Vavilov, 1933).

Линии единения Вавилова и Бородина находились и в русле мировоззренческих проблем. Их взгляды сходились по вопросам факторов развития науки, ее значения для экономики страны, интересов общества (Borodin, 1880). Сохраняют свою актуальность их призывы к мобилизации ума и воли

ученых, обращенных на дело познания природы, овладения ее растительными ресурсами. «Мы можем временно уступать нашим соседям, – писал Вавилов, – в общем уровне нашего благосостояния, нашего обихода жизни, мы можем подождать с удобствами нашей личной жизни; *единственно в чем мы не можем уступать, это в вооружении нашего интеллекта*» (Vavilov, 1925, с. 15–16).

References/Литература

- Bakhteyev F. Kh.* Nikolai Ivanovich Vavilov (1887–1943). Novosibirsk: Nauka, Sib. DEP., 1988, 269 p. [in Russian] (*Бахтеев Ф. Х.* Николай Иванович Вавилов (1887–1943). Новосибирск: Наука, Сиб. отд. 1988. 269 с.).
- Borodin I. P.* Physiological studies on respiration livening shoots, Proc. SPb. about society of naturalists. 1877, vol. 7, p. 1–114 [in Russian] (*Бородин И. П.* Физиологические исследования над дыханием листоносных побегов // Тр. СПб. о-ва естествоиспытателей. 1877. Т. 7. С. 1–114).
- Borodin I. P.* the Latest achievements of botany. (1877–1879). SPb., 1880. 180 p. [in Russian] (*Бородин И. П.* Новейшие успехи ботаники. (1877–1879). СПб., 1880, 180 с.).
- Borodin I. P.* Essays on issues of fertilization in the vegetable Kingdom. SPb., 1903, 48 p. [in Russian] (*Бородин И. П.* Очерки по вопросам оплодотворения в растительном царстве. СПб. 1903. 48 с.).
- Borodin I. P.* Collectors and collections of the flora of Siberia. SPb. 1908. 245 p. [in Russian] (*Бородин И. П.* Коллекторы и коллекции по флоре Сибири. СПб. 1908. 245 с.).
- Borodin I. P.* Protection, Proc. Nerd. garden of Yuryev University. 1910, vol. 11, iss. 4, pp. 297–317 [in Russian]. (*Бородин И. П.* Охрана памятников природы // Тр. Ботан. сада Юрьевского ун-та. 1910. Т. 11. Вып. 4. С. 297–317).
- Borodin I. P., Komarov V. L., Omelyanska V. L., Kostychev S. P.* A note on the writings of scholars N. I. Vavilov, Izv. ROS. Academy of Sciences, Ser. VI, 1923, vol. XVII, no. 1–18, pp. 341–342 [in Russian] (*Бородин И. П., Комаров В. Л., Омелянский В. Л., Костычев С. П.* Записка об ученых трудах Н. И. Вавилова // Изв. Рос. Академии наук. Сер. VI. 1923. Т. XVII. №1–18. с. 341–342).
- Borodin I. P.* Short textbook of botany. 16th ed. Moscow; Leningrad, 1931, 452 p. [in Russian] (*Бородин И. П.* Краткий учебник ботаники. 16-е изд. М.; Л., 1931. 452 с.).
- Borodin I. P.* Lectures on anatomy of plants. 5-e Izd. Moscow; Leningrad, 1938, 309 p. [in Russian] (*Бородин И. П.* Курс анатомии растений. 5-е изд. М.; Л. 1938. 309 с.).
- Vavilov N. I.* Naked slugs (snails), damaging fields and gardens in Moscow province. M. Mosk. lips. The Zemstvo. 1910, 55 p. [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Голые слизни (улитки), повреждающие поля и огороды в Московской губернии. М. Моск. губ. Земство. 1910. 55 с.).
- Vavilov N. I.* Materials to the issue of sustainability of cereal crops against parasitic fungi// Proc. Select. of the station in Moscow. agricultural Institute. 1913, vol. 1, p. 1–110. [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Материалы к вопросу об устойчивости хлебных злаков против паразитических грибов // Тр. Селекц. станции при Моск. с.-х. ин-те. 1913. Вып. 1. С. 1–110).
- Nikolai Vavilov. I.* plant Immunity to infectious diseases // Izv. The Petrovskaya agricultural Academy. 1919, vol. 4, pp. 5–220 [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям // Изв. Петровской с.-х. академии. 1919. Вып. 1–4. С. 5–220).
- Vavilov N. I.* The Law of homological rows in hereditary variability// the Report at the III all-Russian breeding Congress in Saratov June 4, 1920, Saratov: Subpolyhedra, 1920, 16 p. [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Доклад на III Всероссийском селекционном съезде в г. Саратове 4 июня 1920 г. Саратов: Губполиграфотдел, 1920. 16 с.).
- Vavilov N. I.* R. E. Regel [1867–1920. Obituary] // In: Regel R. E. Bread in Russia. PG., 1922, pp. 3–6 [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Р. Э. Регель [1867–1920. Некролог] // В кн.: Регель Р. Э. Хлеба в России. Пг., 1922. С. 3–6).

- Vavilov N. I. I. Current tasks of agricultural crops // Proc. at PM. botany and plant breeding, 1925, vol. 14 (1924-1925), no. 5, pp. 1–17 [in Russian] (Вавилов Н. И. Очередные задачи сельскохозяйственного растениеводства // Тр. по прикл. бот. и сел. 1925. Т. 14 (1924-1925). № 5. С. 1–17).
- Vavilov N. I. Cultivated plants Khiva oasis // Proc. at PM. botany, genetics and selection. Leningrad, 1929, vol. 20, no. 5, pp. 1–91 [in Russian] (Вавилов Н. И. Возделываемые растения Хивинского оазиса // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1929. Т. 20. № 5. С. 1-91).
- Vavilov N. I. Revolution in science of plant production // The Front of science and technology. 1933, no. 9, pp. 25–29 [in Russian] (Вавилов Н. И. Революция в науке растениеводства // Фронт науки и техники. 1933. № 9. С. 25–29).
- Vavilov N. I. The Doctrine of immunity of plants to infectious diseases. Moscow; Leningrad: Selkhozgiz, 1935, 100 p. [in Russian] (Вавилов Н. И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. М.; Л.: Сельхозгиз, 1935. 100 с.).
- Vavilov N. I. The Laws of natural plant immunity to infectious diseases (the keys to finding the immune forms), *Izv. Ansssr. Ser. Biol.* 1961. No. 1. p. 117–157 [in Russian] (Вавилов Н. И. Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям (ключи к нахождению иммунных форм) // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1961. № 1. С. 117–157).
- Manoylenko K. V. Influence of the creative heritage of N. I. Vavilov in the development of ecological physiology of plants // *Agricultural biology.* 1997, no. 1, pp. 30–37 [in Russian] (Манойленко К. В. Влияние творческого наследия Н. И. Вавилова на развитие экологической физиологии растений // Сельскохозяйственные биология. 1997. № 1. С. 30–37).
- Manoylenko K. V. Ivan Parfenovich Borodin (1847-1930). Moscow: Nauka. 2005. 272 p. [in Russian] (Манойленко К. В. Иван Парфеньевич Бородин (1847-1930). М.: Наука. 2005. 272 с.).
- Scientific inheritance.* Vol. 5: Nikolai Ivanovich Vavilov. From epistolary heritage. 1911-1928, G. M.: Nauka, 1980. 424 p. [in Russian] (Научное наследие. Т. 5: Николай Иванович Вавилов. Из эпистолярного наследия. 1911-1928 г. г. М.: Наука, 1980. 424 с.).



Международная конференция Генетические ресурсы растений и здоровое питание: потенциал зерновых культур

31 января-2 февраля 2018 года

Санкт-Петербург

Первое информационное письмо

Цель и задачи конференции

Проблема сохранения и использования генетических ресурсов растений для повышения качества питания, а следовательно, и повышения качества жизни людей, с каждым десятилетием становится всё более актуальной и ставит перед исследователями новые теоретические и прикладные задачи:

- комплексная оценка генетического разнообразия культурных растений и их диких родичей как источника компонентов здорового, диетического и лечебного питания;
- формирование инновационных технологий производства продуктов питания на основе интеграции естественных технологий живых систем и производственных технологий;
- развитие медико-биологических аспектов концепции функционального питания;
- разработка диетических и ортомолекулярных стратегий профилактики и терапии алиментарно-зависимых заболеваний, основанных на пищевых продуктах функционального и специализированного назначения.

Решение этих задач может быть реализовано только в рамках **междисциплинарного** подхода: системной биологии, нутрициологии, гастроэнтерологии, микробиологии, экологии, биотехнологии, пищевой инженерии, селекции, аграрного производства и других научно-технических дисциплин.

С целью формирования творческого консенсуса специалистов естественных, медицинских, технических и социальных наук для решения комплексной проблемы повышения качества жизни людей планируется провести серию научно-практических конференций под общим названием

«Генетические ресурсы растений и здоровое питание».

Первая конференции этой серии - «**Потенциал зерновых культур**» посвящена обсуждению современных возможностей использования генетических ресурсов зерновых культур для производства продуктов питания, улучшающих качество жизни людей.

Тематика конференции:

- Органическое земледелие как стратегическое направление в производстве продовольственного зерна;
- Селекция зерновых культур на повышенное содержание энергетических, пластических и биологически активных нутриентов для производства функциональных продуктов питания;
- Проблемы и перспективы промышленной переработки зерна;
- Актуальные проблемы пищевой биотехнологии, нутрициологии и диетологии;
- Инновационные технологии производства продуктов питания на основе интеграции естественных технологий живых систем и производственных технологий;
- Современные технологии производства продуктов питания функционального и специализированного назначения на основе зерновых культур;
- Зерновые культуры в диетической стратегии при алиментарно-зависимых заболеваниях;
- Пищевые свойства зерновых культур и их использование в питании различных этносов.

Организаторы:

- ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург;
- ФГАОУВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», мегафакультет биотехнологий и низкотемпературных систем, Санкт-Петербург;
- ФГАОУВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая школа биотехнологии и пищевых технологий», Санкт-Петербург;
- ФГБОУВО «Северо-Западный медицинский университет им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург.

Партнёры:

- International Federation of Organic Agricultural Movements (IFOAM), Германия;
- Kamut International, USA;
- Союз производителей пищевых ингредиентов, Москва;
- Научно-внедренческая компания ООО «ПРОТЕИН ПЛЮС», Санкт-Петербург;
- Выставочно-конгрессная компания «ФАРЭКСПО», Санкт-Петербург.

Информационная поддержка:

- журнал «Аграрная Россия»;
- журнал «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции»;
- журнал «Известия вузов. Пищевая технология»;
- журнал «Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология»;
- Cereal Chemistry Journal (AACC International, USA);
- научно-технический журнал «Вестник международной академии холода»;
- журнал «Питание»;
- издательский дом «Сфера»;
- журнал «Прикладная биохимия и микробиология»;
- журнал «Химия растительного сырья».

Место проведения:

ФГАОУВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», мегафакультет биотехнологий и низкотемпературных систем, Санкт-Петербург, 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, д. 9.

Публикации:

Формы участия: устный доклад и публикация; стендовый доклад и публикация. Языки конференции - русский и английский. Рабочие материалы конференции будут опубликованы в виде сборника тезисов докладов с регистрацией номера ISBN.

Дополнительная информация:

Подробная информация о порядке регистрации участников и правилах подачи тезисов докладов будет доступна на сайте конференции www.foodlife1.org после 31 июля 2017.

Оргкомитет конференции

УДК 582.736:631.5 (571.150)

Т. В. Корниевская, М. М. Силантьева Рекультивация деградированных пастбищных угодий в условиях сухой степи. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 5–12. Библ. 8.

В статье рассматриваются первые результаты рекультивации деградированных пастбищных угодий в условиях сухой степи. Разработаны и выполнены полевые эксперименты по улучшению деградированных пастбищ с использованием ассортимента кормовых трав семейства Бобовые в Михайловском районе Алтайского края. Подобран оптимальный срок сева для бобовых культур. Выявлены виды, наиболее адаптированные к засухе.

Ключевые слова: пастбищная дигрессия, фенология, рекультивация, кормовые травы, астрагал, сухая степь, Кулунда.

T. V. Kornievskaya, M. M. Silant'yeva. Recultivation of degraded pasturable lands in dry steppe environments. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 6–12. Bibl. 8.

The article deals with the first results of reclamation of degraded pasture lands in dry steppe environments. Field experiments have been developed and carried out to improve degraded pastures using an assortment of forage grasses of the legume family in Mikhailovsky District of the Altai Territory. Optimal sowing time for legumes has been determined. Species most adapted to drought have been identified.

Key words: pasture digression, phenology, recultivation, forage grasses, milk vetch, dry steppe.

УДК: 635.21:57.043

Ю. В. Ухатова, Е. В. Овэс, Н. Н. Волкова, Т. А. Гавриленко. Криоконсервация селекционных сортов картофеля в ВИРе. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 13–20. Библ. 24.

На основе использования оригинальной модификации метода дроплет-витрификации «DV-biotech» проведена криоконсервация 20 селекционных сортов картофеля. Показана существенно ($p < 0,05$) более высокая частота регенерации верхушечных почек по сравнению с пазушными почками микрорастений. Выявлено существенное влияние генотипа на уровень посткриогенной регенерации.

Ключевые слова: картофель, криоконсервация, дроплет-витрификация, *in vitro* и криоколлекции, генбанк ВИР, ВНИИКХ.

Y. V. Ukhatoва, E. V. Oves, N. N. Volkova, T. A. Gavrilenko. Cryoconservation of potato breeding cultivars at VIR. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 14–20. Bibl. 24.

Cryopreservation of 20 potato breeding cultivars was carried out using an original modification of the DV-Biotech droplet vitrification method. The post-cryogenic regeneration frequency of the apical buds was significantly ($p < 0.05$) higher than the axillary buds of microplants. A significant effect of the genotype on the level of post-cryogenic regeneration was registered.

Key words: potato, cryopreservation, droplet vitrification, *in vitro* and cryogenic collection, genebank of VIR, Research Institute of Potato Farming.

УДК 633.16:470.44/47

Г. В. Козубовская, О. Ю. Козубовская, В. И. Балакшина. Формирование продуктивности сортов ярового ячменя в сухостепной зоне Волгоградской области. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 21–27. Библ. 8.

Представлены материалы сравнительной оценки продуктивности 24 сортов ярового ячменя различных экотипов из коллекции ВИР в зависимости от климатических условий выращивания. В сухостепной зоне Волгоградской области выявлены значительные различия элементов продуктивности и урожайности в зависимости от климатических факторов и генотипа, выделены пять образцов с высоким коэффициентом адаптивности, обнаружены сортообразцы с высокой массой 1000 зерен в различные годы выращивания.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорта, урожайность, метеорологические условия.

G. V. Kozubovskaya, O. Y. Kozubovskaya², V. I. Balakshina. The forming of productivity in spring barley varieties in the dry steppe zone of Volgograd province. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 22–27. Bibl. 8.

The results of comparative evaluation of productivity are presented for 24 spring barley cultivars of various genotypes from VIR's collection with regard to the climate conditions of their cultivation. In the dry steppe zone of Volgograd Province considerable differences have been observed in the productivity and yield components depending on climate factors and genotypes. Five accessions with high adaptability ratios have been identified as well as several cultivar accessions with high 1000 grain weight manifested in different years of growing.

Key words: spring barley, cultivars, yield, meteorological (climate) conditions.

УДК 633.85: 581.6

Л. П. Подольная, А. Г. Дубовская, М. Ш. Асфандиярова, Р. К. Туз, Е. О. Мигачева. Изменчивость сортов арахиса в условиях Северного Прикаспия. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 28–34. Библ. 8.

Проанализированы экологические корреляции между хозяйственно ценными признаками двух сортов арахиса (*Arachis hypogaea* L.) различного происхождения – ‘Краснодарец 14’ и ‘Ташкентский 32’. Изучение проводилось на базе Прикаспийского НИИ аридного земледелия на севере Астраханской области в течение шести лет. Выявлены корреляции, характеризующие особенности образцов. Изучение показало, что образец из Узбекистана лучше адаптирован к условиям Астраханской области.

Ключевые слова: арахис, корреляции, изменчивость, продуктивность, зрелость.

L. P. Podolnaya, A. G. Doubovskaya, M. Sh. Asfandiirnova, R. K. Tuz, E. O. Migacheva. The variability of peanuts cultivars in the North Transcaspiian condition. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 29–34. Bibl. 8.

Analyzed environmental correlations between economically valuable traits of two varieties of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) of different origin – ‘Krasnodarec 14’ and ‘Tashkentskij 32’. The study was conducted in the North of the Astrakhan region on the basis of Prikaspiiskii nauchno-issledovatel'skii institut aridnogo zemledeliya (PNIJAZ) in the North of the Astrakhan area for 6 years. Identified correlations, describing the particular samples. The study showed that the sample from Uzbekistan is better adapted to the conditions of the Astrakhan region.

Key words: peanuts, variability, productivity, correlations.

УДК 634.737:581.522.4:581.54

С. Л. Приходько. Особенности фенологического развития сортов *Vaccinium × covilleianum* But. et Pl. (Ericaceae), интродуцируемых в южной агроклиматической области Республики Беларусь. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 35–41. Библ. 11.

Белорусское Полесье является благоприятным регионом для успешной интродукции изучаемых сортов северной высокорослой голубики. В районе испытания суммы положительных температур и длины вегетационного периода достаточно для прохождения полного цикла вегетации интродуцентов.

Ключевые слова: «северная высокорослая голубика», *Vaccinium × covilleianum*, Республика Беларусь, фенология

S. L. Prikhodko. Phenological development features of *Vaccinium × covilleianum* (Vacciniaceae) varieties introduced in the southern agriclimate region of the Republic of Belarus. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 35–41. Bibl. 11.

Belarusian Polesia is a favorable region for successful introduction of the studied varieties of northern highbush blueberry. In the area of the trials the amount of positive temperatures and the length of the growing period are sufficient for the introduced plants to complete their full growing cycle.

Key words: "northern highbush blueberry", *Vaccinium × covilleianum*, Republic of Belarus, phenology.

УДК 634.11:631.52+632

О. Н. Барсукова. Коллекция яблони восточной – *Malus orientalis* (Uglitz.) Juz. – источник ценных форм для селекции. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 42–49. Библ. 8.

На филиале Майкопская опытная станция ВИР собрана уникальная коллекция яблони восточной – *M. orientalis* (Uglitz.) Juz., насчитывающая в настоящее время 105 форм из различных регионов Кавказа и обладающая большими потенциальными возможностями для обеспечения селекции разнообразными источниками ценных признаков, включая высокую продуктивность, устойчивость к болезням, поздние сроки цветения и другие качества. Кроме дикорастущих форм большой интерес представляют также местные кавказские сорта, имеющие много общих биологических и хозяйственных признаков с *M. orientalis*. Дано краткое описание выделенных образцов, обладающих комплексом ценных признаков для селекции.

Ключевые слова: яблоня, дикорастущие виды, продуктивность, болезни, позднее цветение, устойчивость.

O. N. Barsukova. The collection of *Malus orientalis* (Uglitz.) Juz. as a source of valuable forms for breeding. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 43–49. Bibl. 8.

Maikop Experiment Station of VIR holds a unique apple-tree collection of *Malus orientalis* (Uglitz.) Juz., currently containing 105 forms from various areas of the Caucasus. It has a great potential for supplying breeders with diverse sources of valuable traits, including high productivity, disease resistance, late flowering, and other qualities. In addition to the wild forms, of great interest are also the local Caucasian varieties sharing many biological and economic characteristics with *M. orientalis*. A brief description of selected accessions possessing a set of valuable traits for breeding is presented.

Key words: apple-tree, wild species, productivity, diseases, late flowering, resistance.

УДК: 633.16:631.52

О. Б. Батакова, В. А. Корелина. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность ячменя ярового (*Hordeum vulgare* L.) в условиях Крайнего Севера РФ. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 50–58. Библ. 13.

Элементы структуры урожая четырех продуктивных образцов изучены в питомнике конкурсного сортоиспытания Архангельского НИИСХ. Проведен корреляционный анализ между продуктивностью, вегетационным периодом и элементами структуры урожая. Приоритетные элементы структуры урожая в условиях Крайнего Севера – это продуктивная кустистость, масса 1000 зерен, длина колоса. Важную роль играет длина вегетационного периода, которая напрямую коррелирует с продуктивностью.

Ключевые слова: селекция, урожайность, продуктивная кустистость, озерненность колоса, масса 1000 зерен, число колосков в колосе, число зерен в колосе, плотность колоса, масса зерна с главного колоса.

O. B. Batakova, V. A. Korelina. The effect of yield structure elements on spring barley (*Hordeum vulgare* L.) productivity in the environments of Russia's extreme north. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 51–58. Bibl. 13.

Yield structure elements of four productive accessions have been studied in the competitive variety testing nursery at Arkhangelsk Research Institute of Agriculture. Correlation analysis has been carried out between productivity, growing season, and yield structure elements. Priority elements of yield structure in the Extreme North environments are: productive tillering, 1000 grain weight, and ear length. An important factor is the duration of the growing season which correlates directly with productivity.

Key words: breeding, yield, productive tillering, grain weight per ear, 1000 grain weight, number of spikelets per spike, number of grains per ear, grain weight per main ear.

УДК 631.527: 633.112.1:581.5

М. А. Розова, А. И. Зиборов, Е. Е. Егиазарян. Изменение урожайности и параметров качества сорта яровой твердой пшеницы Харьковская 46 под влиянием экологических факторов. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 59–66. Библ. 17.

В статье представлены данные по сравнительному изучению экотипов сорта 'Харьковская 46', длительное время возделываемых в Украине и на Алтае, а также сорта 'Алтайка', полученного внутрисортным отбором из него. Показана роль естественного отбора в формировании сорта при его длительном культивировании в определенных природно-климатических условиях.

Ключевые слова: внутрисортная изменчивость, экотип, внутрисортной отбор, естественный отбор, экология

M. A. Rozova, A. I. Ziborov, E. E. Egiazaryan. Changes of productivity and quality parameters of spring durum wheat Kharkovskaya 46 under influence of ecological factors. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 60–66. Bibl. 17.

In the article the data of comparative studies of 'Kharkovskaya 46' ecological variants which have been cultivated for a long time in Ukraine and in Altai, as well as 'Altaika' selected from this variety are presented. The effect of natural selection in the variety transformation at the long term cultivation under definite natural and climatic environments was demonstrated.

Key words: intravarietal variability, ecotype, intravarietal selection, natural selection, ecology

УДК 634.23:631.529(470.2)

А. А. Юшев, С. Ю. Орлова. Интродукция и результаты изучения генофонда вишни в северных условиях РФ за 50-летний период. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 67–81. Библ. 19.

Исследования на коллекции вишни Павловской опытной станции ВИР осуществляли с 1967 г. в динамике поступления новых образцов. Основной целью было выявление источников наивысшей зимо- и морозостойкости, и устойчивости к вредоносным болезням – коккомикозу и монилиозу, а также других биолого-хозяйственных признаков, как самоплодность, крупноплодность, для использования в селекции. В результате проведенной многолетней работы приведены генотипы, имеющие различный уровень полевой устойчивости в годы со среднестатистическим и эпифитотийным характером развития болезни и лучшие показатели биолого- хозяйственных признаков.

Ключевые слова: генофонд, вишня, интродукция, экспедиционные обследования, местные сорта, зимостойкость, устойчивость к болезням, источники ценных признаков.

A. A. Yushev, S. Yu. Orlova. Introduction of the cherry gene pool in the northern environments of the Russian Federation and the results of its studying for 50 years. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 67–81. Bibl. 19.

The cherry collection maintained at Pavlovsk Experimental station of VIR has been studied since 1967 in the context of the dynamics of newly acquired accessions. The main goal was to identify sources of the highest winter hardiness, frost tolerance and resistance to harmful diseases, such as cherry leaf spot and brown rot of the fruit, as well as other biological and economic traits valuable for breeders, such as self-fertility or large fruit size. Many years of research have resulted in identifying genotypes with different levels of field resistance in the years with average and epiphytotic type of disease development, and with the best indices of biological and economic traits.

Key words: gene pool, cherry, introduction, collecting missions, local varieties, winter hardiness, disease resistance, sources of valuable traits.

УДК 575.12:633.854

И. Н. Анисимова, Ю. И. Карабицина, Н. В. Алпатьева, Е. Б. Кузнецова, В. А. Гаврилова, Е. Е. Радченко. Полиморфные варианты *RFL-PPR*-генов подсолнечника как молекулярно-генетические маркеры. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 82–90. Библ. 16.

С использованием молекулярных маркеров, специфичных для ассоциированного с ЦМС *PET1* митохондриального локуса *orfH522* и ядерного гена *Rf1*, а также CAPS-маркеров, разработанных на основе однонуклеотидного полиморфизма гомологов *RFL-PPR*-генов, изучили выборку из 131 линии генетической коллекции, различавшихся по способности к супрессии фенотипа цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС). Методом гибридологического анализа подтверждено тесное сцепление маркерных фрагментов HRG01 и HRG02 с геном *Rf1*, контролирующим признак восстановления фертильности пыльцы. У изученных линий аллельные варианты последовательностей *RFL-PPR*-генов были ассоциированы с аллельным состоянием локуса *Rf1*, однако, в F₂ от скрещивания ВИР116А × ВИР740 CAPS-маркер, разработанный для фрагмента QHL12D20, наследовался независимо от признака восстановления фертильности пыльцы.

Ключевые слова: ЦМС, восстановление фертильности, гены *Rf*, *RFL-PPR*, молекулярно-генетические маркеры.

N. Anisimova, Yu. I. Karbitsina, N. V. Alpatieva, E. B. Kuznetsova, V. A. Gavrilova, E. E. Radchenko. Polymorphic variants of sunflower *RFL-PPR* GENES as molecular genetic markers. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 83–90. Bibl. 16.

A sample of 131 sunflower lines from VIR genetic collection which differed for the ability to suppression of the CMS *PET1* associated mitochondrial locus *orfH522* and *Rf1* nuclear gene, and also for CAPS-markers developed on the bases of single nucleotide polymorphism of *RFL-PPR* genes homologs. With the use of hybridological analysis a tight linkage of HRG01 and HRG02 marker fragments with the *Rf1* gene controlling pollen fertility restoration trait was confirmed. The allelic variants of the *RFL-PPR* genes sequences were associated with the allelic state of the *Rf1* locus. However, the CAPS marker elaborated for the QHL12D20 fragment showed independent inheritance from pollen fertility restoration trait in the F₂ of the hybrid VIR116×VIR740.

Key words: CMS, fertility restoration, *Rf*, *RFL-PPR*, molecular genetic markers.

УДК 633.16:631.523

И. А. Звейнек, О. Н. Ковалева. Генетический контроль ультраскороспелости местных образцов ячменя из Китая. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 91–96. Библ. 11.

Ультраскороспелость образцов ячменя (*Hordeum vulgare* L.) из Китая к-15881 (var. *coeleste* L. и к-15882 (var. *nudipyramidatum* Коен.) коллекции ВИР контролируется тремя рецессивными генами. Данный гомозиготный генотип определяет период от всходов до колошения ≈32 дня, с двумя рецессивными генами – ≈36 дней, с одним – ≈40 дней. Вклад одного доминантного аллеля гена в позднеспелость составляет приблизительно 4 дня. При скрещивании выше указанных форм с более позднеспелыми коммерческими сортами возможно получение разнообразного по продолжительности периода колошения исходного материала для создания адаптивных сортов.

Ключевые слова: ячмень, скороспелость, генетический контроль.

I. A. Zveinek, O. N. Kovaleva. Genetic control of ultra-earliness in Chinese barley landraces. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 91–96. Bibl. 11.

Ultra-early maturity of the Chinese barley landraces к-15881 (*Hordeum vulgare* L. var. *coeleste* L.) and к-15882 (var. *nudipyramidatum* Коен.) from VIR's barley collection is controlled by three identical recessive genes. This homozygous genotype determines the period from shoot emergence to heading ≈32 days, with two recessives genes ≈36 days, and with one ≈40 days. One dominant allele of the gene contributes approximately 4 days to the earliness. New breeding source material with different times of heading to develop adaptable cultivars may be obtained by crossing these forms with later maturing commercial cultivars.

Key words: barley, earliness, genetic control.

УДК 633.521:631.52.581.167

С. Н. Кутузова, И. Г. Чухина. Уточнение внутривидовой классификации культурного льна (*Linum usitatissimum* L.) методами классической генетики. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 97–109. Библ. 39.

Предлагаемая классификация вида *Linum usitatissimum* L. основана на изучении морфологических особенностей и результатах изучения гибридов от циклического скрещивания между всеми предполагаемыми таксонами льна, включая примитивные формы и дикорастущий вид *L. angustifolium* Huds. О генетической близости

таксонов судили по морфологическому сходству, способности скрещиваться между собой и с *L. angustifolium*, как предполагаемым предком культурного льна, и жизнеспособности F₁, изложенных ранее (Kutuzova, 2011). Результаты исследования показывают, что долгунцы, межулки и кудряши являются разновидностями культурного льна, а не подвидами, как считали Н. М. Черноморская и А. К. Станкевич (1987). Описаны новые разновидности: *L. usitatissimum* subsp. *usitatissimum* var. *nanum* Kutuz. var. nova. – карликовый лен из Эфиопии, который отличается от других кудряшей тем, что при скрещивании с *L. angustifolium* дает практически нежизнеспособное F₁, и колхидский лен – *L. usitatissimum* subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. var. *colchicum* Kutuz. var. nova. **Ключевые слова:** классификация вида *L. usitatissimum* L., жизнеспособность F₁, виды, подвиды, разновидности льна.

S. N. Kutuzova, I. G. Chukhina. Updating the intraspecific classification of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L.) using methods of classical genetics. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 98–109. Bibl. 39.

The proposed classification system of the species *Linum usitatissimum* L. is based on the study of morphological features and the results of analyzing hybrids from diallelic crosses among all supposed flax taxa including primitive forms and the wild species *L. angustifolium* Huds. Genetic similarity between taxa was judged by their morphological affinity, crossability both among themselves and with *L. angustifolium* as a supposed ancestor of cultivated flax, and viability of F₁ reported earlier (Kutuzova, 2011). Research results show that fiber, intermediate and crown flax forms are varieties of cultivated flax, not subspecies, as N. M. Chernomorskaya and A. K. Stankevich (1987) claimed. New flax varieties have been described: *L. usitatissimum* subsp. *usitatissimum* var. *nanum* Kutuz. var. nova, dwarf flax from Ethiopia differing from other crown forms in that its F₁ from the cross with *L. angustifolium* is practically unviable, and *L. usitatissimum* subsp. *bienne* (Mill.) Stankev. var. *colchicum* Kutuz. var. nova. – Colchian flax.

Key words: classification of the species *L. usitatissimum* L., F₁ viability, species, subspecies, varieties of flax.

УДК 633.18: 632.732:581.573.4

П. И. Костылев, Е. В. Краснова, Е. Е. Радченко, Т. Л. Кузнецова, М. А. Чумаков, Л. М. Костылева. Скрининг образцов риса по устойчивости к обыкновенной злаковой тле. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 110–116. Библ. 10.

За последние годы значительно возросла вредоносность обыкновенной злаковой тли на посевах риса. В лабораторных экспериментах исследовали устойчивость к насекомому 200 образцов из коллекции Аграрного научного центра «Донской». Подавляющее большинство изученных форм оказались гетерогенными по устойчивости. Выявили 12 (5,5%) относительно устойчивых форм, повреждение которых составило 2,2–3,0 балла. Образцы NSH-1 (Венгрия), ‘Муса Карем’ (Иран) и Златый × Стрелец (Россия) не содержат восприимчивых компонентов и могут быть рекомендованы в качестве источников устойчивости к тле для селекции сортов риса.

Ключевые слова: рис, обыкновенная злаковая тля, устойчивость.

P. I. Kostylev, E. V. Krasnova, E. E. Radchenko, T. L. Kuznetsova, M. A. Chumakov, L. M. Kostyleva. Screening of rice accessions for greenbug resistance. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 111–116. Bibl. 10.

During recent years the harmfulness of greenbug for rice crops has significantly increased. Laboratory experiments were conducted to study insect resistance of 200 accessions from the collection of the *Donskoy* Agrarian Scientific Center. The overwhelming majority of the studied forms were heterogeneous in their resistance. Twelve forms (5.5%) with the resistance score 2.2–3.0 were identified. The accessions NSH-1 (Hungary), ‘Musa Karemi’ (Iran) and Zlatyi × Strelets (Russia) do not contain susceptible components and can be recommended as sources of aphid resistance for breeding rice varieties.

Key words: rice, greenbug, resistance.

УДК 581.1

К. В. Манойленко. Их интересы соединились: И. П. Бородин и Н. И. Вавилов. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 178. Вып. 3. СПб., 2017. С. 117–126. Библ. 22.

Статья посвящена двум памятным датам – 170-летию со дня рождения И. П. Бородина и 130-летию со дня рождения Н. И. Вавилова.

Ключевые слова: И. П. Бородин, Н. И. Вавилов, иммунология, прикладная ботаника, физиология растений, культурное растение, растениеводство.

K. V. Manoylenko. Their interests were connected: I. P. Borodin and N. I. Vavilov. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 178. Iss. 3. SPb.: VIR, 2017. P. 117–126. Bibl. 22.

The article is dedicated to two memorable dates – the 170th anniversary of the birth of I. P. Borodin, and the 130th anniversary of the birth of N. I. Vavilov.

Key words: I. P. Borodin, N. I. Vavilov, immunology, applied botany, plant physiology, crop, plant growing.

СОДЕРЖАНИЕ

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Корниевская Т. В., Силантьева М. М. Рекультивация деградированных пастбищных угодий в условиях сухой степи	5
Ю. В. Ухатова, Овэс Е. В., Волкова Н. Н., Гавриленко Т. А. Криоконсервация селекционных сортов картофеля в ВИРе	13

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Козубовская Г. В., Козубовская О. Ю., Балакшина В. И. Формирование продуктивности сортов ярового ячменя в сухостепной зоне Волгоградской области	21
Подольная Л. П., Дубовская А. Г., Асфандиярова М. Ш., Туз Р. К., Мигачева Е. О. Изменчивость сортов арахиса в условиях северного Прикаспия	28
Приходько С. Л. Особенности фенологического развития сортов <i>Vaccinium × covilleianum</i> But. et Pl. (Ericaceae), интродуцируемых в южной агроклиматической области Республики Беларусь	35

КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ.

Барсукова О. Н. Коллекция яблони восточной – <i>Malus orientalis</i> (Uglitz.) Juz. – источник ценных форм для селекции	42
Батакова О. Б., Корелина В. А. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность ячменя ярового (<i>Hordeum vulgare</i> L.) в условиях Крайнего Севера РФ	50
Розова М. А., Зиборов А. И., Егизарян Е. Е. Изменение урожайности и параметров качества сорта яровой твердой пшеницы Харьковская 46 под влиянием экологических факторов	59
Юшев А. А., Орлова С. Ю. Интродукция и результаты изучения генофонда вишни в северных условиях РФ за 50-летний период	67

ГЕНЕТИКА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Анисимова И. Н., Карабицина Ю. И., Алпатьева Н. В., Кузнецова Е. Б., Гаврилова В. А., Радченко Е. Е. Полиморфные варианты <i>RFL-PPR</i> -генов подсолнечника как молекулярно-генетические маркеры	82
Звейнек И. А., Ковалева О. Н. Генетический контроль ультраскороспелости местных образцов ячменя из Китая.	91

СИСТЕМАТИКА, ФИЛОГЕНИЯ И ГЕОГРАФИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Кутузова С. Н., Чухина И. Г. Уточнение внутривидовой классификации культурного льна (<i>Linum usitatissimum</i> L.) методами классической генетики	97
---	----

ИММУНИТЕТ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

Костылев П. И., Краснова Е. В., Радченко Е. Е., Кузнецова Т. Л., Чумаков М. А., Костылева Л. М. Скрининг образцов риса по устойчивости к обыкновенной злаковой тле	110
--	-----

ИСТОРИЯ АГРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ВИР. СЛАВНЫЕ ИМЕНА

Манойленко К. В. Их интересы соединялись: И. П. Бородин и Н. И. Вавилов	117
---	-----

CONTENTS

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

- T. V. Kornievskaya, M. M. Silantyeva.** Recultivation of degraded pasturable lands in dry steppe environments 6
- Y. V. Ukhatova, E. V. Oves, N. N. Volkova, T. A. Gavrilenko.** Cryoconservation of potato breeding cultivars at VIR 14

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

- G. V. Kozubovskaya, O. Y. Kozubovskaya, V. I. Balakshina.** The forming of productivity in spring barley varieties in the dry steppe zone of Volgograd province 22
- L. P. Podlnaya, A. G. Doubovskaya, M. Sh. Asfandiurova, R. K. Tuz, E. O. Migacheva.** The variability of peanuts cultivars in the North Transcaspien condition 29
- S. L. Prikhodko.** Phenological development features of *Vaccinium × covilleianum* (Vacciniaceae) varieties introduced in the southern agronomic region of the Republic of Belarus 35

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

- O. N. Barsukova.** The collection of *Malus orientalis* (uglitz.) Juz. as a source of valuable forms for breeding 43
- O. B. Batakova, V. A. Korelina.** The effect of yield structure elements on spring barley (*Hordeum vulgare* L.) productivity in the environments of Russia's extreme north 51
- M. A. Rozova, A. I. Ziborov, E. E. Egiazaryan.** Changes of productivity and quality parameters of spring durum wheat Kharkovskaya 46 under influence of ecological factors 60
- A. A. Yushev, S. Yu. Orlova.** Introduction of the cherry gene pool in the northern environments of the Russian Federation and the results of its studying for 50 years 67

GENETICS OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

- N. Anisimova, Yu. I. Karbitsina, N. V. Alpatieva, E. B. Kuznetsova, V. A. Gavrilova, E. E. Radchenko.** Polymorphic variants of sunflower *RFL-PPR* GENES as molecular genetic markers 83
- I. A. Zveinek, O. N. Kovaleva.** Genetic control of ultra-earliness in Chinese barley landraces 91

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

- S. N. Kutuzova, I. G. Chukhina.** Updating the intraspecific classification of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L.) using methods of classical genetics 98

IMMUNITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

- P. I. Kostylev, E. V. Krasnova, E. E. Radchenko, T. L. Kuznetsova, M. A. Chumakov, L. M. Kostyleva.** Screening of rice accessions for greenbug resistance 111

HISTORY OF AGROBIOLOGICAL RESEARCH AND VIR. NAMES OF RENOWN

- K. V. Manoylenko.** Their interests were connected: I. P. Borodin and N. I. Vavilov 117

Научное издание

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 178, ВЫПУСК 3**

Выпускающий редактор *Е. К. Поткина*
Научные редакторы *Е. А. Соколова, И. Г. Чухина*
Компьютерная верстка *Л. Ю. Шипилина*

Подписано в печать 28.08.2017 Формат бумаги 70×100 ¹/₈
Бумага офсетная. Печать офсетная
Печ. л. 16,5 Тираж 300 экз. Зак.2808/17

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

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