

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

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

Volume 177
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, N. I. Savelyev, Z. Sh. Shamsutdinov, M. M. Silantyeva, T. N. Smekalova, I. A. Tikhonovich, J. Turok, E. K. Turuspekov, M. A. Vishnyakova.

Editor in charge of this issue: *M. A. Vishnyakova*

ST. PETERSBURG

2016

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

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

**том 177
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, Н. И. Савельев, М. М. Силантьева, Т. Н. Смекалова, И. А. Тихонович, Й. Турок, Е. К. Туруспеков, Н. В. Фризен, Ю. В. Чесноков, К. Хаммер, З. Ш. Шамсутдинов.

Ответственный редактор выпуска *М. А. Вишнякова*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2016

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3

УДК 58:631.52:633/635(066)

ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. 120 с.

Освещены процессы мобилизации в коллекцию, а также изучения, сохранения и использования генетических ресурсов плодовых, зернобобовых, овощных и ячменя из коллекции ВИР. Представлены результаты экспедиционного обследования Кыргызстана с целью пополнения коллекции дикими родичами и местными сортами овощных культур. В контексте проведения Международного года зернобобовых под эгидой ООН приведены сведения, подчеркивающие значение коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР для мирового сообщества, а также отражающие содержание генетической коллекции мутантов гороха МГУ, широко используемых в селекции. Показаны принципы подбора исходного материала для фитоценотической селекции с участием зернобобовых культур на примере чины посевной. Приведенные в ряде статей результаты разносторонней оценки генофонда плодово-ягодных растений, включая дикие виды, позволяют определить пути их селекционного улучшения. Примером одного из методологических подходов к работе с коллекциями генетических ресурсов растений служит статья, отражающая поиск дублетных образцов овса в коллекции ВИР и Нордическом геномном банке с применением белковых маркеров и анализа морфологических и селекционных признаков. Комплексная оценка коллекции ячменя, позволившая выявить источники ценных признаков для селекции.

Табл. 21, рис. 20, библиогр. 171 назв.

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

PROCEEDINGS ON APPLIED BOTANY, GENETICS AND BREEDING. Vol. 177. Iss. 3. SPb., 2016. 120 p.

This volume highlights the processes of collecting, studying, conservation and utilization of the genetic resources of fruit plants, legumes, vegetables and barley held in the VIR collection. The results of plant explorations in Kyrgyzstan with the purpose of adding wild relatives and local varieties of vegetable crops to the collection are presented. In the context of the International Year of Pulses declared by the United Nations, the data are provided to emphasize the importance of the VIR collection of legume genetic resources for the international community as well as to demonstrate the composition of the genetic collection of pea mutants maintained at Moscow State University and widely used in breeding. The principles of selecting source material for phytocenotic breeding of leguminous crops are discussed on the example of grass pea. The results of versatile evaluation of the fruit and berry plant diversity, including wild species, presented in a number of articles make it possible to identify the ways of its improvement by breeding methods. An example of one of methodological approaches to the work with plant genetic resources collections is shown in the article on the search for oat duplicate accessions in the VIR and NordGen collections by means of protein markers and analysis of morphological and breeding-oriented traits. An integrated evaluation of the barley collection has made it possible to identify sources of valuable traits for breeding practice.

Tabl. 21, Fig. 20, Ref. 171.

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

ISSN 2227-8834
ПИ № ФС77-57455

© Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт
генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 2016

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-5-13

УДК 635.1/8:631.53(575.2)

ЭКСПЕДИЦИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА С ЦЕЛЮ СБОРА И ИЗУЧЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР В 2014 ГОДУ

Д. Л. Корнюхин,
Г. В. Таловина

Федеральный
исследовательский центр
Всероссийский институт
генетических ресурсов
растений имени
Н. И. Вавилова,
190000
Санкт-Петербург,
ул. Б. Морская д. 42, 44,
Россия,
e-mail: dkor4@yandex.ru;
g.talovina@vir.nw.ru

Ключевые слова:

шпинат туркестанский, Spinacia turkestanica, дикорастущий вид, точки сбора, овощные культуры, Кыргызстан

Актуальность. Среднеазиатский географический центр – один из вероятных центров происхождения культурного шпината. На территории Кыргызстана произрастает шпинат туркестанский (*Spinacia turkestanica* Цjin) – дикий родич культурного шпината (*S. oleracea* L.). Целенаправленный планомерный сбор генетического разнообразия шпината туркестанского до недавнего времени здесь не проводился. Представляет интерес поиск и сбор образцов овощных и бахчевых культур не всегда ясного происхождения, но длительное время возделываемых на территории и приспособленных к местным условиям. **Результаты.** Всего в ходе экспедиции на территории Кыргызстана в 2014 году было собрано 49 образцов семян шпината туркестанского, все местообитания которого относились к культурной полосе предгорных районов Чуйской и Ферганской долин. С точки зрения административно-территориального деления, шпинат был найден в следующих областях: Чуйская (окрестности Бишкека), Джалал-Абадская (приграничная с Узбекистаном территория), Баткенская (крайняя северо-восточная часть) и Ошская. Точки сбора образцов шпината туркестанского представлены на карте. В растительных сообществах, в которых обнаружен шпинат, выявлены наиболее часто встречаются виды родов: *Artemisia* L., *Hordeum* L., *Aegilops* L., *Carthamus* L., *Chenopodium* L., а также *Capparis herbacea* Willd., *Medicago sativa* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Eremodaucus lehmannii* Bunge, *Convolvulus arvensis* L., *Cichorium intybus* L. и другие. Приобретено на рынках 116 образцов овощных и бахчевых культур, собрано в природе шесть образцов лука (*Allium* sp.).

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

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-5-13

RESEARCH AND COLLECTION OF VEGETABLE AND CUCURBIT CROP GENETIC RESOURCES IN THE TERRITORY OF KYRGYZSTAN IN 2014

**D. L. Kornyukhin,
G. V. Talovina**

The N. I. Vavilov
All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources,
42, 44, Bolshaya Morskaya str.,
St. Petersburg,
190000 Russia,
e-mail: dkor4@yandex.ru;
g.talovina@vir.nw.ru

Key words:

wild spinach, Spinacia turkestanica, collecting mission, vegetable crops

Background. The territory of Kyrgyzstan belongs to the Central Asiatic Center of origin of cultivated plants, which is the primary center of origin of different vegetable and field crops, and the secondary center of origin of some fruit crops, so this territory is extremely interesting from the viewpoint of investigation of crop genetic resources. The Central Asiatic Center of origin of cultivated plants is a putative center of origin of cultivated spinach. One of the modern trends in plant breeding is exploration and utilization of wild relative species. Wild spinach (*Spinacia turkestanica* Iljin) is the relative species to cultivated spinach (*S. oleracea* L.). The territory of Kyrgyzstan is the area where *S. turkestanica* is growing naturally. Despite this fact, a specific collection of genetic resources of this species from this site was not organized before. Also, another local, adapted vegetable crops and cucurbits may be a subject of research interest because of their origin – they can bear some valuable traits for breeding. **Results.** During organized plant explorations in 2014, 49 samples of wild spinach were collected. Sites of natural habitat of this species were found in the agricultural zone of foothill regions of the Chuy and Fergana Valleys. More precisely, these locations were found in the Chuy Province (near Bishkek City), Jalal-Abad Province (near the border line with Uzbekistan), Batken Province (northern-east part), and, particularly, in Osh Province. Typical habitats of wild spinach were ruderal places and agrophytocenoses. A map of all collecting sites of *S. turkestanica* was made. Also, a set of wild spinach satellite species was detected. The most frequently observed plants growing simultaneously with spinach were species of the genera *Artemisia* L., *Hordeum* L., *Aegilops* L., *Carthamus* L., *Chenopodium* L., and *Capparis herbacea* Willd., *Medicago sativa* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Eremodaucus lehmannii* Bunge, *Convolvulus arvensis* L., *Cichorium intybus* L., etc. Besides, 116 samples of vegetable crops and cucurbits were purchased at the local markets; six samples of wild onion (*Allium* sp.) were collected in natural environments.

Введение

Природные и климатические условия Кыргызской республики обусловлены ее географическим положением. Наибольшая часть территории страны расположена в пределах зоны умеренного климата, южная часть относится к субтропической зоне. Континентальный и засушливый климат республики определяется расположением в самом центре Евразии, отдаленностью от водных ресурсов и близостью пустынь. Кыргызстан – горная страна, 94,2% территории республики расположено выше 1000 метров над уровнем моря, а 40,8% – выше 3000 м. Средняя высота над уровнем моря – 2750 м, наибольшая высота – 7439 м, наименьшая высота – 401 м (Nature of Kyrgyzstan, 1962; Umurzakov, 1970; Biological resources..., 1992). Сложное строение горного рельефа и пестрота экологических условий определяют разнообразие почвенно-растительного покрова. На территории Республики простираются пустыни, степи, луга, леса, заросли кустарников, болота, горные тундры и другие типы растительности. Горы, в зависимости от расположения и особенностей рельефа, отличаются большим разнообразием ландшафтов, четкой их сменой по высоте. Межгорные впадины и нагорья из-за общей равнинности рельефа, замкнутости и континентальности климата, имеют однообразный облик почвенно-растительного покрова, высотная поясность в них выражена менее резко, чем в горах. Самое низкое положение (400–1300 м) занимают сухие и жаркие пустыни внешних низких межгорных впадин. Пустынные и полупустынные участки можно встретить почти в каждой долине и котловине Республики. Такие долины, как Ферганская, Чуйская и Таласская, сейчас почти полностью освоенные под земледелие, до распахки представляли собой пустыни и полупустыни. Для среднегорных (1300–2700 м) межгорных замкнутых впадин с сухим, резко континентальным климатом (Кочкорская, Иссык-Кульская, Алайская) типичны как пустынная, так и степная растительность. Такой же характер имеет почвенно-растительный покров высокоподнятых частей Чуйской, Таласской и Кемин-

ской долин. В межгорных впадинах внутреннего Тянь-Шаня и Алая выращиваются зерновые, кормовые, огородные культуры. На высокогорных впадинах Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня (3100–3600 м) преобладают злаковые степи и злаково-полынные пустыни. Из-за суровых климатических условий они не пригодны для земледелия и используются как разносезонные пастбища (Nature of Kyrgyzstan, 1962; Umurzakov, 1970; Biological resources..., 1992).

В соответствии с учением о центрах происхождения культурных растений (Vavilov, 1926; Zhukovskij, 1970) территория Республики, а в основном речь идет о Ферганской долине, относится к Среднеазиатскому географическому центру (очагу) генетического разнообразия культурных растений. Данный географический центр испытал очень сильное влияние со стороны Китайского и Переднеазиатского очагов. Для многих местных плодовых культур он является вторичным. А для таких овощных и полевых культур, как лук репчатый, лук-слизун, шнитт-лук, лук афлатунский, лук многоярусный, чеснок, конопля, рожь, некоторых гексаплоидных видов пшеницы и других – это первичный центр. Эти культуры имеют предгорное происхождение, условия, в которых они формировались, способствовали приспособлению к очень низкому увлажнению (часто грунтовыми водами), достаточно высоким температурам с сильными суточными и сезонными колебаниями, умеренной продолжительности вегетации (сезон дождей). Кыргызстан – страна с преимущественно сельскохозяйственной экономикой, 60% территории пригодны для ведения сельского хозяйства. Фермерство составляет одну треть всей промышленности в стране. Выращивают зерновые, технические культуры, фрукты и овощи. Большинство земель предназначено для пастбищ и выращивания кормов для животных. Уникальные природные условия, наличие развитого сельского хозяйства делают возможным поиск и сбор образцов растений с целью пополнения коллекции культурных растений и их диких родичей. По территории Кыргызстана ранее проводились экспедиции ВИР, в том числе для сбора возделываемых культур местных сортов злаковых (овса, ячменя, пшеницы),

овощных и бахчевых культур, а также диких родичей культурных растений (ДРКР).

Актуальным на сегодняшний день является исследование и использование в селекции ДРКР. В 1934 г. М. М. Ильин впервые описал дикорастущий шпинат Средней Азии как самостоятельный вид *Spinacia turkestanica* Пjin. Из дикорастущих видов шпината этот вид обнаруживает наибольшее сходство с культурным шпинатом *S. oleracea* L. (Girenko, 1988). Наряду с этим, Средняя Азия признается одним из вероятных очагов происхождения этой культуры (Vavilov, Bukinich, 1929). Однако до недавнего времени целенаправленный планомерный сбор генетического разнообразия этого вида здесь не проводился. Привлечение в коллекцию ВИР образцов дикорастущего шпината делает возможным изучение, выделение источников и доноров селекционно ценных признаков для использования их в селекции культурного шпината.

Задачи экспедиции и методы

Экспедиция ВИР на территории Кыргызской Республики проходила с 14 по 26 июня 2014 г. с целью поиска и сбора образцов шпината туркестанского, а также овощных и бахчевых культур и их диких родичей.

В задачи экспедиции входило:

- сбор семян местных дикорастущих ценопопуляций шпината туркестанского (*S. turkestanica*) с целью изучения популяционного разнообразия его местных форм;
- сбор семян диких родичей других овощных культур, произрастающих на территории Кыргызстана (в частности, лука – *Allium* sp.);
- поиск местных форм овощных и бахчевых культур, возделываемых в Кыргызской Республике (в т. ч. приобретение семян у местного населения).

Для достижения поставленных задач использовался маршрутный метод. Предварительный маршрут экспедиции был составлен, исходя из того, что вид приурочен в основном к культурной полосе предгорных районов (Bochancev, 1953; Nikitina, 1955; Ajdarova, 1972;), а земледелие в Кыргызстане сосредоточено в основном в Чуйской и Ферганской долинах.

Во избежание сбора образцов, принадлежащих к одной ценопопуляции, минимальное расстояние между точками сбора составляло 2 км. Зафиксированные для каждой точки сбора образца географические координаты выведены на карту (рис. 1). Для характеристики видового состава фитоценозов применялся метод пробных площадок, их размер 1×1 м.

Результаты экспедиции

Всего в ходе экспедиции было собрано 49 образцов семян шпината туркестанского. Шпинат был обнаружен в предгорных районах Ошской, Чуйской, Джалал-Абадской и Баткенской областей. В ряде районов Ошской и Джалал-Абадской областей шпинат встречался довольно часто. *S. turkestanica* – ранневесеннее растение, цветет и плодоносит в апреле – мае (июне) (Ajdarova, 1972; Nikitina, 1955), для полноценного сбора плодов экспедиция по территории Кыргызстана должна проводиться во второй половине мая – начале июня. В результате нашего обследования (конец июня) была обнаружена только одна популяция растений шпината с облиственными стеблями и зелеными семенами. Все остальные были с высохшими стеблями и листьями, имели полностью созревшие семена с окраской от светло-соломенной до темно-коричневой (рис. 2). Наиболее часто шпинат встречался вблизи хозяйственных построек, жилья, на мусорных местах, вдоль дорог, по краям посевов, т. е. на нарушенных местообитаниях, что, очевидно, является экологической особенностью вида. В посевах шпинат встречался редко – посева, как правило, были чистыми по причине высокого уровня агротехники, предположительно, с применением гербицидов. Как правило, произрастание шпината приурочено к местам с неровным, холмистым, обрывистым рельефом. По типу местообитаний все обследованные сообщества относятся к сегетальным и рудеральным (рис. 3). В литературных источниках (Nikitina, 1955; Ajdarova, 1972 и др.) указывается, что шпинат туркестанский – это сорно-рудеральное растение; имеет широкое распространение в Чуйской долине (Чуйская область) и Ферганской долине

(Ошская область) Кыргызстана. Вид встречается и в других странах Средней Азии (Bochancev, 1953; Ovchinnikov, Kinzikaeva, 1968; Praton, 1972; Nikitin, Gel'dihanov, 1988); в литературе он упомянут как сорняк поливных и богарных посевов, предгорных пастбищ и всей культурной полосы. За пределами Средней Азии вид распространен в Иране, Афганистане (Girenko, 1988).

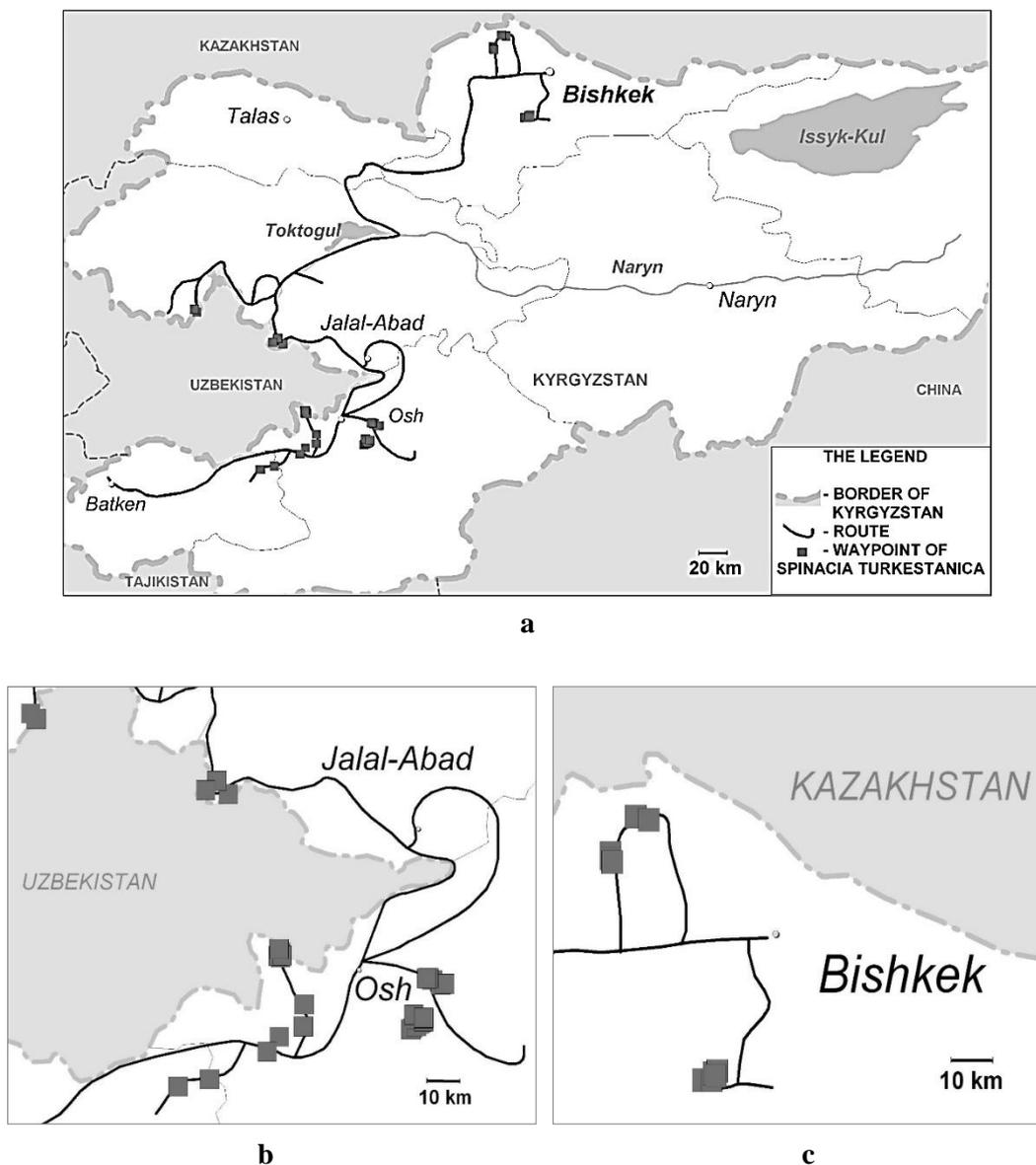


Рис. 1. Маршрут экспедиции по территории Кыргызстана с точками сбора образцов *Spinacia turkestanica* Пжин

a – вся территория; b – Чуйская обл.; c – Ошская, Джалал-Абадская области

Fig. 1. The itinerary of the collecting mission included collecting sites of *Spinacia turkestanica* Pjin within the territory of Kyrgyzstan

a – all territory; b – Chuy Province; c – Osh and Jalal-Abad Provinces



Рис. 2. Шпинат туркестанский – *Spinacia turkestanica* Пјин
часть побега со зрелыми плодами; фото авторов

Fig. 2. Turkestan spinach – *Spinacia turkestanica* Пјин
A part of a plant with mature fruits. The photo belongs to the article's authors



Рис. 3. Ошская обл., по краю дороги у ячменного поля; фото авторов

Fig. 3. Osh Province, on the verge on a barley field
The photo belongs to the article's authors

Таблица 1. Частота встречаемости и видовой состав растительных сообществ со шпинатом туркестанским. Кыргызстан, 2014 г.
Table 1. Frequency of occurrence and the list of species in phytocenoses with Turkestan spinach. Kyrgyzstan, 2014

Точка (Site)	18	36	39	41	43	46	49	54	55	59	60	61	63	64	65	67	68	73	75	76	77	79	80	81	82	83	Σ	Встречаемость	
Вид (Species)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
<i>Spinacia turkestanica</i> Пјин	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26	1	
<i>Aegilops cylindrica</i> Host														+						+								2	0,08
<i>Aegilops tauschii</i> Coss.		+														+												2	0,08
<i>Aegilops triuncialis</i> L.					+														+	+								3	0,12
<i>Alhagi pseudalhagi</i> (M. Bieb.) Fisch.																			+						+			2	0,08
<i>Allium</i> sp.																				+	+				+			3	0,12
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski		+	+			+				+		+					+					+		+				8	0,31
<i>Artemisia</i> sp.		+	+										+		+					+	+	+	+	+	+	+	+	12	0,46
<i>Avena fatua</i> L.									+																			2	0,08
<i>Capparis herbacea</i> Willd.				+		+	+			+			+	+	+	+												9	0,35
<i>Carduus</i> sp.																							+	+			+	3	0,12
<i>Carthamus</i> sp.			+	+			+	+		+		+					+											7	0,27
<i>Centaurea iberica</i> Trev.		+																										1	0,04
<i>Centaurea</i> sp.			+																				+			+	3	0,12	
<i>Chenopodium</i> sp.				+							+									+			+	+	+			6	0,23
<i>Cichorium intybus</i> L.						+		+				+															+	5	0,19
<i>Convolvulus arvensis</i> L.								+		+	+										+	+	+					6	0,23
<i>Eremodaucus lehmannii</i> Regel.		+							+		+	+	+												+		+	8	0,31
<i>Euphorbia</i> sp.																											+	1	0,04
<i>Galium</i> sp.		+						+		+																	+	4	0,15
<i>Gypsophyla</i> sp.								+																				1	0,04
<i>Heterocaryum szovitsianum</i> (Fisch. & C.A. Mey.) A. DC.																			+	+		+						3	0,12
<i>Hordeum leporinum</i> Link			+	+						+	+	+		+														6	0,23
<i>Hordeum spontaneum</i> (K. Koch) Thell.	+													+		+												3	0,12
<i>Hordeum</i> sp.							+					+				+												3	0,12
<i>Lactuca serriola</i> L.											+																	1	0,04
<i>Lepidolopsis turkestanica</i> (Regel & Schmalh.) Poljakov		+																										1	0,04
<i>Lolium</i> sp.		+																										1	0,04
<i>Medicago sativa</i> L.		+		+		+		+				+								+	+	+					+	9	0,35
<i>Medicago</i> sp.										+																		1	0,04
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.						+																						1	0,04
<i>Papaver pavoninum</i> Schrenk								+		+			+							+								4	0,15
<i>Peganum harmala</i> L.																					+			+				2	0,08
<i>Phleum</i> sp.																					+							1	0,04
<i>Plantago</i> sp.				+																								1	0,04

продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
<i>Poa bulbosa</i> L.			+															+									2	0,08
<i>Poa</i> sp.																			+				+				2	0,08
<i>Polygala</i> sp.																								+			1	0,04
<i>Polygonum aviculare</i> L.							+			+									+			+					4	0,15
<i>Rumex</i> sp.							+	+					+														3	0,12
<i>Taeniatherum crinitum</i> (Schreb.) Nevski		+																									1	0,04
<i>Tanacetum</i> sp.									+						+					+							3	0,12
<i>Vicia cracca</i> L.											+	+															2	0,08
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray	+																										1	0,04

Анализ видового состава растительных сообществ в 26 точках сбора шпината туркестанского показал (табл. 1), что он наиболее часто произрастает с видами ячменя (*Hordeum leporinum* Link, *H. spontaneum* K. Koch и др.), анисанты (*Anisantha tectorum* (L.) Nevski, эгилопса (*Aegilops cylindrica* Host, *A. tauschii* Coss., *A. triuncialis* L.), полыни (*Artemisia* L.), мари (*Chenopodium* L.), а также с люцерной посевной (*Medicago sativa* L.), каперсами травянистыми (*Capparis herbacea* Willd.), пустынноморковником Лемана (*Eremodaucus lehmannii* Bunge), цикорием обыкновенным (*Cichorium intybus* L.), вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis* L.), сафлором (*Carthamnus* L.).

В естественных фитоценозах в природе были собраны шесть образцов дикорастущих луков (*Allium* sp.). На рынках были приобретены 116 образцов овощных и бахчевых культур, а именно: арбуз (2 образца), тыква (6), дыня (8), люффа (1), огурец (1) томат (3), баклажан (5), перец (6), капуста (10), репа (5), редька и редис (12), свекла (9), морковь (10), лук (6), салат (5), шпинат (2), укроп (5), базилик (5), чабер (2), щавель (1). Информация по этим образцам состоит из названия культуры и некоторых, чаще всего морфологических, характеристик (репа белая круглая, лук желтый и т. п.), без указания конкретного сорта. Некоторые продаваемые на рынках семена являются результатом самостоятельного размножения фермерами современных голландских гибридов F₁ (например, семена огурца). Такие семена нами не приобретались.

Семена дыни, купленные нами в г. Ош, вероятнее всего, имеют узбекское происхождение. В г. Бишкек на рынке был отмечен факт продажи китайских «фирменных»

пакетированных семян. Здесь были куплены 12 пакетов семян следующих культур: стеблевого (спаржевого) салата wosun, семена капусты китайской, пекинской, дыни, редьки, репы, арбуза и других культур. Особенностью овощеводства и бахчеводства Кыргызстана является тот факт, что земледелием нередко занимаются представители узбекской (юго-западные районы, киргизская часть Ферганской долины) и дунганской (Чуйская область) национальностей. Сорта, возделываемые в киргизской части Ферганской долины, с высокой долей вероятности, имеют узбекское происхождение. Дыни, тыквы и арбузы, продающиеся на рынках пограничной с Узбекистаном Ошской области, во многих случаях привозятся на продажу из Узбекистана. Некоторые сорта, возделываемые дунганами в Чуйской долине, были привезены ими с родины, из северо-западных областей Китайской Народной Республики в конце XIX века. Эти сорта во многом являются местными, не затронутыми современной селекцией, формами и, как любой местный материал, потенциально являются источниками селекционно ценных признаков и могут иметь значение для селекции овощных культур. Кроме местных китайских образцов, возделываемых дунганами, в Кыргызстане продаются (в виде семян), и, вероятно, возделываются современные китайские сорта овощных и бахчевых культур. Некоторые из них могут представлять интерес для изучения и возможного привлечения в селекцию. Важным является поиск и сбор образцов овощных и бахчевых культур не всегда ясного происхождения, но длительное время возделываемых на территории республики и приспособленных к местным условиям. С точки

зрения селекции, такие образцы являются потенциальными источниками ценного биохимического состава, товарно-вкусовых качеств, устойчивости к абиотическим стрессорам, нетребовательности к условиям возделывания.

References/Литература

1. *Ajdarova R. A.* Spinach – *Spinacia* (Shpinat) // In: Popular determinant of plant of the Kyrgyzstan (Populjarnyj opredelitel' rastenij Kirgizii). Frunze: Pim, 1972, p. 53 [in Russian] (*Айдарова Р. А.* Шпинат – *Spinacia* // В кн.: Популярный определитель растений Киргизии. Фрунзе: Илим, 1972. С. 53).
2. *Biological resources of Kyrgyzstan: Ecological and geographical and environmental aspects (Biologicheskie resursy Kyrgyzstana: Jekologo-geograficheskie i prirodoohrannnye aspekty) / Institute of Biology, National Academy of Sciences of Kyrgyzstan, Bishkek: Pim, 1992, 148 p. [in Russian] (Биологические ресурсы Кыргызстана: Эколого-географические и природоохранные аспекты / Институт биологии АН Кыргызстана. Бишкек: Илим, 1992. 148 с.)*
3. *Bochancev V. P.* Spinach – *Spinacia* L. (Shpinat) // In: Flora of Uzbekistan (Flora Uzbekistana). Vol. 2. Tashkent: Publishing House of UzSSR Academy of Sciences, 1953, pp. 220–221 [in Russian] (*Бочанцев В. П.* *Spinacia* L. – Шпинат // В кн.: Флора Узбекистана. Т. 2. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1953. С. 220–221).
4. *Girenko M. M.* The genus *Spinacia* L. – Spinach // Flora of cultivated plants. /Ed. V. F. Dorofeev. Vol. XII. Leaves Vegetable plants. Leningrad: “Agropromizdat”, 1988. pp. 98–132 [in Russian]. (*Гиренко М. М.* Род *Spinacia* L. – Шпинат // Культурная флора СССР. Ред. В. Ф. Дорофеев. Т. XII. Листовые овощные растения. Л.: «Агропромиздат», 1988. С. 98–132).
5. *Nikitin V. V., Gel'dihanov A. M.* The Plants of Turkmenistan (Opredelitel' rastenij Turkmenistana). Leningrad: Nauka, p. 168 [in Russian]. (*Никитин В. В., Гельдиханов А. М.* Определитель растений Туркменистана. Л.: Наука, 1988. С. 168).
6. *Nikitina E. V.* Spinach – *Spinacia* L. (Shpinat) // In: Flora of the Kyrgyz SSR. The determinant of the Kyrgyz SSR (Flora Kirgizskoj SSR. Opredelitel' Kirgizskoj SSR). Vol 5. Frunze: Publishing House of Kyrgyz SSR Academy of Sciences, 1955, pp. 18–21 [in Russian] (*Никитина Е. В.* *Spinacia* L. – Шпинат // В кн.: Флора Киргизской ССР. Определитель Киргизской ССР. Т. 5. Фрунзе: изд-во АН Кирг. ССР, 1955. С. 18–21).
7. *Ovchinnikov P. N., Kinzikaeva G. K.* Spinach – *Spinacia* L. (Shpinat) // In: Flora of the Tajik SSR (Flora Tadzhijskoj SSR). Vol. 3. Leningrad: Nauka, 1968, pp. 329–330 [in Russian] (*Овчинников П. Н., Кинзикаева Г. К.* Шпинат – *Spinacia* L. // Флора Таджикской ССР. Т. 3. Л.: Наука, 1968. С. 329–330).
8. *Pratov U.* Spinach – *Spinacia* L. (Shpinat) // In: Of plants of Middle Asia (Opredelitel' rastenij Srednej Azii). Vol. 3. Tashkent: “Fan”, 1972, p. 43 [in Russian] (*Пратов У.* *Spinacia* L. – Шпинат // В кн.: Определитель растений Средней Азии. Т. 3. Ташкент: «Фан», 1972. С. 43).
9. *Nature of Kyrgyzstan: Brief physical and geographical characteristics (Priroda Kirgizii: Kratkaja fiziko-geograficheskaja harakteristika).* Frunze, Kyrgyz state publishing house, 1962, 296 p. [in Russian] (*Природа Киргизии: Краткая физико-географическая характеристика.* Фрунзе: Киргизское гос. изд-во, 1962. 296 с.).
10. *Umurzakov S. U.* Geographical research in Kyrgyzstan (Geograficheskie issledovanija v Kirgizii). Frunze: Pim, 1970, 152 p. [in Russian] (*Умурзаков С. У.* Географические исследования в Киргизии. Фрунзе: Илим, 1970. 152 с.).
11. *Vavilov N. I.* Centers of origin of cultivated plants // Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding, vol. 16 (2), 1926, pp. 139–248 [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Центры происхождения культурных растений // Тр. по прикл. бот. и сел. 1926. Т. 16. Вып. 2. С. 139–248.)
12. *Vavilov N. I. (Prof.), Bukinich D. D.* Agricultural Afganistan // Supplement 33-th to the Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant-Breeding. Leningrad, 1929. 610 p. [in Russian] (*Вавилов Н. И., Букинич Д. Д.* Земледельческий Афганистан // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1929. Прил. 33. 610 с.)
13. *Zhukovskij P. M.* The global gene pool of plants for breeding: Megagene centers and endemic micro-gene centers (Mirovoj genofond rastenij dlja selekcii: Megacentry i endemicnyye microgencentry). Leningrad: Nauka, 1970, 88 p. [in Russian] (*Жуковский П. М.* Мировой генофонд растений для селекции: Мегагенцентры и эндемичные микрогенцентры. Л.: Наука, 1970. 88 с.)

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-14-30

УДК 633.1: 633.31/37; 631.95

СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО АГРОФИТОЦЕНОЗА НА ПРИМЕРЕ СМЕШАННОГО ПОСЕВА ЧИНЫ ПОСЕВНОЙ И СУДАНСКОЙ ТРАВЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РФ

**М. О. Бурляева,
А. Е. Соловьева**

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

Ключевые слова:

чина посевная, Lathyrus sativus L., суданская трава, Sorghum × drummondii (Steud.) Millsp. & Chase, агрофитоценоз, смешанный посев, одновидовой посев, зеленая масса, белок, селекция, факторный анализ

Актуальность. Создание высокопродуктивных агрофитоценозов, включающих бобовые культуры, одно из необходимых направлений при разработке новых систем ресурсосберегающего земледелия. **Объект.** Целью настоящей работы было изучение чины посевной и суданской травы в одновидовых и бинарных смешанных посевах, определение их ценотической совместимости и выделение исходного материала для формирования экологически устойчивого агрофитоценоза в условиях Северо-Западного региона. **Материалы и методы.** Полевые эксперименты проводили на полях научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР». Изучали образцы: чины посевной коллекции ВИР из четырех эколого-географических групп (среднеазиатской, средиземноморской, закавказской, средневропейской) и образец суданской травы (Бельгия). Исследовали растения в одновидовом посеве и в двух типах смешанного – при посеве чины и суданской травы через ряд и в одном ряду. Растения анализировали по 18 морфологическим, биохимическим хозяйственно-ценным признакам. **Результаты и выводы.** В сформированных агрофитоценозах наблюдалось достоверное влияние способа посева и вариант компонентов (эколого-географической группы чины) на накопление зеленой массы и белка в суданской траве. Изучение изменчивости структуры взаимосвязей признаков у суданской травы выявило сильную связь между продуктивностью зеленой массы, числом узлов на стебле и размерами листа. У чины посевной продуктивность зеленой массы была взаимосвязана с числом ветвей второго порядка и шириной листа. Содержание белка в зеленой массе у суданской травы находилось в антагонизме с длиной и диаметром среднего междоузлия, у чины посевной – положительно коррелировало с продуктивностью зеленой массы. Для большинства изученных образцов было установлено повышение содержания белка в зеленой массе при применении технологии совместного посева семян чины и суданской травы. Наибольшее содержание белка в зеленой массе наблюдалось в смешанном посеве суданской травы с чинной посевной из закавказской эколого-географической группы. У чины этот показатель достигал 24,5%, у суданской травы – 16,8%. По комплексу признаков лучшей ценотической совместимостью отличался опыт смешанного посева суданской травы (к-9916) с чинной средневропейской группы (к-287). Данные образцы можно рекомендовать для формирования экологически устойчивого агрофитоценоза для Северо-Западного региона.

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-14-30

**FORMING AN ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE
AGROPHYTOCENOSIS ON THE EXAMPLE OF MIXED
CROPS OF GRASS PEA AND SUDAN GRASS
IN THE NORTH-WEST OF THE RUSSIAN
FEDERATION**

**M. O. Burlyayeva,
A. E. Solovyeva**

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

Key words:

*grass pea, Lathyrus sativus L.,
Sudan grass, Sorghum × drum-
mondii (Steud.) Millsp. &
Chase, agrophytocenosis, mixed
sowing, green matter, protein,
mixed planting, monospecies
crop seeding, breeding, princi-
pal component analysis*

Background. One of the necessary directions in the development of a new resource-saving farming system is creation of highly productive agrophytocenoses including legumes. **Objective.** The aim of this work was to study grass pea and Sudan grass in one-species and binary mixed crops, determination of their cenotic compatibility, and selection of the starting material for the formation of an environmentally sustainable agrophytocenoses in the North-West of Russia. **Materials and methods.** Accessions of grass pea from 4 eco-geographical groups: central Asia, the Mediterranean, the Caucasus, and Central Europe, and a Sudan grass accession from Belgium from the VIR collection were analyzed in Leningrad Province. Plants in monospecies seeding and in 2 types of mixed ones – when grass pea and Sudan grass were sown in alternate rows and in one – were studied. Eighteen morphological, biochemical, and agronomic characteristics of plants were investigated. **Results and conclusion.** In the developed agrophytocenoses, there was a significant effect of the method of planting and option components (eco-geographical group of grass pea) on the accumulation of green mass and protein in Sudan grass. (Principal component analysis, PC.) Studying variability of the structure of the relationships among the characters of Sudan grass revealed high correlation between the productivity of green mass, the number of nodes on the stem, and leaf size. In grass pea, productivity of green mass was correlated with the number of branches of the second order and the width of the leaf. The protein content in the green mass of Sudan grass was in antagonism to the length and diameter of the middle internode, while in grass pea it correlated with the productivity of green mass.

For the majority of the accessions, protein content increased in green mass when the technology of mixed planting of grass pea and Sudan grass was applied. The highest protein content in green mass was observed in mixed crops of Sudan grass and grass pea from the Caucasian eco-geographical group (24.5% in grass pea, and 16.8% in Sudan grass. According to the set of characters studied, the best cenotic compatibility was demonstrated in the experiment with mixed planting of Sudan grass (k-9916) and the grass pea of the Central European group (k-287). These samples may be recommended for the formation of an environmentally sustainable agrophytocenosis for the North-West region.

Введение

В современном мире деградация почвенной структуры наблюдается на многих сельскохозяйственных площадях. Это заставляет многие страны разрабатывать различные стратегии по рациональному использованию сельскохозяйственных (с/х) угодий и создавать новые системы сберегающего земледелия (Calegari et al., 1998). В последнее десятилетие для экологизации агроценозов вновь стали использовать смешанные посевы, одним из компонентов которых являются бобовые растения. Смешанные посевы нередко оказываются более устойчивыми к действию абиотических и биотических стрессоров и обеспечивают большую величину и качество урожая, осуществляют прекрасный контроль эрозии (водной и ветровой), удержание влаги в почвенном профиле, предотвращают испарения влаги с почвенной поверхности, улучшают свойства почвы, сохраняют, поддерживают и восстанавливают почвенное плодородие (Grain legumes, 2015). Кроме того, бобовые культуры обеспечивают экономию азотных удобрений, усиливают контроль над сорняками, улучшают биологический баланс почвы, сокращают популяции насекомых-вредителей и снижают уровень заболеваемости культур (Kinane, Lyngkjer, 2002; Jensen et al., 2005). В мире существует множество вариантов севооборотов, где используются различные виды бобовых культур. Из однолетних кормовых зернобобовых растений в нашей стране наиболее известны вика и горох. Чина посевная, несмотря на использование ее в качестве кормовой культуры с древних времен, в настоящее время в России практически не возделывается. Однако, как показывают опыты ряда исследователей, она может успешно возделываться в смешанных посевах на юге страны. Чино-суданковые смеси в условиях Поволжья с нормой высева 0,4 млн семян дают урожай сена (52,4 ц/га) на 8,4 ц/га больше, чем викоовсяная смесь с нормой высева 1,8 млн семян каждого компонента на 1 га (Tsoi, 1971). В экспериментах, проведенных в Саратовской обл., была также подтверждена целесообразность формирования поливидовых агрофитоценозов чины посевной с мятликовыми

(суданской травой) (Radchenko, 2007). Автором было определено, что при норме высева 1,2 млн семян на 1 га в фазу бутонизации растения накапливают 1,16 т/га сухой биомассы. При выращивании в смешанных посевах при правильно сформированном агрофитоценозе чина посевная формирует до 36 т/га высокобелковой зеленой массы. По данным Л. П. Шевцовой (Shevtsova, 2000), благодаря своему раннему ветвлению и хорошо развитой корневой системе эта культура накапливает значительно больше сухой биомассы и листовой массы по сравнению с горохом, нутом и викой. Зеленая масса чины посевной во все периоды вегетации отличается высоким содержанием протеина (18,2–20,2%) и небольшим содержанием клетчатки (20,6–26,4%). Исследование смешанных посевов чины посевной с различными компонентами (кукурузой, ячменем, суданской травой) показало, что максимальным накоплением переваримого протеина (0,83 т/га) в биомассе выделялся агрофитоценоз: чина (1,0 млн семян/га) + суданская трава (1,6 млн семян/га) (Shevtsova, 2000). Большинство исследователей считают чину посевную довольно требовательной к теплу, в тоже время, многие отмечают, что она хорошо противостоит похолоданию и заморозкам (Radchenko, 2007). Как показали наши многолетние опыты (1998–2014 гг.), чина посевная может возделываться и в условиях Ленинградской обл. (Burlyaeva, Nikishkina, 2007). Кроме того, чина имеет значительные преимущества перед традиционными для этой зоны культурами. Семена чины не осыпаются при перестое. Она отличается высоким иммунитетом к болезням, не поражается гороховой зерновкой, более устойчива к затоплению и засухе. Учитывая все преимущества смешанных посевов чины посевной и суданской травы при возделывании в южных районах России, нами было начато изучение этих культур в новом для них регионе.

Целью нашей работы было выделение исходного материала для формирования экологически устойчивого агрофитоценоза в условиях Северо-Западного региона на примере смешанного посева из чины и суданской травы.

В задачи исследований входило:

– исследование изменчивости морфологических, фенологических, биохимических и хозяйственных признаков у сортов чины посевной и суданской травы,

– выявление зависимости данных признаков от эколого-географического происхождения образцов чины посевной и способа посева,

– определение ценотической совместимости исследуемых культур.

Материалы и Методы

Полевые эксперименты проводили в 2008 и 2012 гг. на полях научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» г. Пушкине (Ленинградская обл.). Изучение осуществляли в контрастных агрометеорологических условиях. В 2008 году сумма активных температур за вегетационный период равнялась 1955°C, количество осадков, выпавших – 299,7 мм. В 2012 году наблюдалось повышение суммы активных температур до 2429,3°C и осадков до 579,1 мм. Материалом для исследования служили образцы из коллекций чины и суданской травы ВИР. Изучали четыре образца чины посевной из четырех эколого-географических групп: среднеазиатской (к-53), средиземноморской (к-420), закавказской (к-960), средневропейской (к-287) и образец суданской травы (к-9916, происхождение Бельгия). Для исследования было сформировано 13 агрофитоценозов. Анализы взаимовлияний растений чины и суданской травы проводили как в чистом посеве, так и в смешанном посеве: при посеве данных культур в одном ряду и при посеве через ряд. Посев образцов осуществляли по схеме коллекционного питомника в обычные для чины и суданской травы сроки. Расстояние между рядами на делянке составляло 15 см, между растениями в ряду – 5 см. Площадь питания одного растения в среднем составляла 5 × 15 см². Анализировали 10 растений с делянки по 18 хозяйственно-биологическим признакам. У чины исследовали следующие показатели: продуктивность зеленой массы, вес бобов и листьев, высоту растения, длину стебля до прикрепления первого боба, число ветвей первого порядка, число ветвей второго порядка,

длину и ширину междуузлия, длину и ширину листа, длину и ширину боба, число бобов. У суданской травы измеряли следующие признаки: длину растения, число междуузлий, длину и ширину листа, длину и ширину междуузлия, ширину и длину верхушечного листа, число листьев, продуктивность зеленой массы, вес листьев и стеблей. Для обоих видов проводилось изучение продолжительности межфазных периодов посев-всходы, посев-укозная спелость, у чины также анализировались периоды посев-цветение и посев-налив бобов, у суданской травы – посев-выход в трубку и посев-выметывание. Продуктивность зеленой массы оценивали в фазу укосной спелости (начала налива бобов у чины, выметывания у суданской травы). Вес ветвей, листьев и бобов определяли в это же время по 10 растениям каждого образца. Анализ биохимического состава зеленой массы проводили во время определения ее урожайности, в фазу укосной спелости. Изучение основных морфометрических показателей и элементов структуры урожая осуществляли в фазу полного созревания. Фенологические наблюдения и ботанико-морфологические описания образцов проводили в соответствии с методическими указаниями ВИР по изучению коллекции зерновых бобовых культур (Vishnyakova et al., 2010). Содержание белка в зеленой массе определяли по методу Кьельдаля (на приборе Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Швеция) согласно «Методам биохимических исследований» (Ernikov et al., 1987). Изменчивость морфобиологических, биохимических и хозяйственно-ценных признаков в зависимости от принадлежности сортов к эколого-географической группе и способов посева изучали при помощи статистического пакета программ STATISTICA 6.0 и пакета анализа MS Excel 2003. Особенности изменчивости структуры взаимосвязей между признаками в различных вариантах агрофитоценозов в разных погодных условиях оценивали при помощи факторного анализа по методу главных компонент. Достоверность влияния способа посева и принадлежности образцов к агроэкологической группе на варьирование изученных признаков определяли при помощи многофакторного дисперсионного анализа.

Результаты

В ходе эксперимента в разных вариантах агрофитоценозов была выявлена значительная изменчивость морфо-биологических и хозяйственно ценных признаков у чины посевной и суданской травы (табл. 1, 2). Наибольший размах варьирования наблюдался у признаков: продуктивность зеленой массы и длина растения. Продуктивность зеленой массы в 2008 и 2012 гг. при посеве через ряд у чины имела следующие средние значения – 50,6 и 91,0 г, у суданской травы – 33,1 и 74,7 г; при посеве в одном ряду у чины – 39,4 и 79,7 г, у суданской травы – 40,5 и 96,7 г; в чистом посеве у чины – 57,8 и 46,0 г, у суданской травы – 24,5 и 98,5 г. Содержание белка в зеленой массе в 2008 и 2012 гг. при посеве через ряд равнялось у чины – 21,00 и 23,38%, у суданской травы – 13,10 и 15,41%; при посеве в одном ряду у чины – 19,00 и 24,54%, у суданской травы –

16,80 и 15,23%; в чистом посеве у чины – 15,70 и 19,88%, у суданской травы – 13,50 и 13,36%. Продолжительность фаз вегетационного периода (в. п.) у чины посевной и суданской травы также не отличались стабильностью и менялись в зависимости от погодных условий (рис. 1). В относительно холодный и сухой 2008 год у изучаемых культур фазы: посев-всходы, посев-выход в трубку и посев-цветение, посев-выметывание и посев-налив бобов были примерно равны. В более жаркий и влажный 2012 г. произошло значительное удлинение фаз в. п. Период от посева до налива бобов у чины вырос с 49 до 74 дней, период от посева до выметывания у суданской травы соответственно увеличился с 49 до 93 дней.

Влияния способа посева и принадлежности образца к эколого-географической группе на продолжительность фаз вегетационного периода в наших опытах выявлено не было.

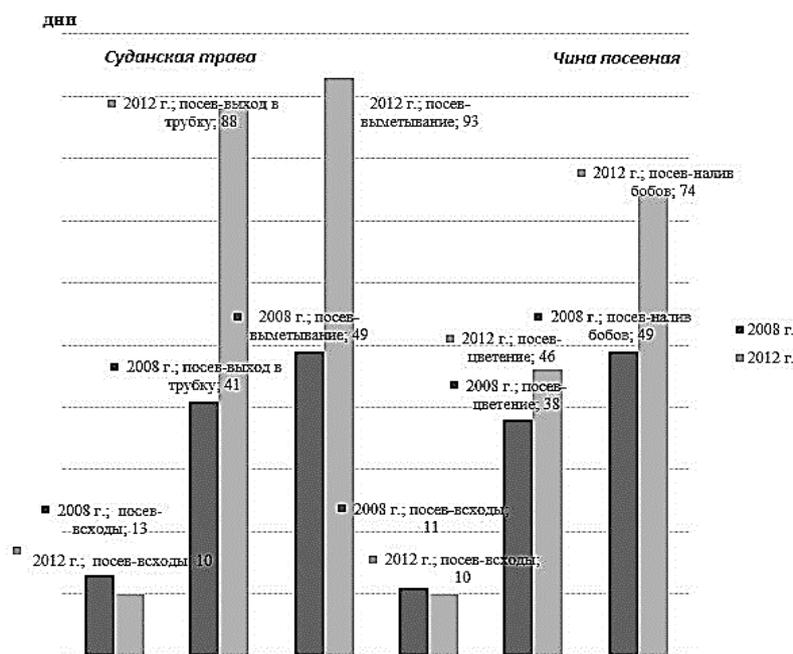


Рис. 1. Изменчивость продолжительности межфазных периодов вегетации у чины посевной и суданской травы (Ленинградская обл., 2008, 2012 гг.)

Fig. 1. Variability of the phenological phases of the growing season for grass pea and Sudan grass (Leningrad Prov., 2008, 2012)

Детальное сравнение изменчивости образцами чины, принадлежащими к разным эколого-географическим группам), показало, что наибольший размах варьирования признаков у суданской травы в агрофитоценозах с различными компонентами (с

образцами чины, принадлежащими к разным эколого-географическим группам), показало, что наибольший размах варьирования признаков у суданской травы в агрофитоценозах с различными компонентами (с

ния (min–max) имеют признаки продуктивности зеленой массы и длины растения (рис. 2). Самыми стабильными являются диаметр среднего междоузлия, ширина среднего листа, число узлов на растении. В 2008 г. в большинстве вариантов агрофитоценозов чины с суданской травой независимо от способа посева и набора компонентов наблюдалось повышение продуктивно-

сти зеленой массы и содержания белка у суданской травы. В 2012 г. произошло снижение продуктивности зеленой массы в некоторых бинарных посевах по сравнению с одновидовым. Значительное положительное влияние на развитие суданской травы во все годы изучения оказывал образец чины посевной из средневропейской группы (к-287) (см. табл. 1).

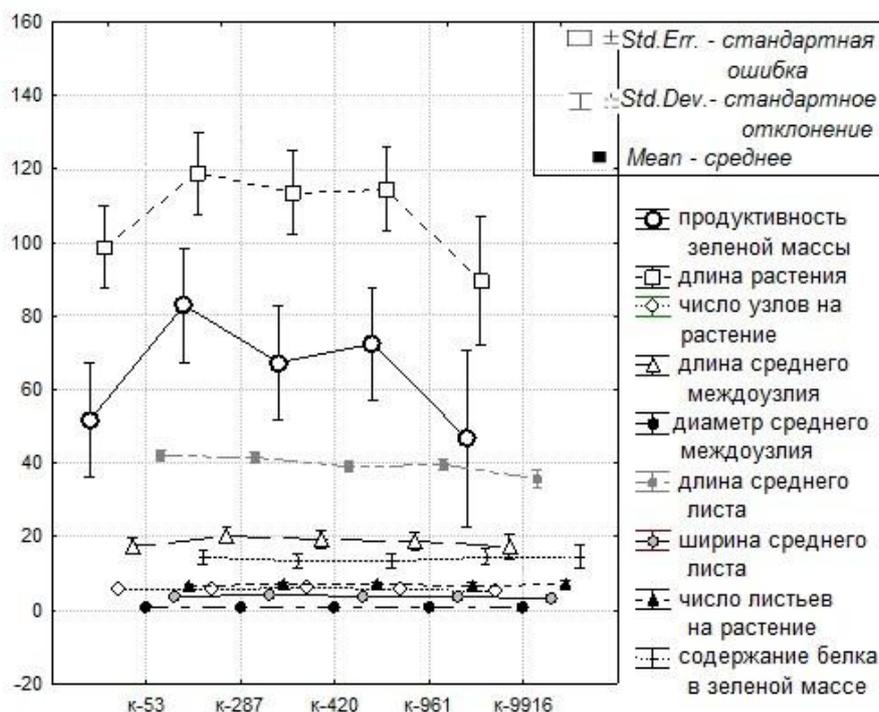


Рис. 2. Изменчивость морфологических, биохимических и хозяйственно ценных признаков суданской травы в агрофитоценозах, сформированных с образцами чины посевной из разных эколого-географических групп

Эколого-географические группы чины: к-53 – среднеазиатская, к-87 – средневропейская, к-420 – средиземноморская, к-961 – закавказская

Fig. 2. Variability of morphological, biochemical and agronomic characters of Sudan grass in agrophytocoenoses formed with grass pea accessions of different eco-geographical groups

The eco-geographic group grasspea: k-53 – Central Asian group, k-287 – Central European group, k-20 – Mediterranean group, k-961 – Transcaucasian group

Исследование изменчивости этих же признаков при разных способах посева суданской травы (0 – чистый посев; 1 – смешанный посев, в одном ряду; 2 – смешанный посев, через ряд) выявило, что, как и в случае

с разными компонентами агрофитоценоза, наибольший размах варьирования (min – max) имеют признаки продуктивности зеленой массы и длины растения (см. табл. 1).

Наиболее благоприятным для роста вегетативной массы суданской травы независимо от года исследования был вариант посева семян в одном ряду с чинной посевной. Анализ изменчивости морфологических, биохимических и хозяйственных признаков чины в смешанных и чистых посевах показал, что самым значительным варьированием (min – max) отличаются так же признаки продуктивности зеленой массы и длины растения (см. табл. 2, рис. 3). В 2008 г. во всех агрофитоценозах чины с суданской травой не наблюдалось значительных колебаний по изученным признакам, т. е. все группы чины примерно одинаково реагировали на сов-

местный посев. Во многих бинарных посевах отмечалось снижение урожайности зеленой массы чины по сравнению с чистым посевом. В 2012 г. наибольший размах варьирования (min – max) был также у признаков продуктивность зеленой массы и длина растения. Большая часть проанализированных параметров чины посевной при разных способах посева (0 – чистый посев; 1 – смешанный посев, в одном ряду; 2 – смешанный посев, через ряд) характеризовалась незначительной изменчивостью. В отличие от 2008 г. в бинарных посевах 2012 г. отмечалось повышение продуктивности зеленой массы чины во всех агрофитоценозах.

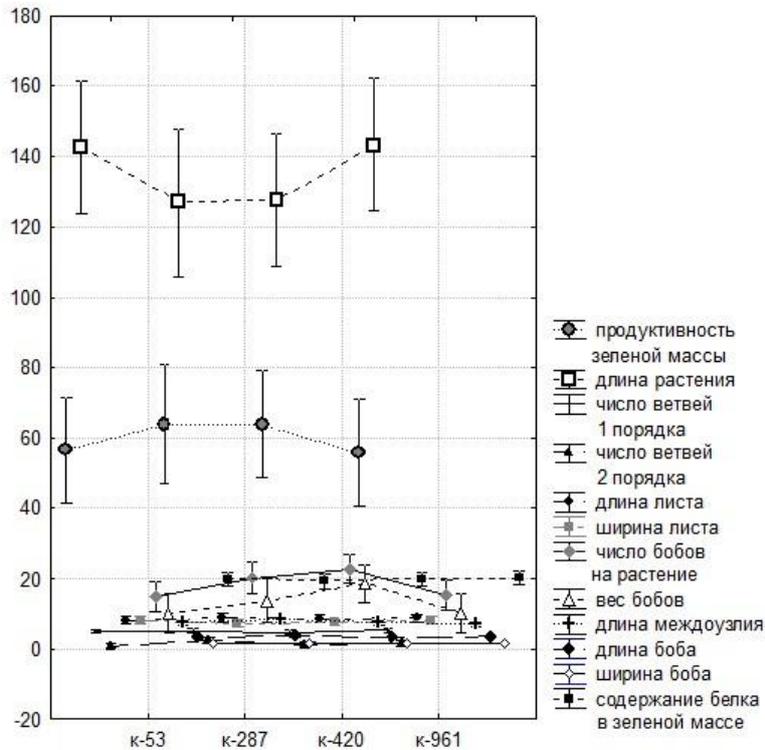


Рис. 3. Изменчивость морфологических, биохимических и хозяйственно ценных признаков чины посевной в агрофитоценозах с суданской травой

Эколого-географические группы чины: к-53 – среднеазиатская, к-87 – средневропейская, к-420 – средиземноморская, к-961 – закавказская

Fig. 3. Variability of morphological, biochemical and agronomic characters of grass pea in agrophytocoenoses formed with Sudan grass

The eco-geographic groups of grass pea: k-53 – Central Asian group, k-287 – Central European group, k-20 – Mediterranean group, k-961 – Transcaucasian group

Таблица 1. Изменчивость продуктивности зеленой массы, морфологических признаков и содержания белка у суданской травы в зависимости от способа посева, эколого-географической группы чины и года репродукции

Table1. Variability of green mass productivity, protein content and morphological traits in Sudan grass depending on the method of sowing, eco-geographical group of grass pea and years of reproduction

№ каталога ВИР чины ¹	Схема посева ²	Продуктивность растения, г		Длина растения, см		Число узлов на растение		Длина среднего междоузлия, см		Диаметр среднего междоузлия, см		Длина среднего листа, см		Ширина среднего листа, см		Число листьев		Содержание белка, %	
		2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012
	0	24,5	98,5	83,5	113,5	3,8	7,4	17,8	18,6	0,7	1,1	34,7	42,4	2,5	4,3	7,5	7,5	13,5	13,4
53	1	24,5	72,1	90,9	108,2	4,6	7,5	18,1	16,4	0,7	0,8	38,4	44,4	3,3	3,6	5,8	7,7	12,9	14,4
53	2	25,3	55,5	84,7	93,0	3,8	6,9	18,1	15,6	0,7	0,8	35,3	43,7	3,3	3,5	6,0	7,2	19,2	13,6
287	1	59,0	98,0	102,0	122,9	4,3	7,2	18,8	20,8	0,6	1,0	40,5	44,1	4,0	4,3	6,3	7,9	14,5	13,6
287	2	44,5	100,9	101,7	130,1	4,0	7,6	19,5	20,9	0,9	1,0	34,2	42,0	3,6	4,6	6,1	8,2	14,4	12,9
420	1	34,5	96,3	92,9	132,7	3,9	7,9	16,3	21,9	0,8	1,0	33,8	42,4	3,2	4,6	5,9	8,1	14,0	13,3
420	2	29,0	80,3	80,5	130,3	3,8	7,8	15,4	21,2	0,5	0,9	32,9	41,1	2,5	4,0	5,8	7,9	15,5	12,5
961	1	44,0	120,5	103,5	138,2	4,1	7,8	18,9	20,8	0,8	1,1	37,0	43,5	3,5	4,2	6,3	7,7	13,1	15,4
961	2	33,5	62,1	85,9	112,8	3,9	7,3	16,1	17,5	0,8	0,8	32,7	40,0	3,3	3,4	5,9	7,4	16,8	15,2
среднее		35,4	87,1	91,7	120,2	4,0	7,5	17,7	19,3	0,7	0,9	35,5	42,6	3,2	4,1	6,2	7,7	14,9	13,8

¹Эколого-географические группы чины: к-53 – среднеазиатская, к-287 – средневропейская, к-420 – средиземноморская, к-961 – закавказская.

²Схема посева: 0 – чистый посев суданской травы к-9916 (Бельгия), 1 – посев чины с суданской травой через ряд, 2 – посев чины с суданской травой в одном ряду

¹The eco-geographic group grasspea: k-53 – Central Asian group, k-287 – Central European group, k-420 – Mediterranean group, k-961 – Transcaucasian group.

²Sowing scheme: 0 – one-species seeding sudan grass k-9916 (Belgium), 1 – multispecies crop seeding grass pea with sudan grass through row, 2 – multispecies crop seeding grass pea with sudan grass in a row

Таблица 2. Изменчивость продуктивности зеленой массы, морфологических признаков и содержания белка у чины посевной в смешанном посеве с суданской травой в зависимости от эколого-географической группы, способа посева и года репродукции

Table 2. Variability of green mass productivity, protein content and morphological traits in grass pea depending on the method of sowing, eco-geographical group grass pea and years of reproduction

№ каталога ВИР чины ¹	Схема посева ²	Продуктивность растения, г		Длина растения, см		Число ветвей 1 порядка		Число ветвей 2 порядка		Длина листочка, см		Ширина листочка, см		Число бобов на растение		Вес бобов на растение, г		Длина междоузлия, см		Длина боба, см		Ширина боба, см		Содержа- ние белка, %			
		2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012
		53	0	73,0	44,4	129,0	118,9	5,4	4,7	0,7	1,0	7,1	6,6	5,7	7,6	23,4	15,4	12,8	12,7	6,6	6,8	2,9	3,7	1,5	1,7	23,6	21,5
53	1	43,0	62,0	133,5	153,5	5,8	5,3	0,5	1,0	8,1	8,4	8,3	9,4	14,6	12,1	6,9	14,1	7,2	7,8	3,4	3,8	1,6	1,6	15,1	22,0		
53	2	39,5	77,2	135,5	184,9	4,6	4,8	0,5	2,0	9,6	8,6	7,6	10,3	13,4	10,3	4,2	10,6	10,0	7,2	2,5	3,7	1,4	1,7	14,6	22,0		
287	0	-	49,0	-	119,4	-	4,8	-	2,0	-	6,7	-	7,1	-	17,5	-	13,5	-	6,1	-	3,9	-	1,7	-	21,0		
287	1	37,0	88,1	157,0	119,0	4,3	6,1	0,0	5,3	11,5	7,5	6,0	8,0	12,5	21,6	1,6	23,9	11,1	8,4	3,3	4,1	1,7	1,8	15,9	22,0		
287	2	62,5	105,2	108,1	154,8	5,2	5,6	1,1	4,2	10,6	8,1	8,5	9,1	24,4	25,9	9,9	25,6	9,8	7,1	3,8	4,0	1,8	1,9	17,6	22,3		
420	0	46,0	47,0	121,5	76,3	4,5	4,9	0,4	1,6	8,3	8,3	6,8	6,8	17,0	18,4	6,5	21,5	7,4	5,3	2,4	3,5	1,4	1,6	19,0	19,6		
420	1	41,5	97,5	135,5	137,8	4,4	5,0	0,7	2,3	9,3	8,6	6,6	9,5	17,1	30,3	5,7	37,6	9,0	8,0	2,5	3,4	1,6	1,8	15,8	22,2		
420	2	52,5	98,4	140,5	153,9	4,7	4,8	0,4	3,0	7,2	9,3	6,3	9,4	29,0	24,8	13,7	26,2	7,4	7,6	3,8	3,9	1,7	1,8	18,3	23,4		
961	0	54,5	43,5	149,0	103,3	6,5	5,1	1,5	3,0	8,5	6,7	8,3	6,7	14,9	11,7	8,0	13,5	6,1	6,4	3,5	4,0	1,6	1,9	15,7	19,9		
961	1	36,0	71,1	138,5	169,6	4,4	5,0	0,0	3,0	11,1	9,5	7,9	9,9	13,5	16,2	5,9	9,2	10,4	7,8	2,8	4,1	1,7	1,7	21,0	23,4		
961	2	47,7	83,2	125,7	173,3	5,0	5,7	0,6	2,4	7,3	9,3	5,4	10,5	19,8	15,3	11,6	11,3	6,1	6,5	2,9	4,1	1,4	1,7	16,8	24,5		
среднее		48,5	72,2	134,0	138,7	5,0	5,2	0,6	2,6	9,0	8,1	7,0	8,7	18,1	18,3	7,9	18,3	8,3	7,1	3,1	3,9	1,6	1,7	17,6	22,0		

¹Эколого-географические группы чины: к-53 - среднеазиатская, к-287 – средневропейская, к-420 – средиземноморская, к-961 – закавказская.

²Схема посева: 0 – чистый посев чины посевной, 1 – посев чины с суданской травой через ряд, 2 – посев чины с суданской травой в одном ряду

¹The eco-geographic group grasspea: k-53 – Central Asian group, k-287 – Central European group, k-420 – Mediterranean group, k-961 – Transcaucasian group.

²Sowing scheme: 0 – one-species seeding grass pea, 1 – multispecies crop seeding grass pea with sudan grass through row, 2 – multispecies crop seeding grass pea with sudan grass in a row

Для выяснения изменчивости структуры взаимосвязей между изученными признаками и выявления сходства и различий реакций суданской травы на возделывание в различных вариантах агрофитоценозов и на разные погодные условия нами был проведен **факторный анализ по методу главных компонент** (рис. 4.1, 4.2). Большая часть изменчивости признаков была связана с двумя первыми факторами, на их долю пришлось около 78% дисперсии.

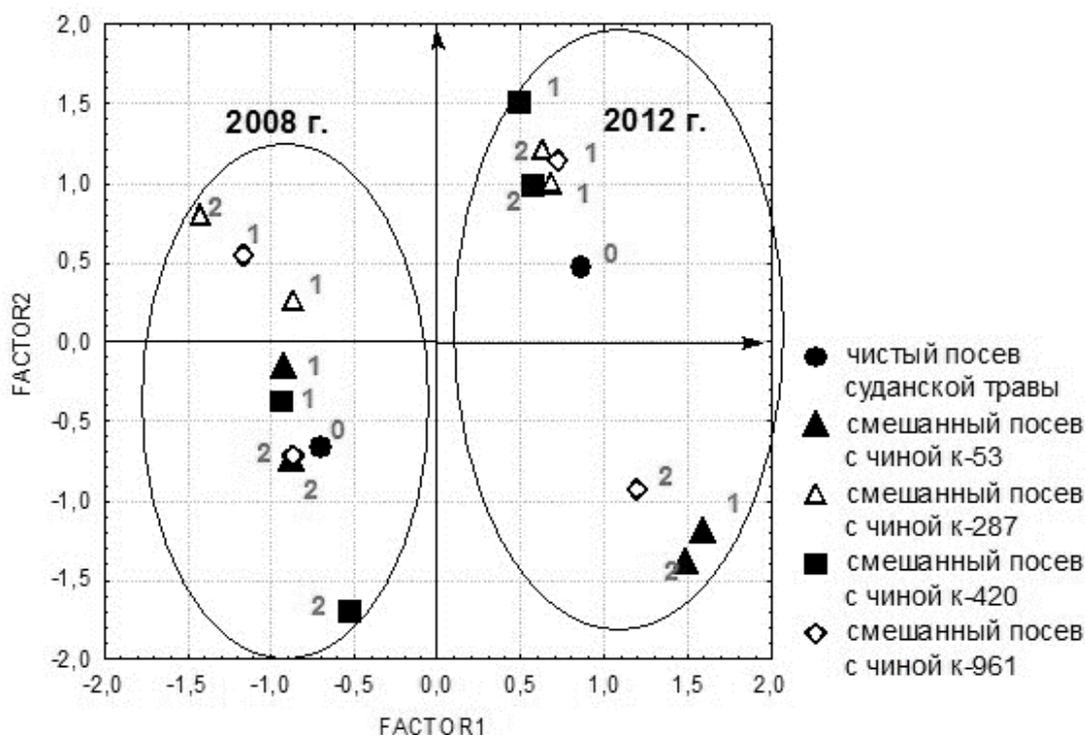


Рис. 4.1. Расположение растений суданской травы в пространстве двух факторов

Схема посева: 0 – чистый посев суданской травы к-9916 (Бельгия), 1 – посев чины с суданской травой через ряд, 2 – посев чины с суданской травой в одном ряду. Эколого-географические группы чины: к-53 – среднеазиатская группа, к-287 – средневропейская группа, к-420 – средиземноморская группа, к-961 – закавказская группа

Fig. 4.1. Distribution of Sudan grass plants in the system of PC1 and PC2

Sowing scheme: 0 – monospecies seeding of Sudan grass k-9916 (Belgium), 1 – multispecies crop seeding of grass pea with Sudan grass in alternate rows, 2 – multispecies crop seeding of grass pea with Sudan grass in one row. The eco-geographical group ranks: k-53 – Central Asian group, k-287 – Central European group, k-420 – Mediterranean group, k-961 – Transcaucasian group

Первый фактор – продуктивности зеленой массы, включал в себя признаки: число узлов на растение, продолжительность фаз вегетационного периода, продуктивность зеленой массы, длина растения, длина и ширина среднего листа. *Во втором факторе* объединились признаки: длина и ширина среднего междоузлия, длина растения и со-

держание белка в зеленой массе. Причем содержание белка в зеленой массе находилось с другими признаками в отрицательной корреляционной связи. Следует отметить, что признак длина растения имел существенные значения нагрузок в двух факторах, т. е. был взаимосвязан с двумя корреляционными плеядами. Таким образом, было выявлено,

что чем длиннее период посев-укосная спелость, чем больше узлов на растении, и крупнее листья, тем выше продуктивность зеленой массы у суданской травы. Кроме того, было замечено, что более высокое количество белка накапливали растения, характеризующиеся относительно короткими и тонкими междоузлиями. На рисунке 3 можно наблюдать увеличение длины фаз вегетационного периода, размеров листьев, высоты растений и соответственно продуктивности зеленой массы во всех вариантах агрофитоценозов 2012 г. Это легко объяснить более благоприятными для роста погодными условиями, достаточным количеством выпавших осадков и высокими показателями суммы активных температур. В

этот год большую вегетативную массу сформировали растения суданской травы в посевах с чинной из средневропейской (к-287) и средиземноморской (к-420) групп. Самыми высокими показателями продуктивности зеленой массы у суданской травы отличался агрофитоценоз с чинной из закавказской группы с посевом в одном ряду (к-961). Средняя продуктивность зеленой массы в этом посеве составила 120,5 г, что значительно превышало этот показатель в чистом посеве – 98,5 г. В смешанных посевах с чинной из среднеазиатской группы (к-53) и при посеве через ряд с чинной из закавказской группы (к-961) наблюдались самые низкие значения продуктивности.

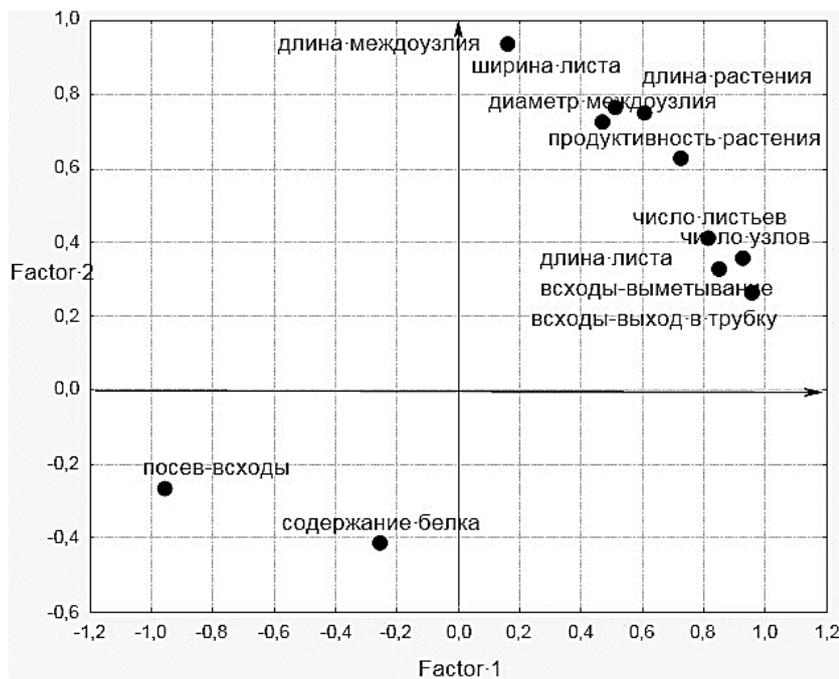


Рис. 4.2. Расположение признаков суданской травы в пространстве двух факторов

Fig. 4.2. Distribution of Sudan grass characters in the system of PC1 and PC2

В 2008 г. лучшими по продуктивности зеленой массы оказались растения суданской травы в агрофитоценозах с чинной из средневропейской группы (во всех видах смешанного посева) и из закавказской (при посеве в одном ряду). Худшие показатели по этому

признаку наблюдались у вариантов смешанного посева с чинной из среднеазиатской группы.

Однако в агрофитоценозе с чинной из среднеазиатской и закавказской групп во все годы исследования наблюдалось наиболь-

шее накопление белка в зеленой массе суданской травы. Лучшим был вариант бинарного посева через ряд с чинной к-53 (содержание белка составило 19,0%). Высокие показатели по этому параметру были и в агрофитоценозах с чинной к-287 при посеве в одном ряду. В этом варианте посева содержание белка в зеленой массе колебалось по годам от 14,4 до 14,5%.

Компонентный анализ морфо-биологических и хозяйственных признаков чины выявил три основных фактора, доля их дисперсии равнялась 75% (рис. 5). *Первый фактор* можно интерпретировать как фактор продуктивности зеленой массы, в нем оказались взаимосвязанными признаки продолжительности фаз вегетационного периода, числа ветвей второго порядка, ширины среднего листа, размеров боба и содержания белка в зеленой массе. *Второй фактор* включал

(удлиненности вегетативных органов) – длину листа, междоузлия и растения. *В третьем факторе* (продуктивности семян) объединились признаки: число бобов на растение, вес бобов и толщина боба. Выявленные корреляционные плеяды показывают, что продуктивность зеленой массы чины посевной в наших опытах зависит от продолжительности фазы посев-укозная спелость (начало налива бобов), числа ветвей и ширины листьев. Растения, накапливающие большую зеленую массу, отличаются высоким содержанием белка в ней. Семенная продуктивность у данного вида связана с числом бобов и весом семян. Высокородные растения чины характеризуются длинными междоузлиями и удлиненными листочками. Следует отметить, что продуктивность зеленой массы не зависит от длины растения.

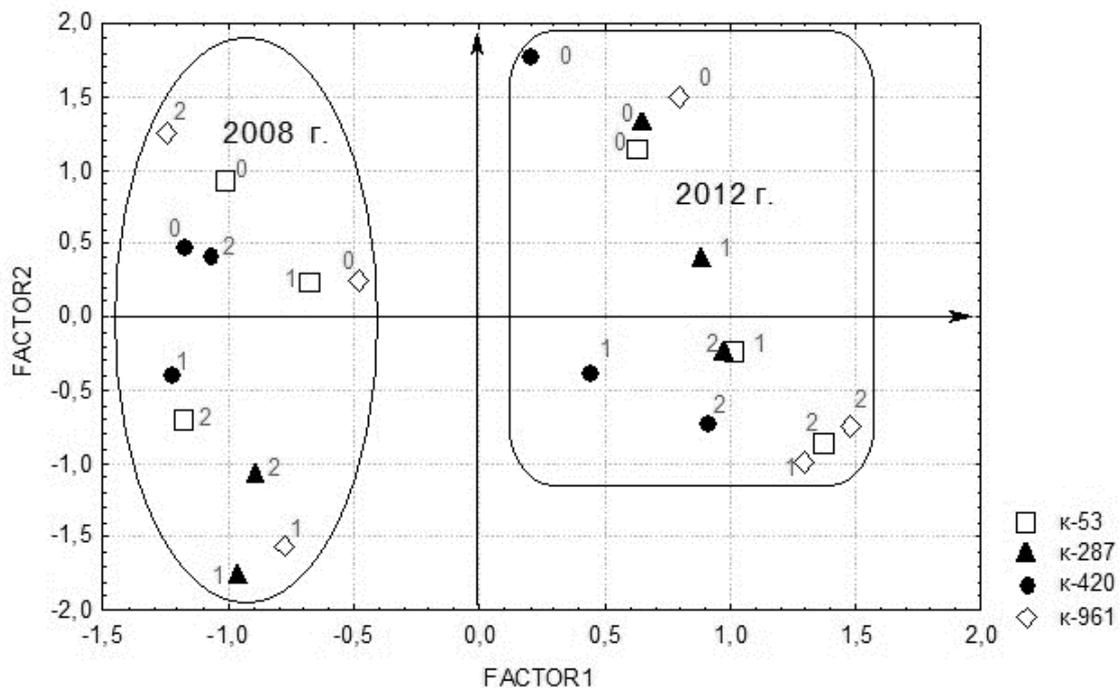


Рис. 5.1. Расположение образцов чины посевной в пространстве двух факторов

Схема посева: 0 – чистый посев чины посевной, 1 – посев чины с суданской травой через ряд, 2 – посев чины с суданской травой в одном ряду. Эколого-географические группы чины: к-53 – среднеазиатская, к-287 – среднеевропейская, к-420 – средиземноморская, к-961 – закавказская

Fig. 5.1. Distribution of grass pea accessions in the system of PC1 and PC2

Sowing scheme: 0 – monospecies seeding of grass pea, 1 – multispecies crop seeding of grass pea with Sudan grass in alternate rows, 2 – multispecies crop seeding of grass pea with Sudan grass in one row The eco-geographical group ranks: k-53 – Central Asian group k-287 – Central European group, k-420 – Mediterranean Group, k-961 – Transcaucasian group

Анализируя расположение изученных образцов чины посевной в пространстве первых двух факторов можно увидеть, что как и в случае с суданской травой, во всех исследуемых агрофитоценозах в 2012 г. образцы имеют более высокие показатели продуктивности зеленой массы. Лучшими по этому признаку были образцы среднеевропейской (к-287), средиземноморской (к-420) и закавказской групп (к-961). Наибольшие значения продуктивности отмечались в агрофитоценозе при посеве через ряд у чины (к-287), средняя продуктивность зеленой массы равнялась 105,2 г

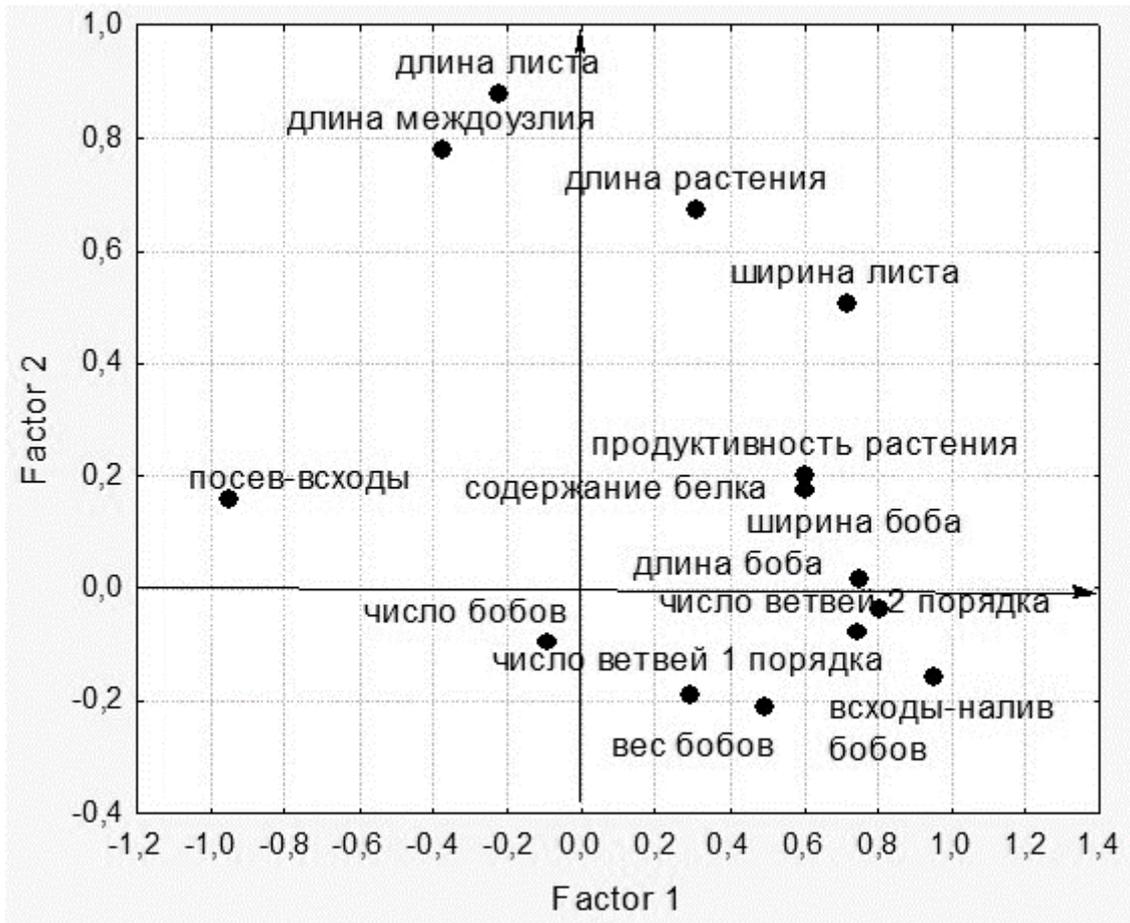


Рис. 5.2. Расположение признаков чины посевной в пространстве двух факторов

Fig. 5.2. Distribution of grass pea characters in the system of PC1 and PC2

В благоприятный для роста и развития 2012 г. наблюдалось также значительное повышение белка в зеленой массе. Самыми высокими показателями отличались образцы чины посевной из вариантов с посевом через ряд с компонентами из закавказской, средиземноморской и среднеевропейской групп, среднее содержание белка в их зеленой массе равнялось соответственно 24,5, 23,4 и 22,3%. Причем содержание белка в зеленой

массе чины было выше во всех бинарных посевах, чем в одновидовых. В 2008 году только в смешанных посевах через ряд у образцов чины к-420 и к-287 показатели продуктивности зеленой массы были выше, чем в одновидовых посевах. Во всех других вариантах наблюдалось снижение урожайности зеленой массы. Определенных взаимосвязей между типом агрофитоценоза и содержанием белка в зеленой массе чины посевной в наших исследованиях 2008 года

выявлено не было. Для проверки достоверности влияния способа посева и компонента (эколого-географической группы образцов чины) на изученные нами признаки суданской травы был проведен **многофакторный дисперсионный анализ** (табл. 3).

Таблица 3. Результаты многофакторного дисперсионного анализа по выявлению ассоциации между изменчивостью морфологических, хозяйственно ценных признаков суданской травы и способом посева, составом агрофитоценоза и годом репродукции
Table 3. The results of ANOVA (multifactor analysis of variance) to identify the association between the variability of morphological, agronomic characters of Sudan grass and the seeding method, composition of agrophytocenoses and reproduction year

Факторы	Df	SS	MS	F	p	SS	MS	F	p
		<i>Продуктивность растения</i>				<i>Длина растения</i>			
Эколого-географическая группа чины	3	2027,5	675,8	4,3	0,03	918,2	306,1	3,6	0,05
Способ посева	1	868,0	868,0	5,5	0,04	325,8	325,8	3,9	0,07
Год репродукции	1	12025,4	12025,4	76,13	0,03×10⁻⁵	3640,9	3640,9	43,3	0,04×10⁻³
Остаточная изменчивость	11	1737,6	158,0			924,6	84,1		
Общая изменчивость	17	16658,6				5934,6			
		<i>Число узлов на растение</i>				<i>Длина среднего междоузлия</i>			
Эколого-географическая группа чины	3	0,1	0,2×10 ⁻¹	0,2	0,92	17,5	5,8	1,7	0,22
Способ посева	1	0,3	0,3	3,2	0,10	3,6	3,6	1,1	0,33
Год репродукции	1	54,1	54,1	570,6	0,08×10⁻⁹	11,7	11,7	3,4	0,09
Остаточная изменчивость	11	1,0	0,1			37,8	3,4		
Общая изменчивость	17	55,5				70,8			
		<i>Диаметр среднего междоузлия</i>				<i>Длина среднего листа</i>			
Эколого-географическая группа чины	3	0,4×10 ⁻¹	0,1×10 ⁻¹	0,7	0,56	24,5	8,2	5,4	0,02
Способ посева	1	0,1×10 ⁻¹	0,1×10 ⁻¹	0,6	0,47	30,9	30,9	20,4	0,09×10⁻²
Год репродукции	1	0,2	0,2	11,1	0,01	226,9	226,9	149,6	0,09×10⁻⁷
Остаточная изменчивость	11	0,2	0,2×10 ⁻¹			16,7	1,5		
Общая изменчивость	17	0,4				299,6			
		<i>Ширина среднего листа</i>				<i>Число листьев на растении</i>			
Эколого-географическая группа чины	3	1,1	0,4	2,3	0,14	0,4	0,1	0,04×10 ¹	1,0
Способ посева	1	0,4	0,4	2,2	0,16	0,1	0,1	0,03×10 ¹	0,96
Год репродукции	1	3,2	3,2	18,8	0,01×10⁻¹	9,68	9,68	0,29	0,60
Остаточная изменчивость	11	1,9	0,2			373,1	33,9		
Общая изменчивость	17	6,7				742,4			

SS – сумма квадратов, MS – среднее квадратичное отклонение, F – значение критерия Фишера, p – уровень значимости, df – числа степеней свободы

SS – Sum of squares, MS – Mean square, F – test, value of Fisher's exact test, p – significance level, df – degrees of freedom

Таблица 4. Результаты многофакторного дисперсионного анализа по выявлению ассоциации между изменчивостью морфологических, хозяйственно ценных признаков чины посевной и способом посева, составом агрофитоценоза и годом репродукции
Table 4. The results of ANOVA (multifactor analysis of variance) to identify the association between the variability of morphological, agronomic characters of grass pea and the seeding method, composition of agrophytocenoses and reproduction year

Факторы	Df	SS	MS	F	р	SS	MS	F	р
					<i>Продуктивность растения</i>				
					<i>Длина растения</i>				
Эколого-географическая группа чины	3	329,2	109,7	0,4	0,79	1389,7	463,2	1,0	0,43
Способ посева	2	1618,7	809,4	2,6	0,10	4353,0	2176,5	4,6	0,03
Год репродукции	1	3351,0	3351,0	10,9	0,05×10⁻¹	301,2	301,2	0,6	0,44
Остаточная изменчивость	16	4935,2	308,5			7571,6	473,2		
Общая изменчивость	22	10222,4				13164,1			
					<i>Число ветвей второго порядка на растении</i>				
					<i>Длина среднего листа</i>				
Эколого-географическая группа чины	3	5,3	1,8	2,1	0,14	1,7	0,6	0,4	0,76
Способ посева	2	0,5	0,2	0,3	0,76	11,1	5,6	3,8	0,04
Год репродукции	1	21,2	21,2	25,2	0,01×10⁻⁵	3,3	3,3	2,3	0,15
Остаточная изменчивость	16	13,4	0,8			23,2	1,5		
Общая изменчивость	22	42,1				40,7			
					<i>Ширина среднего листа</i>				
					<i>Число бобов на растении</i>				
Эколого-географическая группа чины	3	2,6	0,8	0,7	0,59	262,2	87,4	3,6	0,04
Способ посева	2	10,8	5,4	4,1	0,04	51,7	25,8	1,1	0,37
Год репродукции	1	18,3	18,3	13,7	0,02×10⁻¹	0,3×10 ⁻¹	0,3×10 ⁻¹	0,01×10 ⁻¹	0,97
Остаточная изменчивость	16	21,3	1,3			391,2	24,5		
Общая изменчивость	22	49,8				710,3			
					<i>Вес бобов с растения</i>				
					<i>Длина среднего междоузлия</i>				
Эколого-географическая группа чины	3	289,1	96,4	2,4	0,1	4,0	1,3	1,1	0,37
Способ посева	2	17,2	8,6	0,2	0,8	16,9	8,5	7,0	0,01
Год репродукции	1	621,3	621,3	15,3	0,01×10⁻¹	7,9	7,9	6,6	0,02
Остаточная изменчивость	16	649,2	40,6			19,3	1,2		
Общая изменчивость	22	1580,5				50,6			
					<i>Длина боба</i>				
					<i>Ширина боба</i>				
Эколого-географическая группа чины	3	0,7	0,3	1,7	0,2	0,1	0,3×10 ⁻¹	2,8	0,07
Способ посева	2	0,2	0,1	0,7	0,5	0,2×10 ⁻¹	0,1×10 ⁻¹	1,2	0,34
Год репродукции	1	3,6	3,6	24,7	0,01×10⁻²	0,2	0,2	14,3	0,02×10⁻¹
Остаточная изменчивость	16	2,3	0,2			0,2	0,01		
Общая изменчивость	22	7,2				0,5			

SS – сумма квадратов, MS – среднее квадратичное отклонение, F – значение критерия Фишера, р – уровень значимости, df – числа степеней свободы

SS – Sum of squares, MS – Mean square, F – test, value of Fisher's exact test, p – significance level, df – degrees of freedom

Анализ выявил существенное влияние способа посева, состава агрофитоценоза (принадлежности компонента агрофитоценоза к определенной эколого-географической группе), года репродукции (погодных условий) на продуктивность зеленой массы суданской травы и содержание белка в зеленой массе. Также способ посева достоверно влиял на длину среднего листа. Кроме того, на длину растения и листа достоверно действовали погодные условия и совместное произрастание с определенной эколого-географической группой чины. Изменчивость числа узлов на растении, ширины среднего листа и диаметра междоузлия были связаны только с годом репродукции. Изменчивость остальных признаков не зависела от изученных факторов.

Многофакторный дисперсионный анализ признаков чины посевной показал, что достоверное различие между растениями в агрофитоценозах, сформированных из образцов разных эколого-географических групп, наблюдается только по числу бобов на растении (табл. 4.). На продуктивность зеленой массы и содержание в ней белка, число ветвей второго порядка, вес бобов с растения, длину и ширину боба достоверно влияли только погодные условия. Ширина среднего листа и длина среднего междоузлия зависели от двух факторов: способа посева и метеорологических условий. Длина растения зависела от способа посева.

Заключение

Суммируя результаты проведенного изучения, можно сказать, что в сформированных нами агрофитоценозах наблюдалось достоверное влияние способа посева и эколого-географической группы чины на накопление зеленой массы и белка в суданской траве. На продуктивность зеленой массы чины посевной существенное воздействие оказывали индивидуальные качества генотипов, их принадлежность к определенной эколого-географической группе и погодные условия. Продолжительность фенологических фаз была взаимосвязана с метеорологическими условиями. Зависимости между длиной межфазных периодов и возделыванием растений в различных вариантах агрофитоценозов выявлено не было.

Культивирование чины посевной и суданской травы в 2-видовых посевах стимулировало рост растений и вызывало удлинение их стеблей, но не сказывалось на продуктивности зеленой массы чины.

Как показало изучение изменчивости структуры взаимосвязей признаков, продуктивность зеленой массы у суданской травы в высокой степени коррелировала с числом узлов на стебле, с длиной и шириной листа, у чины посевной – с числом ветвей второго порядка и шириной листа. Содержание белка в зеленой массе суданской травы было отрицательно связано с длиной и диаметром среднего междоузлия, у чины посевной положительно коррелировало с продуктивностью зеленой массы.

Для большинства изученных образцов было установлено увеличение длины растения и повышение содержания белка в зеленой массе при применении технологии совместного посева. Во всех вариантах посевов было определено положительное влияние чины посевной на содержание белка в суданской траве. Наибольшее повышение содержания белка в зеленой массе отмечено при смешанном посеве суданской травы с чинной посевной из закавказской эколого-географической группы (к-961). У чины этот показатель достигал 24,5%, у суданской травы – 16,8%. Самая высокая продуктивность зеленой массы наблюдалась в 2012 г. в смешанном посеве в одном ряду с чинной из средневропейской группы (к-287) и через ряд с чинной из закавказской группы (к-961). Среднее значение массы одного растения в варианте агрофитоценоза с чинной к-287 равнялось 105,2 г, у суданской травы – 100,9 г, что превышало соответствующие показатели в чистом посеве 49,0 и 98,5 г. Содержание белка в зеленой массе чины к-287 равнялось 22,3%, у суданской травы – 13,0%.

По комплексу признаков во все годы исследования лучшей ценотической совместимостью характеризовался опыт смешанного посева суданской травы (к-9916) с чинной средневропейской группы (к-287).

Данные образцы можно рекомендовать для формирования экологически устойчивого агрофитоценоза и как перспективные кормовые культуры для возделывания на зеленый корм в условиях Северо-Западного региона.

References/Литература

1. *Burlyayeva M. O., Nikishkina M. A.* The experience of the introduction of some species of the genus *Lathyrus* L. in the Leningrad region (Опыт интродукции некоторых видов рода *Lathyrus* L. в Ленинградской области). *Materialy mezhd. konf. «Kormoproizvodstvo v usloviyah severa: problemy i puti ih resheniya» – Materials Intl. Conf. "Forage Production in the North: problems and solutions"*, Petrozavodsk, 2007, pp. 138–143 [in Russian] (*Бурляева М. О., Никушкина М. А.* Опыт интродукции некоторых видов рода *Lathyrus* L. в Ленинградской области // *Материалы межд. конф. «Кормопроизводство в условиях севера: проблемы и пути их решения»*. Петрозаводск, 2007. С. 138–143).
2. *Calegari A., Darolt M. R., Ferro M.* Towards sustainable agriculture with a no-tillage system // *Advances in GeoEcology*, 1998, vol. 31, pp. 1205–1209.
3. *Tsoi I. V.* The main questions of cultivation of maize and other annual forage crops in the steppe of the Volga region (Osnovnye voprosy vozdel'vaniya kukuruzy i drugih odnoletnih kormovykh kul'tur v stepnykh rajonakh Povolzh'ja) // *Avtoref. diss. ...dokt. s.-h. nauk – Avtoref. ...doktor. s.-kh. nauk, Saratov*, 1971, 47 p. [in Russian] (*Цой И. В.* Основные вопросы возделывания кукурузы и других однолетних кормовых культур в степных районах Поволжья // *Автореф. дисс. ...докт. с.-х. наук. Саратов*, 1971. 47 с.).
4. *Ermakov A. I., Arasimovich V. V., Jarosh N. P.* et al. *Methods of biochemical research in plants. (Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij)*. Leningrad: Agropromizdat, 1987, 430 p. [in Russian] (*Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П.* и др. *Методы биохимического исследования растений*. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.).
5. *Grain legumes.* // *Handbook on Plant Breeding / Ed. Ron A. M., no. 10.* Springer-Verlag New York, 2015, 437 p.
6. *Jensen E. S., Hauggard-Nielsen H. K. J., Andersen M. K.* et al. The practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. // In: *Researching Sustainable Systems*. Bonn, 2005. pp. 22–25
7. *Kinane J., Lyngkjer M.* Effect of barley-legume intercrop on disease frequency in an organic farming system // *Plant protect. Sci*, 2002, vol. 38, pp. 227–231.
8. *Radchenko E. V.* Formation of highly agrophytocenoses grass pea in mono- and mixed sowing on humus of the Saratov Pravoberezhya region (Sozdanie vysokoproduktivnykh agrofitocenozov chiny posevnoj v chistykh i smeshannykh posevah na chernozemakh Saratovskogo Pravoberezh'ja) // *Avtoref. diss. ...kand s.-h. nauk. – Avtoref. ...kand. s.-kh. nauk, Saratov*, 2007, 47 p. [in Russian] (*Радченко Е. В.* Создание высокопродуктивных агрофитоценозов чины посевной в чистых и смешанных посевах на черноземах Саратовского Правобережья // *Автореф. дисс. ...канд с.-х. наук. Саратов*, 2007. 47 с.).
9. *Shevtsova L. P.* Formation of highly agrophytocenoses grain legumes in arid Volga region (Formirovanie vysokoproduktivnykh agrofitocenozov zernovykh bobovykh kul'tur v zasushlivom Povolzh'e) // *Avtoref. diss. ...dokt. s.-h. nauk – Avtoref. ...doktor. s.-kh. nauk, Saratov*, 2000, 46 p. [in Russian] (*Шевцова Л. П.* Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов зерновых бобовых культур в засушливом Поволжье // *Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Саратов*, 2000. 46 с.).
10. *Vishnyakova M. A., Buravtseva T. A., Bulyntsev S. V., Burlyayeva M. O., Semenova E. V., Seferova I. V., Aleksandrova T. G., Jankov I. I., Egorova G. P., Gerasimova T. V., Drugova E. V.* The collection of the world's genetic resources of grain legumes in VIR: replenishment, preservation and study. *Methodological guidance directory. VIR (Kollekcija mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie. Metodicheskie ukazaniya. VIR)*. St. Petersburg, 2010, 141 p. [in Russian] (*Вишнякова М. А., Буравцева Т. А., Булынцева С. В., Бурляева М. О., Семенова Е. В., Сеферова И. В., Александрова Т. Г., Яньков И. И., Егорова Г. П., Герасимова Т. В., Другова Е. В.* Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания. СПб., 2010. 141 с.).

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-31-37

УДК 634.7: 581.1 (470.621)

АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПЛОДОНОЖЕК ЕЖЕВИКИ И МАЛИНЫ В СВЯЗИ С КАЧЕСТВОМ ЯГОД

**Е. А. Добренков,
Л. Г. Семенова,
Е. Л. Добренкова**

Филиал Майкопская
опытная станция
Федерального
исследовательского центра
Всероссийского института
генетических ресурсов
растений
имени Н. И. Вавилова,
385746,
Россия, Республика Адыгея,
Майкоп, п/о Шунтук,
п. Подгорный,
ул. Научная, д. 12,
e-mail: dobrenkov72@mail.ru

Ключевые слова:

*ежевика, малина, плодо-
ножки, анатомическая
структура, качество ягод*

Актуальность. В южных регионах России, у некоторых образцов ежевики и малины наблюдается образование недоразвитых и фасцированных ягод. Интерес представляет анатомическое строение плодоножки, которая является транспортным звеном, ответственным за передвижение воды и питательных веществ к генеративным органам. **Материал и методы.** В изучение вошли 3 сорта ежевики и 13 сортов малины. В фазу созревания с разнокачественных ягод отделяли плодоножки, которые фиксировали в 70% спирте и глицерине. С помощью микротома получены поперечные срезы средней части плодоножек. Срезы окрашивали водным раствором сафранина. Повторность 10–15-кратная. Постоянные препараты готовили на глицерин-желатине. Просмотр срезов и измерения проведены с помощью микроскопа МЛ-2 при увеличении 10×15 . Измеряли толщину каждого слоя тканей, описывали их особенности. В проводящих пучках в поле зрения микроскопа подсчитывали число ситовидных трубок флоэмы и сосудов ксилемы, измеряли их диаметр. За контроль были приняты плодоножки хорошо развитых ягод. **Результаты и выводы.** При анализе анатомической структуры плодоножек недоразвитых ягод по сравнению с контролем обнаружено уменьшение толщины механических тканей (колленхимы и склеренхимы), отмечено сужение диаметра сердцевины за счет измельчения паренхимных клеток, выявлена меньшая толщина флоэмы и ксилемы, сужение и уменьшение числа ситовидных трубок и сосудов. У плодоножек фасцированных ягод ежевики 'Thornfree' ткани менее развиты, чем у контрольных, за исключением утолщенного слоя склеренхимы и большего числа открытых ситовидных трубок. Образцы малины проявляли сортовые особенности. Представленные различия в анатомической структуре плодоножек у разнокачественных ягод являются одной из причин снижения товарного качества продукции.

IDENTIFICATION OF THE DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES FOR SOLVING FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-31-37

ANATOMICAL STRUCTURE OF BLACKBERRY AND RASPBERRY FRUITSTALKS IN CONNECTION WITH THE QUALITY OF THE BERRIES

**E. A. Dobrenkov,
L. G. Semenova,
E. L. Dobrenkova**

Maikop Experiment Station,
branch of Federal
State Budgetary
Scientific Institution
“Federal Research Center
the N.I. Vavilov
All-Russian Institute of Plant
Genetic Resources”,
Nauchnaya Street, 12,
p/o Shuntuk,
Podgorny Settlement,
Republic of Adygea,
Maikop, Russia 385746,
e-mail: dobrenkov72@mail.ru

Key words:

*blackberry, raspberry,
fruitstalk, anatomical structure,
fruit quality*

Background. In the southern regions of Russia, some accessions of blackberry and raspberry are observed to form underdeveloped and fasciated berries. Of interest is the anatomy of the fruitstalk which is the main transport link responsible for the transfer of water and nutrients to generative organs. **Materials and methods.** The study encompassed 3 varieties of blackberry and 13 varieties of raspberry. During the maturation phase, berries of different quality were separated from fruitstalks which were fixed in 70%-alcohol and glycerin. With the help of a microtome, transverse sections of the middle part of the stalks were made. The sections were stained with aqueous solution of safranin. There were 10-15 replications. Permanent slides were prepared with glycerol-gelatin. Scans of the cuts and measurements were performed with a microscope ML-2 at magnification 10×15. The thickness of each layer of tissues was measured, and their features were described. In conducting bundles within the microscope's span, the number of sieve tubes of the phloem and xylem vessels was counted, and their diameter was measured. Fruitstalks of well-developed berries were taken as the reference. **Results and conclusion.** Analyzing the anatomical structure of fruitstalks of underdeveloped berries against the reference showed a decrease in the thickness of mechanical tissues (collenchyma and sclerenchyma). All varieties included in the experiment demonstrated narrowing of the diameter of the core at the expense of diminished parenchyma cells. Phloem and xylem thickness appeared to be less, while sieve tubes and vessels were narrower and fewer in number. The fruitstalk tissues of fasciated berries of the blackberry var. Thornfree were developed less than in the reference, except for the thickened layer of sclerenchyma and greater number of open sieve tubes. Raspberry accessions expressed their varietal characteristics. The presented differences in the anatomical structure of fruitstalks taken from berries of various quality are one of the causes of a decreased commercial quality of the products.

Введение

В южных районах садоводства под влиянием засухи и высоких температур воздуха в период вегетации плодовых культур наблюдается измельчание плодов, изменение их окраски, фасцирование, «запекание», преждевременное созревание, образование недоразвитых плодов, что определяет снижение продуктивности и товарного качества продукции. Морфологические и анатомические признаки растений являются отражением взаимодействия организма со средой обитания. Интерес представляет анатомическое строение плодоножки, которая является транспортным звеном, ответственным за передвижение воды и питательных веществ к генеративным органам. Характер изменений в плодоножках под влиянием погодных стрессоров был исследован ранее на сливе, алыче, землянике, смородине черной и красной (Goncharova, Dobrenkova, 1981; Dobrenkova, 1989; Semyenova, Vzheceva, 2003; Eremin et al., 2008).

Целью наших исследований был анализ особенностей структуры плодоножек у разнокачественных ягод ежевики и малины.

Материалы и методы

В исследование (2008–2010 гг.) были включены 3 сорта ежевики и 13 сортов малины (табл. 1, 2). Полевое изучение образцов приводили по общепринятым методикам (The program and methods of variety trials of fruit, berry and nut crops, 1999). Плод (ягода) малины и ежевики – сборная костянка. Каждая из многочисленных костянок покрыта кожицей (экзокарпий), под которой находится мякоть (сочный мезокарпий) и маленькая косточка (каменистый эндокарпий) с семенем. Недоразвитые ягоды формируют всего 2–5 сочных костянок, остальные засыхают (Semyenova, Dobrenkov, 2001). В некоторые годы образуется значительное количество некачественных ягод в виде двух сросшихся (фасцированных), и особенно часто это встречается у сортов малины. В конце фазы созревания у нормально развитых, недоразвитых и фасцированных ягод (отбор проводили с 3–5-ти растений в один день) отделяли плодоножки, которые фиксировали в 70% спирте

и глицерине (фиксатор Корнуа; 6:1). С помощью микротомы получали по 2–3 поперечных среза средней части 10–15-ти плодоножек каждого варианта опыта. Срезы окрашивали водным раствором сафранина. Постоянные препараты готовили по методике М. Н. Прозиной, используя глицерин-желатин (Prozina, 1960). Просмотр срезов и измерения проведены с помощью микроскопа МЛ-2 при увеличении 10×15 . Измеряли толщину каждого слоя тканей, описывали их особенности, в проводящих пучках подсчитывали число ситовидных трубок флоэмы и сосудов ксилемы, замеряли их диаметр (Zhestyanikova, Moskaleva, 1981). За контроль были приняты плодоножки хорошо развитых ягод.

Результаты и обсуждение

Плодоножки ежевики и малины на поперечном срезе имеют округлую форму и состоят из таких тканей как эпидерма, колленхима, паренхима коры и сердцевина. Слагающими элементами проводящего пучка (от периферии среза плодоножки к центру) являются вторичная флоэма, камбий, вторичная и первичная ксилема. Над флоэмой располагается склеренхима. Полученные результаты изучения особенностей анатомической структуры плодоножек у разнокачественных плодов ежевики и малины представлены в таблицах 1 и 2. У хорошо развитых ягод ежевики толщина эпидермального слоя плодоножки составляла около 10 мкм, а у малин – колебалась от 7,1 ('Гусар') до 9,2 мкм ('Magnific Delbard').

Колленхима у сорта ежевики 'Black Satin' была развита слабее (69,2 мкм) по сравнению с сортами 'Oregon Thornless' (81,2) и 'Thornfree' (83,2 мкм). У сортов малины этот показатель был ниже и изменялся от 27,3 ('Lloyd George') до 50–59 мкм ('Ремонтантная', 'Magnific Delbard', 'Malling Promise', 'Спутница', 30-178-1). Самый узкий слой коровой паренхимы был обнаружен у сорта малины 'Беглянка' (64 мкм), относительно широкий – у сортов 'Гусар', 'Рубиновое ожерелье' (191 мкм), 'Оранжевое чудо' (193 мкм). У изучаемых сортов ежевики паренхима коры имела толщину 101–132 мкм. Диаметр сердцевин у плодоно-

жек хорошо развитых ягод ежевики в зависимости от сорта составлял от 413 ('Oregon Thornless') до 501 мкм ('Thornfree'), малины – от 242 ('Ремонтантная') до 499 мкм ('Рубиновое ожерелье').

Над первичной флоэмой располагался слой механической ткани – склеренхима, толщина которого варьировала в пределах 38 (малина 'Olaphe') – 66 мкм (ежевика 'Thornfree').

При анализе структуры плодоножек недоразвитых ягод обнаружено уменьшение толщины механических тканей (колленхимы и склеренхимы). А у ежевики 'Oregon Thornless', малин 'Гусар', 'Magnific Delbard' образуется и более тонкий эпидермальный слой. У всех сортов, вошедших в опыт, отмечено сужение диаметра сердцевины за счет измельчания паренхимных клеток (см. табл. 1).

В фазе созревания плодов в проводящих пучках ежевики и малины ксилема развита сильнее флоэмы (см. табл. 1 и 2). Аналогичные результаты получены ранее на сливе, алыче (Eremin et al., 2008), смородине черной и красной (Semyenova, Vzhesceva, 2003). Погодные стрессоры (засуха, жара) вызывают сдвиги обмена веществ в клетках. Это приводит к изменениям в развитии тканей и органов, в том числе и плодоножки, отрицательно отражаясь на поступлении необходимых питательных веществ в ягоды и семена. В нашем опыте особый интерес представляли различия в структуре проводящих пучков плодоножек у разнокачественных ягод в фазу созревания. Следует заметить, что часть ситовидных трубок флоэмы были закупорены или утолщены. Это может быть связано с завершением фазы созревания ягод. Подобное было обнаружено ранее у смородины (Semyenova, Vzhesceva, 2003). Результаты исследований показали (см. табл.1), что в плодоножках недоразвитых ягод толщина флоэмы и ксилемы заметно уменьшается. В этих тканях обнаружено пониженное число ситовидных трубок и сосуды с более узким средним диаметром. Кроме того, у ежевики 'Black Satin', сортов малины 'Гусар', 'Magnific Delbard', 'Ремонтантная', 'Спутница' был менее развит и камбиальный слой, по сравнению с контролем.

Выявленные отклонения, как мы считаем, являются одной из причин недоразвитости ягод изучаемых культур.

Результаты изучения структуры плодоножек фасцированных ягод представлены в таблице 2. У плодоножек фасцированных ягод ежевики 'Thornfree' в основном все ткани были развиты слабее, чем у контрольных. Исключение составляли утолщенный слой склеренхимы (контроль – 57, опыт – 92 мкм), а во флоэме в поле зрения микроскопа обнаружено большее число открытых ситовидных трубок (контроль – 19, опыт – 25 шт.). В структуре плодоножек аналогичных ягод малины проявлялись сортовые особенности. Так, у сорта 'Беглянка' выявлено разрастание эпидермы, коровой паренхимы, камбиальной зоны, флоэмы и ксилемы, большее число и диаметр открытых ситовидных трубок и сосудов. Если у одних сортов малины ('Беглянка', 'Метеор', 'Malling Promise', 30-178-1) эпидермальный слой был более развит по сравнению с контрольными плодоножками, то у других ('Lloyd George', 'Olaphe', 'Оранжевое чудо', 'Рубиновое ожерелье') – слабее. Сорта 'Метеор' и 'Оранжевое чудо' имели утолщенный слой колленхимы, а 'Malling Promise' и 30-178-1 – слой коровой паренхимы. Если у таких сортов как 'Lloyd George', 'Метеор', 'Malling Promise' склеренхима развивалась слабо, то у сортов 'Olaphe', 'Оранжевое чудо', 'Рубиновый кулон' и 30-178-1 – более мощно. Различные отклонения от контроля отмечали по сортам и в проводящих пучках.

Необходимо отметить, что для плодоножек фасцированных ягод всех изученных сортов малины и для ежевики 'Thornfree' было характерно сужение диаметра сердцевины за счет измельчания паренхимных клеток и уменьшения межклетников.

Заключение

Полученные результаты о специфике анатомической структуры плодоножек у различающихся по своему развитию ягод ежевики и малины представляют теоретический и практический интерес как для познания процесса плодообразования, так и оценки товарных качеств продукции.

Таблица 1. Анатомическая структура плодоножек у разнокачественных ягод ежевики и малины, 2008 г.
Table 1. Anatomical structure of fruitstalks in blackberries and raspberries of different quality, 2008

Сорт	Вариант*	Толщина слоя, мкм				Флоэма			Толщина камбия, мкм	Ксилема			Диаметр сердцевины, мкм
		эпидермис	колленхима	коровая паренхима	склеренхима	толщина слоя, мкм	ситовидные трубки			толщина слоя, мкм	сосуды		
							количество, шт.	диаметр, мкм			количество, шт.	диаметр, мкм	
Е ж е в и к а													
Black Satin	1	10,2	69,2	127,1	50,6	67,7	36	6,1	15,2	81,5	38	10,1	476,9
	2	10,1	56,1	81,0	47,7	46,5	14	5,3	12,7	65,3	27	8,2	457,8
Oregon Thornless	1	10,1	81,2	132,3	61,2	56,2	28	7,1	10,2	81,5	37	10,2	413,2
	2	6,2	61,4	91,4	45,9	40,8	25	6,9	10,1	56,2	36	8,1	203,3
Thornfree	1	10,1	83,2	123,9	66,1	57,3	31	7,9	15,4	87,4	44	9,1	500,6
	2	9,9	63,0	87,9	44,5	54,8	17	6,5	15,2	78,0	27	8,7	341,9
М а л и н а													
Алый парус	1	8,3	34,8	171,4	53,0	61,5	24	6,0	24,4	58,0	33	8,5	318,0
	2	7,9	30,4	158,6	49,9	53,0	19	5,5	24,4	55,1	28	7,4	305,7
Гусар	1	7,1	48,5	190,7	56,3	58,1	17	4,2	7,3	86,7	32	11,4	269,7
	2	5,1	22,5	101,3	50,1	39,6	–	–	5,3	76,0	–	–	203,0
Magnific Delbard	1	9,2	55,1	175,3	56,9	45,9	16	6,2	16,3	66,3	38	8,6	430,6
	2	5,7	22,5	173,5	53,0	44,9	14	5,7	9,7	60,4	34	7,9	241,7
Ремонтантная	1	9,0	50,4	152,1	61,7	56,0	22	7,3	17,5	66,3	30	10,1	242,1
	2	10,1	45,9	127,5	50,7	30,5	12	6,0	15,3	45,9	22	8,1	101,8
Спутница	1	7,8	33,6	124,2	43,7	44,7	21	8,7	16,1	84,5	26	5,7	251,9
	2	7,1	20,3	101,8	40,3	36,0	11	4,5	14,1	70,9	19	5,0	214,1

*1 – зрелые нормально развитые ягоды; 2 – зрелые недоразвитые ягоды

Таблица 2. Особенности анатомической структуры плодоножек фасцированных ягод малины и ежевики, 2010 г.
Table 2. Features of the fruitstalk anatomical structure in fasciated raspberries and blackberries, 2010

Сорт	Вариант*	Толщина слоя, мкм				Флоэма			Толщина камбия, мкм	Ксилема			Диаметр сердцевин, мкм
		эпидермис	колленхима	коровая паренхима	склеренхима	толщина слоя, мкм	ситовидные трубки			толщина слоя, мкм	сосуды		
							количество, шт.	диаметр, мкм			количество, шт.	диаметр, мкм	
Е ж е в и к а													
Thornfree	1	9,4	75,5	101,0	56,8	61,9	19	6,5	15,2	77,8	32	10,7	436,0
	2	6,7	60,6	70,8	91,7	45,8	25	6,9	10,1	55,9	31	10,1	212,2
М а л и н а													
Беглянка	1	7,9	38,7	164,3	43,9	40,8	14	2,6	13,7	76,3	22	5,5	274,2
	2	9,2	37,6	141,7	43,9	59,2	23	5,5	19,4	79,6	31	9,2	215,3
Lloyd George	1	5,3	27,3	140,0	38,8	62,2	23	2,6	8,7	87,7	35	6,3	237,1
	2	4,9	24,9	92,7	31,7	60,1	22	2,9	9,2	77,9	26	6,0	112,0
Метеор	1	5,6	39,8	151,0	53,0	53,0	15	5,3	14,7	120,4	29	8,2	313,1
	2	8,8	50,4	139,7	41,8	68,3	15	5,5	11,2	104,0	24	7,3	296,6
Malling Promise	1	5,1	49,9	116,1	64,9	80,4	16	2,2	9,8	111,4	34	8,6	243,1
	2	7,8	51,0	153,0	62,8	70,4	20	2,1	11,2	113,3	41	8,3	236,6
Olaphе	1	6,6	43,9	128,5	37,7	58,1	18	4,9	10,2	69,4	50	2,6	285,6
	2	5,0	40,0	96,3	46,0	60,2	25	2,3	11,4	70,8	29	6,4	133,2
Оранжевое чудо	1	9,4	28,5	192,8	53,1	64,3	13	2,8	9,8	112,2	17	8,0	496,7
	2	7,7	58,1	152,0	57,1	58,1	12	2,5	9,8	117,3	34	11,6	458,0
Рубиновое ожерелье	1	9,2	32,6	190,8	40,8	74,5	23	5,8	10,1	102,0	27	7,5	498,7
	2	8,3	22,5	167,0	49,1	53,8	15	2,2	9,6	89,0	14	10,0	474,3
30 – 178 – 1	1	6,9	58,9	149,9	62,9	56,2	11	3,6	8,4	116,7	16	108	433,2
	2	7,9	57,7	168,7	65,3	64,3	14	7,9	6,9	135,4	21	12,1	374,1

*1 – нормально развитые ягоды; 2 – фасцированные ягоды

References/Литература

1. *Dobrenkova L. G.* Physiological and anatomical features of the productivity of strawberry plants under extreme temperature exposure // *Bulletin applied botany, genetics and plant breeding*, 1989, vol. 123, pp. 95–101 [in Russian] (*Добренкова Л. Г.* Физиолого-анатомические особенности продуктивности растений земляники при экстремальных температурных воздействиях // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 1989. Т. 123. С. 95–101).
2. *Eremín G. V., Semenova L. G., Gasanova T. A.* Physiological features of formation of adaptability, productivity and fruit quality in stone fruit crops in the foothill zone of Northwest Caucasus (*Fiziologicheskie osobennosti formirovaniya adaptivnosti, produktivnosti i kachestva plodov u kostochkovykh kul'tur v predgornoj zone Severo-Zapadnogo Kavkaza*). Майкоп, 2008. 210 p. [in Russian] (*Еремин Г. В., Семенова Л. Г., Гасанова Т. А.* Физиологические особенности формирования адаптивности, продуктивности и качества плодов у косточковых культур в предгорной зоне Северо-Западного Кавказа. Майкоп, 2008. 210 с.).
3. *Goncharova E. A., Dobrenkova L. G.* Functional role of anatomical changes in strawberries during adaptation to drought and salinization (*Funkcional'naya rol' anatomicheskix izmenenij u zemlyaniki pri adaptacii k zasuxe i zasoleniyu*) // *Bulletin applied botany, genetics and plant breeding*, 1981, vol. 71, iss. 1, pp. 100–108 [in Russian] (*Гончарова Э. А., Добренкова Л. Г.* Функциональная роль анатомических изменений у земляники при адаптации к засухе и засолению // *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.* 1981. Т. 71. Вып. 1. С. 100–108).
4. *Program and methodology of variety investigation of fruit, berry and nut crops.* Ed. Sedov E. N., Ogol'tsova T. P. (*Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orehoplodnykh kul'tur*). Orel: VNIISPК, 1999, 608 p. [in Russian] (*Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Седова Е. Н., Огольцовой Т. П.* Орел: ВНИИСПК. 1999. 608 с.).
5. *Prozina M. N.* Botanical micro-technology (*Botanicheskaya mikrotexnika*). M., 1960, pp. 101–104 [in Russian] (*Прозина М. Н.* Ботаническая микротехника. М., 1960. С. 101–104.).
6. *Semenova L. G., Bzheceva N. R.* Features the productivity of black and red currant in the conditions of Adygea (*Osobennosti produktivnosti smorodiny chernoj i krasnoj v usloviyax Adygei*). Майкоп, 2003. 143 p. [in Russian] (*Семенова Л. Г., Бжецева Н. Р.* Особенности продуктивности смородины черной и красной в условиях Адыгеи. Майкоп, 2003. 143 с.).
7. *Semenova L. G., Dobrenkov E. A.* Adaptation potential of BlackBerry in the Western foothills of the North Caucasus (*Adaptacionnyj potencial ezheviki v usloviyax Zapadnogo predgor'ya Severnogo Kavkaza*). Майкоп, 2001. 83 p. [in Russian] (*Семенова Л. Г., Добренков Е. А.* Адаптационный потенциал ежевики в условиях Западного предгорья Северного Кавказа. Майкоп, 2001. 83 с.).
8. *Zhestyanikova L. L., Moskaleva G. I.* Technique of anatomical studies of plants: methods of specifying (*Texnika anatomicheskix issledovanij rastenij: metodich. ukazaniya*). Leningrad, 1981, 65 p. [in Russian] (*Жестяникова Л. Л., Москалева Г. И.* Техника анатомических исследований растений: методические указания. Л., 1981. 65 с.).

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-38-46

УДК 635.1/8:631.53(575.2)

**СОВРЕМЕННЫЙ АРЕАЛ, ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ
ЛОХА ВОСТОЧНОГО (*ELAEAGNUS ORIENTALIS* L.)
И ПРОИСХОЖДЕНИЕ КУЛЬТУРНЫХ ФОРМ**

Х. К. Хайдаров

Узбекистан, Самаркандский
государственный университет
имени А. Навои,
140104,
Республика Узбекистан,
г. Самарканд
Университетский бульвар, 15
e-mail: haydarov@rambler.ru

Ключевые слова:

тугай, лох, популяция, Амударья, Сырдарья, полиморфный, плод, происхождение, биология, экология

Актуальность. В Узбекистане и других странах Центральной Азии произрастает ценное древесное растение – лох восточный (*Elaeagnus orientalis* L.) с очень крупными, вкусными и разнообразными по форме плодами, которые используются в различных отраслях народного хозяйства. **Объект.** Дикорастущие и культурные формы лоха восточного (*E. orientalis*). **Материалы.** Материал собран во время экспедиций, проведенных в 1986–2012 гг. на территории Узбекистана и частично в Казахстане, Туркмении и Таджикистане. **Методы.** При определении жизненных форм лоха за основу была принята классификация жизненных форм растений И. Г. Серебрякова. Для установления времени возникновения местных культурных сортов лоха и истории использования (культивирования) данного вида в различных районах его ареала проведен анализ фактических данных современного географического распространения видов рода лох (*Elaeagnus* L.) и этноботанических материалов. **Результаты.** У дикорастущих и у культурных форм лоха установлено два типа симподиального (акросимподиальный, мезосимподиальный) нарастания. Нами выделено 12 перспективных форм лоха восточного. **Выводы.** Культура лоха очень древняя и произошла, вероятно, в Средней Азии, на основе длительной селекции местных дикорастущих форм лоха восточного. Таким образом, первичным центром происхождения культурных форм лоха является Средняя Азия.

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-38-46

THE MODERN AREA OF DISTRIBUTION AND LIFE FORMS OF RUSSIAN OLIVE (*ELAEAGNUS ORIENTALIS* L.), AND THE ORIGIN OF ITS CULTIVATED FORMS

Kh. K. Hajdarov

Uzbekistan,
Samarkand State
University named after
A. Navoi,
Republic of Uzbekistan
Samarkand city 15,
University bulvard
140104
e-mail: hajdarov@rambler.ru

Key words:

riparian forest, Russian olive, population, Amu Darya, Syr Darya, polymorphic, fruit, origin, biology, ecology

Background. In Uzbekistan and in other countries of Central Asia there is a valuable woody plant – *Elaeagnus orientalis* L., with very large tasty fruits of various shapes, which are used in different branches of economy. **Objective.** Wild and cultivated forms of *E. orientalis*. **Material and methods.** The material was collected during plant explorations carried out in 1986–2012 over the territory of Uzbekistan and partially in Kazakhstan, Turkmenistan, and Tajikistan. The materials from herbarium collections of the Institute of Plant and Animal Genetic Diversity, Academy of Sciences of Uzbekistan, and the Department of Botany of Samarkand State University were used. Identification of the life forms of *E. orientalis* was based on I.G. Serebryakov’s classification of plant life forms. We undertook an attempt to find out the time of emergence of the cultivated variety of *E. orientalis*, and discovered the basic ways in the history its formation, development and utilization by local population in various geographical areas of its wide area of distribution. This was based on factual materials, i.e., the report on ethnobotanical data, and also on the modern geographical distribution of *Elaeagnus* species. **Results.** It has been established that wild and cultivated species have two types of sympodial growth (acrosympodial and mesosympodial). The cultivated varieties of *E. orientalis* L. are very ancient and evolved probably in Central Asia as a result of long-term breeding of local wild forms of *E. orientalis*. **Conclusions.** On the basis of the results of the research efforts, it has been established that the primary center of origin of the cultivated forms of *E. orientalis* L. is Central Asia. We selected 12 promising forms of *E. orientalis* L.

Введение

Древесно-кустарниковая растительность Средней Азии представляет собой богатейший источник плодово-ягодных пород. Одной из таких пород являются представители рода лох (*Elaeagnus* L.), хозяйственно ценные растения, которых, как дикорастущие, так и возделываемые, используются в различных отраслях народного хозяйства (Azimov, 1967; Najdarov, 2004). Ареал естественных зарослей видов рода *Elaeagnus* на земном шаре прерывистый. Большинство из них произрастает по берегам рек, морей, озер, ручьев, на прибрежных галечниках и песках, как на равнинах, так и в горах. В настоящее время в этот род включают более 60 видов. Французский ботаник М. К. Серветтаз (Servettaz, 1911) разделил этот род на две секции *Deciduae* и *Sempervirentes*. Большинство видов лоха относятся ко второй секции, виды которой наиболее распространены по земному шару в основном в субтропической и тропической Азии, характеризующейся муссонным климатом. Почти 50% видов рода произрастает в Китае (*E. davidii* Franch., *E. conferta* Roxb., *E. commutate* Bernh. ex Rydb., *E. hortensis* M. Bieb., *E. latifolia* L., *E. moorcroftii* Wall. ex Schlecht., *E. oldhamii* Maxim., *E. ovata* Serv., *E. pyriformis* Hook. f., *E. thunbergii* Serv., *E. umbellata* Thunb.), а остальные – в Японии (*E. glabra* Thunb., *E. montana* Makino., *E. pungens* Thunb., *E. yoshinoi* Makino., *E. hisauchii* Makino. ex Nakai), Корее, Цейлоне, Индии (*E. macrophylla* Thunb., *E. pyriformis* Hook. f., Австралии (*E. triflora* Roxb.), на Филиппинских островах (*E. philippensis* Perr.) и островах Явы (*E. ferruginea* Rich., *E. rigida* Blume). Один вид лоха (*E. argentea* Porsch) произрастает в Северной Америке. Виды рода лох отсутствуют в Африке и Южной Америке. Виды, встречающиеся в Средней Азии, известны в литературе под названием *E. angustifolia* L. и *E. orientalis* L. Они в основном растут в тугайных лесах по берегам горных рек, озер, по долинам пустынных рек, изредка по берегам каналов, выступая как важные компоненты тугайных лесов. Лишь в этих пойменных условиях виды имеют выраженное фитоценотическое

значение. По классификации К. З. Зокирова и П. К. Закирова (Zokirov, Zakirov, 1978) тугайные джидовники относятся к ценотипу *Potamodendra*, а по климату – *Termomesophitia*. Во всех остальных частях ареала, даже в областях с наибольшим видовым разнообразием – Юго-Восточной Азии, они редко образуют самостоятельные леса и редколесья. Там они в основном встречаются в качестве подлеска или сопутствующих пород. В Узбекистане они распространены в долинах рек, берущих начало в горах Тянь-Шаня и Памиро-Алая; в долинах рек Чирчик, Ангрэн, Санзар, Туполанг, Амударья, Сырдарья, Зарафшан. В Таджикистане основные заросли видов лоха приурочены к рекам Сырдарья, Вахш, Пяндж, Зарафшан, Кафирниган, Сурхоб, Оби-Сурх, Ях-Су. В Киргизстане и Казахстане встречаются по долинам рек Сырдарья, Или, Лепса, Аягуз, Иртиш, Чу, Нарын, Касансай, Атбашы, Кандысу, Коксу, а также находятся на берегах оз. Иссык-Куль. В Туркмении заросли видов лоха сосредоточены по поймам рек Амударья, Сумбар, Атрек, Арваз, Мургаб, Теджен.

Материалы и методы

В работе использованы гербарные коллекции Института генофонда растительного и животного мира (ИГРиЖМ) АН Республики Узбекистан и кафедры ботаники Самаркандского государственного университета, собранные автором материалы и наблюдения, а также литературные источники. В 1988–2014 гг. произведены подробные маршрутные обследования популяций лоха в поймах рек Амударья, Сырдарья, Или, Зеравшана, Кашкадарья, Сурхандарья в Узбекистане и частично в Туркмении, Казахстане и Таджикистане. Географическое распространение видов определяли по результатам изучения гербарного материала, а также использовали литературные источники. При определении жизненных форм лоха за основу была принята классификация жизненных форм растений И. Г. Серебрякова (Serebrjakov, 1962). Для установления времени возникновения местных культурных сортов лоха и истории использования

(культивирования) данного вида в различных районах его ареала проведен анализ фактических данных современного географического распространения видов рода лох (*Elaeagnus* L.) и этноботанических материалов (Litvinov, 1905; Zhukovskij, 1971; Koroljuk, Vorozhova, 2002; Hajdarov, 2007).

Результаты и обсуждение

Разнообразие экологических условий в местах произрастания видов лоха в процессе исторического развития, вероятно, привело к выработке различных морфологических и биоэкологических приспособлений к условиям среды обитания. Эти приспособительные особенности придают лоховым зарослям определенный внешний вид.

В литературе лох восточный (*E. orientalis*) относят к жизненной форме кустарника или дерева. По классификации И. Г. Серебрякова (Serebrjakov, 1962), мы отнесли его к двум типам (см. схему). Как видно из схемы, лох восточный представляет собой деревья лесного, лесостепного или саванного типа. Кроме того, их можно отнести к вегетативно-подвижному,

корнеотпрысковому кустарниковому типу (или аэроксильному кустарнику), который является переходной формой между деревьями и кустарниками. Аэроксильные кустарники не способны к подземному ветвлению, у них новые оси под землей могут возникать как корневые отпрыски, а ветвление надземных осей начинается вблизи поверхности, причем обычно образуется несколько вертикальных и наклонных осей. Однако изучение морфогенеза лоха восточного в Самаркандской и Ташкентской областях показало, что его следует отнести к типу наземных кронаобразующих деревьев с прямостоячими стволами и полностью одревесневающими удлиненными побегами. В зависимости от условий произрастания они могут быть отнесены к деревьям лесостепного или саванного типа, или же к «деревьям плодового типа», а в ряде случаев – к одноствольным деревьям – «деревьям лесного типа». Это подтверждается тем, что в любых условиях произрастания в Средней Азии у лоха всегда выделяется единственная главная ось, которая лидирует в течение всего онтогенеза, тогда как у кустарников она выявляется лишь в начале жизни растения, а затем теряется среди равных ей и даже более мощных надземных скелетных осей.

Схема. Классификация жизненных форм *Elaeagnus orientalis* L. Diagram. Classification of *Elaeagnus orientalis* L. life forms

Отд. А. Древесные растения	
I тип Деревья	II тип Кустарники
I класс. Кронаобразующие	I класс. Кустарник с полностью одревесневшими удлиненными побегами
I подкласс. Наземные	I подкласс. Прямостоячие
Группа А. С подземными корнями	Группа А. Аэроксильные кустарники
П./гр. а. Прямостоячие	П./гр. а. Рыхлые аэроксильные кустарники
I. Секция. Одноствольные деревья лесного типа	Секция. Вегетативно подвижные, корнеотпрысковые.
II. Секция Деревья лесостепного или саванного типа I	

В пределах Узбекистана, в разных частях своего ареала лох восточный изменяет свою жизненную форму в зависимости от экологических условий. Так, в крайних, жестких условиях произрастания на заиленных речных наносах лох представлен небольшими кустарниками (2,0–2,5 м высоты) с сидячими облиственными ветвями и побегами.

В лучших условиях произрастания на хорошо аэрируемых и дренируемых супесчаных, суглинистых плодородных почвах лох образует дерево лесостепного типа и достигает здесь высоты 8–9 м. Своеобразие роста растений лоха тесно связано с типом ветвления многолетних стеблевых осей и последующим их отмиранием. Скелетные основные

стволы живут 15–20, иногда до 30 лет. После отмирания развиваются дочерние растения корнеотпрыскового происхождения из придаточных почек на горизонтальных корнях.

Важным морфологическим признаком лоха восточного как дерева следует считать

и характер ветвления, которое в первые годы жизни у него моноподиальное (Hajdarov, 2005a, b). О чем свидетельствует то, что осевой побег ежегодно развивается из терминальной почки. Позднее характер нарастания изменяется на симподиальный.

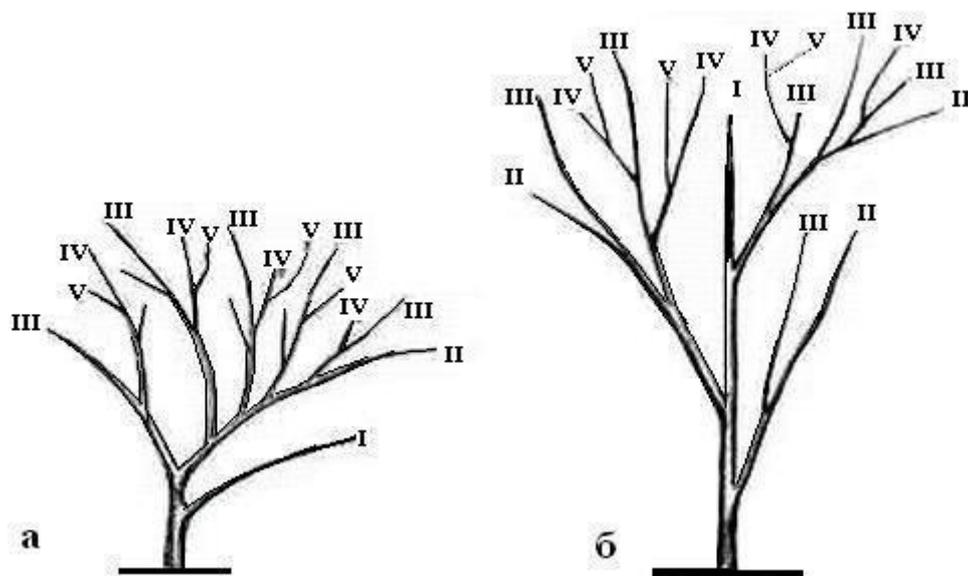


Рисунок. Формирование симподиальной системы побегов у *Elaeagnus orientalis* L.

а – мезосимподиальное нарастание; б – акросимподиальное нарастание; I–V – порядки ветвления побегов

Figure. Sympodial formation of shoots in *Elaeagnus orientalis* L.

а – mesosympodial growth; б – acrosympodial growth; I–V – orders of shoot branching

У лоха восточного установлены два типа симподиального нарастания.

Первый – это акросимподиальное, где верхушечная почка главного побега отмирает, а рост продолжают боковые почки, ближайšie к отмершей верхушке. Второй тип – это мезосимподиальное нарастание, где после отмирания более длинного верхнего участка главного побега эстафету перехватывают средние более крупные почки побега. Акросимподиальное нарастание характерно для секции лоха восточного с одностовольными деревьями лесного типа. Мезосимподиальное нарастание относится к типу кустарникоподобных лохов секции вегетативно подвижных корнеотпрысковых (см. схему, рисунок). Одной из характерных

черт приспособления лоха к условиям среды обитания является ее куртинное размещение как следствие вегетативной подвижности семянца.

Одно растение через несколько лет образует целую куртину. Разрастание такой куртины идет в центробежно-радиальном направлении путем формирования придаточных побегов на горизонтальных корнях.

Лох восточный относится к видам с высокой способностью к формообразованию кроны. Изучение эколого-морфологических параметров его особей позволило выявить на территории Средней Азии различные формы кроны особей этого вида по классификации А. И. Колесниковой (Kolesnikova, 1974) и В. И. Климовича (Klimovich, 1987):

округлую, кустовую, кустовую-раскидистую, широкораскидистую, шаровидную кустовую, плакучую. Предварительные анализы показали, что большинство особей лоха имеют кустовую, кустовую-раскидистую форму кроны. В предгорных частях ареала она овальная, округлая, шаровидная, кустовая, а в горных условиях встречаются плакучая и широкораскидистая формы кроны. Наиболее декоративными являются плакучая и округлая кроны.

В пойме ассоциации лоха в основном состоят из низкорослых особей, и они склонны давать кустовую форму. Такую форму дают не материнские, а корнеотпрысковые растения.

В полезационных насаждениях, как отмечалось выше, лох обычно растет в подлеске как кустарниковая порода. Сохранение кустовой формы без образования главного ствола достигается при одно-, двукратном спиливании главного осевого побега, после чего бурно разрастается прикорневая поросль.

Лох в составе тугайной растительности пойм рек большей частью образует чистые заросли, без примеси других пород. Приуроченность лоха восточного к горным районам также может быть доказательством их светолюбивости. Известно, что чем выше местность над уровнем моря, тем больше продолжительность светового дня.

Устройство кроны – ажурность или компактность – также говорит о различном отношении лоха к световому фактору. Ажурность кроны лоха восточного – это его сравнительная светолюбивость. Менее светолюбивые могут быть с густыми и компактными кронами. Наблюдения показали, что у горных форм лоха в условиях равнины происходит перестройка во внешнем облике кроны. Растения делаются высокорослыми, а крона более рыхлой, ажурной, листья мелкими с густым опушением звездчатыми волосками.

Широкое географическое распространение видов семейства лоховые подтверждает их древность. Об этом свидетельствует также палеоботанические и биолого-экологическое изучение видов рода *Elaeagnus* (Наждаров, 2005а, б; 2007).

Культура лоха очень древняя. Это видно из того, что садовая форма многими

признается за самостоятельный вид. В Средней Азии известны такие сорта, как: ‘Нон-жийда’, ‘Кандак-жийда’, ‘Келин бармок’, ‘Новот-жийда’, ‘Шакалак-жийда’, ‘Пуххи-жийда’, ‘Каптар жийда’, ‘Карга жийда’ и другие.

Д. И. Сосновский (Sosnovskij, 1909) полагал, что культурный лох Закавказья и Средней Азии имеют различное происхождение, а именно: культурные формы Закавказья происходят от *E. angustifolia*, а среднеазиатские – от *E. orientalis*.

Д. Л. Литвинов (Litvinov, 1905) описал культурный лох Средней Азии как *E. orientalis* f. *Culta* Litv. М. К. Серветтаз (Servettaz, 1911), отмечал, что среднеазиатские культурные формы лоха относятся к виду *E. hortensis*.

М. Г. Попов (Popov, 1929) считал, что европейские и азиатские культурные формы лоха относятся к одному полиморфному виду *E. angustifolia*. П. М. Жуковский (Zhukovskij, 1971) полагал, садовая форма лоха является видом *E. orientalis*. Н. В. Козловская (Kozlowskaya, 1958) предполагает, что на юге Средней Азии культурные сорта лоха произошли от *E. turcomanica* Kozlowsk., а на севере – от *E. oxycarpa*, но автор не вполне убеждена в этом.

Н. Н. Цвелев (Tzvelev, 2002) отмечает, что в Средней Азии, Юго-Западной Азии и редко в Закавказье культивируется *E. igda* (Servett.) Tzvelev, происходящий от дикорастущего *E. spinose* L. Кроме этого, автором указано еще два вида культурного лоха [*E. angustifolia*, *E. litoralis* (Servett.) Kozlowsk.] для Средней Азии.

История культуры лоха, несомненно, ведет свое начало с очень давних пор, возможно, с бронзового века. Древнегреческий историк Геродот в своей «Истории», описывая нравы и обычаи массагетов и скифов, указывал на употребление в пищу среднеазиатских плодов лоха. По данным Е. А. Королук и Н. Н. Ворожцова (Korolyuk, Vorozhцова, 2002), в 2001 г. на территории Тувы найдены погребальные камеры скифского времени. В них кроме предметов материальной культуры были найдены растительные остатки (*Carum* sp., *Cerasus* sp., *Elaeagnus*

sp.). Растительные остатки определены как экзокарпии среднеазиатского культурного лоха, тогда как на юге Сибири, в том числе в Туве, виды лоха не произрастают. Культурные формы лоха лишены колючек, и у древних народов Средней Азии и Закавказья существует много крупноплодных сортов. Эти сорта – результат многовековой селекции. В эпоху караванных сообщений между оазисами пустынной и полупустынной Азии лох имел значение важного путевого продовольствия. Из Китая «Великий торговый путь», «шелковый путь», «чайный караван» и другие торговые пути проходили через Монголию, Среднюю Азию, Закавказье вплоть до Римской империи. Культура лоха возникла в Средней Азии на основе длительной селекции местных дикорастущих форм лоха восточного. Деревья не требуют ухода. Привычка обживать лохом селения в пустынях сохранилась от глубокой древности до сих пор. Внутривидовое разнообразие диких видов имело для народной селекции далеко идущие последствия. До настоящего времени в садах Туркмении, Узбекистана, Таджикистана растет крупноплодный лох, предком которого, возможно, был тугайный лох с Сырдарьи, Амударьи или Зеравшана. Мы считаем, что культивируемый лох в этих местностях относится к одному, весьма полиморфному виду *E. orientalis*. В 1954–1965 гг. в СредазНИИЛХ И. А. Азимовым (Azimov, 1967) были изучены лучшие клоны лоха народной селекции в Узбекистане и выделены 32 дерева, отличающиеся плодами хорошего качества и высокой урожайностью. Нами на основе морфологических описаний растений лоха и химического анализа плодов отобраны 12 перспективных форм. Краткие характеристики некоторых из них приведены ниже

Форма Б-1. Высота растения 6,0–6,5 м. Крона раскидистая, средней густоты. Без колючек. Содержание сахара 35,44%. Вкус плода сладкий. Плодоношение среднее. Ожидаемый урожай 34–38 кг. Описана из Бухарской области.

Форма Б-2. Высота растения 8,0 м. Крона раскидистая, густота редкая, без колючек. Содержание сахара 44,43%. Вкус плода

сладкий. Плодоношение среднее. Ожидаемый урожай 40–44 кг. Описана из Бухарской области.

Форма Б-4. Высота растения 7,0 м. Крона раскидистая, средней густоты. Без колючек. Содержание сахара 30,27%. Вкус плода сладкий. Плодоношение среднее. Ожидаемый урожай 38–41 кг. Описана из Бухарской области.

Форма С-1. Высота растения 5,5–6,0 м. Крона раскидистая, густая, без колючек. Содержание сахара 32,65%. Вкус плода сладкий. Плодоношение обильное. Ожидаемый урожай 30–35 кг. Описана из Иштиханского района Самаркандской области.

Форма С-3. Высота растения 6,5 м. Крона раскидистая, густая, без колючек. Содержание сахара 42,36%. Вкус плода сладкий. Плодоношение среднее. Ожидаемый урожай 38–40 кг. Описана из Акдарьинского района Самаркандской области.

Форма С-4. Высота растения 6,5–7,0 м. Крона раскидистая, густая, без колючек. Содержание сахара 40,23%. Вкус плода сладкий. Плодоношение обильное. Ожидаемый урожай 42–45 кг. Описана из Каттакурганского района Самаркандской области.

Форма С-5. Высота растения 7,5 м. Крона раскидистая, редкая, без колючек. Содержание сахара 36,60%. Вкус плода сладкий. Плодоношение среднее. Ожидаемый урожай 30–36 кг. Описана из Иштиханского района Самаркандской области.

Форма С-6. Высота растения 8,0 м. Крона раскидистая, густая, без колючек. Содержание сахара 33,91%. Вкус плода сладкий. Плодоношение среднее. Ожидаемый урожай 28–30 кг. Описана из Жамбайского района Самаркандской области.

Заключение

По совокупности фактов нами установлено, что Средняя Азия, где на базе внутривидового разнообразия лоха в результате длительной народной селекции шел процесс доместикировки местных дикорастущих форм, является первичным центром происхождения культурных форм лоха. Выделены 12 перспективных форм лоха восточного,

характеризующихся ценными хозяйственными признаками, которые могут использоваться в качестве исходного материала для

селекции. На основе результатов по изучению способов размножения и их применения можно увеличить площади особей и сохранить генофонд популяции лоха.

References/Литература

1. Azimov I. A. Largefruited Russian olives forms (dzhids) of Uzbekistan and methods of their vegetative breeding (Krupnoplodnye formy lokha (dzhidy) Uzbekistana i sposoby ih vegetativnogo razmnozhenija). Avtoref. diss. ... k. s.-kh. n. Tashkent, 1967, 17 pp. [in Russian] (Азимов И. А. Крупноплодные формы лоха (джиды) Узбекистана и способы их вегетативного размножения. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Ташкент. 1967. 17 с.).
2. Zhukovskij P. M. Cultivated plants and their relatives (Kul'turnye rasteniya i ih sorodichi) Leningrad, 1971, pp. 368–369 [in Russian] (Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. Л., 1971. С. 368–369).
3. Zokirov K. Z., Zakirov P. K. Attempt of typology of the globe vegetation on the example of Central Asia (Opyt tipologii rastitel'nosti Zemnogo shara na primere Srednej Azii). Tashkent. 1978, pp. 27–40 [in Russian] (Зокиров К. З., Закиров П. К. Опыт типологии растительности Земного шара на примере Средней Азии. Ташкент. 1978. С. 27–40).
4. Klimovich V. I., Klimovich I. V. Breeding and cultivation of ornamental trees (Razmnozhenie i vyrashhivanie dekorativnyh drevesnyh porod) Moscow, 1987, 49 pp. [in Russian] (Климович В. И., Климович И. В. Размножение и выращивание декоративных древесных пород. М., 1987. 49 с.).
5. Kozlowskaya N. V. The review of the genus *Elaeagnus* L. species encountered in the USSR (Obzor vidov roda *Elaeagnus* L., vstrechajushhihsya na territorii SSSR // In: Flora i sistematika vysshih rastenij) Moscow – Leningrad, 1958, iss. 12, pp. 84–131 [in Russian] (Козловская Н. В. Обзор видов рода *Elaeagnus* L., встречающихся на территории СССР // В кн.: Флора и систематика высших растений. М.–Л., 1958. Вып. 12. С. 84–131).
6. Kolesnikova A. I. Decorative dendrology (Dekorativnaja dendrologija) Moscow, 1974, pp. 10–56 [in Russian] (Колесникова А. И. Декоративная дендрология. М., 1974. С. 10–56).
7. Koroljuk E. A., Vorozhova N. N. The plant remains in the kurgan Arzhan-2 (Tuva) (Rastitel'nye ostatki v zahoronenii ARZhAN-2 (Tuva) // Arheologija, jetnografija i antropologija Evrazii. 2002, iss. 2 (10), pp. 145–147 [in Russian] (Королюк Е. А., Ворожцова Н. Н. Растительные остатки в захоронении АРЖАН-2 (Тува) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2002. Вып. 2 (10). С. 145–147).
8. Litvinov D. I. *Elaeagnus orientalis* L. // In: Spisok rastenij gerbariya russkoj flory. 1905, vol. 5, pp. 80–85 [in Russian] (Литвинов Д. И. *Elaeagnus orientalis* L. // В кн.: Список растений гербария русской флоры. 1905. Т. 5. С. 80–85).
9. Popov M. G. Wild growius fruit trees and shrubs of Asia Media // Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding. Leningrad, 1929, vol. 22, iss. 3, pp. 241–483 [in Russian] (Попов М. Г. Дикие плодовые деревья и кустарники Средней Азии // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л., 1929. Т. 22. Вып. 3. С. 241–483).
10. Serebrjakov I. G. Ecological morphology of plants (E'kologicheskaja morfologija rastenij) Moscow, 1962, pp. 20–358 [in Russian] (Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М., 1962. С. 20–358).
11. Sosnovskij D. I. Elaeagnaceae. // In: Flora caucasica critica. Materialy dlja flory Kavkaza: kriticheskoe sistematicheskoe-geograficheskoe isle-dovanie N. I. Kuznecov, N. A. Bush, A. V. Fomin. 1909. Chast' III, iss. 9, 21 pp. [in Russian] (Сосновский Д. И. Elaeagnaceae. // В кн.: Flora caucasica critica, Материалы для флоры Кавказа: критическое систематическое-географическое исследование Н.И. Кузнецов, Н.А. Буш, А.В. Фомин. 1909. Часть. III. Вып. 9. 21 с.).
12. Tzvelev N. N. About genera *Elaeagnus* and *Hippophae* (Elaeagnaceae) in Russia and neighboring countries (O rodach Elaeagnus i Hippophae (Elaeagnaceae) v Rossii i sopredel'nyh stranach) // Botanicheskij zhurn. 2002, vol. 87, no 11, pp. 74–86 [in Russian] (Цвелев Н. Н. О родах *Elaeagnus* и *Hippophae* (Elaeagnaceae) в России и сопредельных странах // Бот. журн. 2002. Т. 87. №11. С. 74–86).
13. Hajdarov H. K. Stocks of *Elaeagnus orientalis* L. fruit in Uzbekistan (Zapasy plodov *Elaeagnus orientalis* L. v Uzbekistane) // Dokl. AN RUz. 2004, no 5, pp. 80–84 [in Russian] (Хайдаров Х. К. Запасы плодов *Elaeagnus orientalis* L. в Узбекистане // Докл. АН РУз. 2004. № 5. С. 80–84).
14. Hajdarov K. H. The ontogeny of *Elaeagnus orientalis* (Elaeagnaceae) and the age structure of its cenopopulations in Uzbekistan (Ontogenez *Elaeagnus orientalis* (Elaeagnaceae) i vozrastnoj sostav ego cenopopuljacij v Uzbekistane) // Rast. resursy. 2005, vol. 41, iss. 2, pp. 29–34 [in Russian] (Хайдаров К. Х. Онтогенез *Elaeagnus orientalis* (Elaeagnaceae) и возрастной состав его ценопопуляций

- в Узбекистане // Раст. ресурсы. 2005. Т. 41. Вып. 2. С. 29–34).
15. *Hajdarov H. K.* Individual development and the history of the origin of the genus *Elaeagnus* L. (Individual'noe razvitie i istorija proishozhdenija roda *Elaeagnus* L.) // Vestnik KazNU. Biolo-giches-kaja serija. Almaty, 2005, iss. 1 (24), pp. 24–27 [in Russian] (*Хайдаров Х. К.* Индивидуальное развитие и история происхождения рода *Elaeagnus* L. // Вестник КазНУ. Биологическая серия. Алматы, 2005. Вып. 1 (24). С. 24–27).
16. *Hajdarov H. K.* Geographical distribution of species of the family Elaeagnaceae (Geogra-ficheskoe rasprostranenie vidov sem. Elaeagnaceae) // SamDU Ilmij tadkikotlar ahborotnomasi. 2007. Samarkand, no. 5 (45) B. 43–46 [in Russian] (*Хайдаров Х. К.* Географическое распространение видов сем. Elaeagnaceae // СамДУ Илмий тадкикотлар ахборотномаси. Самарканд, 2007. №5 (45) Б. 43–46).
17. *Servettaz M. C.* Monographic des Elaeagnaceae. Dresden, 1911. 217 s.

КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-47-60

УДК 57.082.261

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ГОРОХА ПОСЕВНОГО (*PISUM SATIVUM* L.) КАФЕДРЫ ГЕНЕТИКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

**А. А. Синюшин,
О. А. Аш,
Г. А. Хартина**

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, биологический факультет, 119234 Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, e-mail: asinjushin@mail.ru

Ключевые слова:

горох посевной, генотип, мутант, сорт, генетический анализ

Представлено описание генетической коллекции сортов, мутантов, маркерных линий и рекомбинантов гороха посевного (*Pisum sativum* L.), имеющейся в распоряжении кафедры генетики биологического факультета МГУ. Кратко охарактеризованы история ее создания и основные направления ее использования в историческом аспекте и в перспективе. Эта коллекция была создана в основном благодаря работе профессора Сергея Александровича Гостимского (21.05.1939–06.11.2012). В ходе работ по индуцированному мутагенезу были получены многочисленные оригинальные мутанты с наследуемыми нарушениями фотосинтеза, хромосомными перестройками, морфологическими аномалиями. В последующие годы коллекция была пополнена отечественными и зарубежными сортами различного направления, маркерными линиями, новыми мутантами. Можно выделить несколько направлений работы, которая в разное время была проведена на материале коллекции гороха кафедры генетики МГУ; часть этих направлений успешно реализуется и в настоящее время. Были изучены некоторые аспекты генетической регуляции фотосинтеза. Описан новый мутантный аллель гена *COCHLEATA*, регулирующего развитие сложного листа у гороха, а также охарактеризованы взаимодействия и особенности фенотипического проявления ранее известных мутаций – *afila*, *tendrilled acacia-A*, *crispa*. В ходе работы по изучению генетического контроля активности апикальной меристемы побега в коллекции были собраны практически все известные мутанты с фасциацией. При работе с ними удалось установить хромосомную локализацию двух мутаций, приводящих к фасциации – *fas* и *sym28*. При изучении форм с наследственными нарушениями развития цветка был сделан вывод о роли гомеозисной замены тычинок на плодолисточки и срастания отдельных цветков в эволюции гинцея в семействе Бобовых. На материале различных сортов и диких подвидов гороха проведен ряд работ по анализу внутривидовой изменчивости и родственных отношений внутри трибы Виковых (*Fabeae*) – например, уточнено таксономическое положение вавилови красивой – *Vavilovia formosa* (Stev.) Fed. Построена детальная генетическая карта гороха, включающая новые мутации. Изучена динамика кариотипа под действием мутагенов и факторов космического полета. Коллекция также используется для проведения летней полевой практики для студентов кафедры генетики. В статье приведен каталог коллекции. Описанный материал может быть использован при проведении совместных исследований или передан для исследований в области генетики, физиологии, биологии развития.

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

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-47-60

GERMPLASM COLLECTION OF A GARDEN PEA (*PISUM SATIVUM* L.) AND ITS APPLICATION IN RESEARCHES

**A. A. Sinjushin,
O. A. Ash,
G. A. Khartina**

Lomonosov Moscow State University, Biological Faculty, str. 12, Leninskie gory, 1, 119234 Moscow, Russia, e-mail: asinjushin@mail.ru

Key words:

garden pea, genotype, mutant, cultivar, genetic analysis

In this paper we provide characteristics of the germplasm collection of cultivars, mutants, marker lines and recombinants of the garden pea (*Pisum sativum* L.) stored at the Genetics Dept. of Biological faculty of the Lomonosov Moscow State University. The history of this collection is briefly described together with the main scopes of its application in both retrospectives and perspectives. The described collection was established mainly due to the work of Prof. Sergey Gostimskii (21.05.1939-06.11.2012). During his surveys on induced mutagenesis in pea, numerous original mutants were isolated which have heritable photosynthesis distortions, chromosome aberrations, morphological anomalies. Subsequently this collection was enriched with the Russian and foreign cultivars of different use, marker lines, novel mutants.

One may list a few different trends of research work carried out with the material of the above-mentioned genetic collection. Some of these research efforts are still under way. Different aspects of genetic control of photosynthesis were studied. We described new mutations which alter the ontogeny of the compound leaf in pea together with interactions and features of phenotypic manifestation of previously known genes. During researches on genetic control of the stem apical meristem in pea, almost all known fasciated mutants were collected and analyzed. Work on these mutants resulted in chromosomal localization of two mutations, *fas* and *sym28*. Detailed analysis of floral mutants of pea led to conclusions concerning the gynoeceium's evolution in Fabaceae when a multicarpellate state might arise from flower fusion or homeotic replacement of stamens with carpels. Work with cultivars of different origin and wild-growing varieties enabled to analyze intraspecific variability together with estimation of phylogenetic relations within the tribe Fabeae. For example, we managed to clarify the taxonomic position of *Vavilovia formosa* (Stev.) Fed. A detailed linkage map of pea was constructed to localize novel mutations. Some works on karyotype plasticity after mutagenic treatment and during space flight were carried out. The germplasm collection is also used during summer field practice for students of the Genetics Dept. of the Lomonosov Moscow State University.

We also provide a catalogue of germplasm collection. The described material can be used for common research projects or for works in various fields, such as genetics, plant physiology and developmental biology.

На рубеже 150-летнего юбилея генетики можно уверенно говорить о некоторых особенностях ее исторического развития. Практически все время своего существования генетика как самостоятельная наука была связана с поиском действующих причин, лежащих в основе наследственности и изменчивости. Этот поиск шел по пути уточнения, конкретизации: от представлений о «слитном» наследовании признаков к факториальной гипотезе, а затем и к познанию тонкой структуры генов, установлению молекулярных механизмов реализации наследственной информации (Inge-Vechtomov, 2015).

Большинство успехов генетики как экспериментальной науки были связаны с удачным выбором модельного объекта. Масштабные открытия были сделаны на небольшом числе биологических видов, которые по тем или иным причинам попадали в поле зрения исследователей. Полученные результаты удавалось успешно аппроксимировать на достаточно широкий круг других видов – вплоть до открытия общебиологических закономерностей.

Огромную роль в работе играют генетические коллекции различных объектов. Именно такие коллекции становятся источником материала для исследований самого разного характера, и работа в русле традиционной «прямой» генетики начинается с анализа мутантов в сравнении с исходной формой. Установление природы мутации связано с картированием ее на генетической карте – и для этого используют маркерные линии. Современные подходы к идентификации мутаций (например, секвенирование нового поколения) также предполагают сравнение аномальной формы с той, на основе генотипа которой мутация была получена (Inge-Vechtomov, 2015).

Исторически первым объектом генетики оказался горох посевной (*Pisum sativum* L.) – однолетнее растение из семейства Бобовых (Fabaceae) (Mendel, 1866). Именно в классических экспериментах Грегора Менделя были выработаны основы гибридологического анализа (Ellis et al., 2011; Reid, Ross, 2011). Формы, которые Г. Мендель использовал в своей работе, были культивируемыми сортами. Таким образом, определенное наследственное разнообразие этого вида

было известно и оценено с практической стороны задолго до рождения генетики как научной дисциплины. Именно с практической ценностью гороха посевного связано то, что он неоднократно становился моделью генетических и физиологических исследований, в том числе ориентированных на получение новых высокопродуктивных сортов. Число известных морфологических мутаций к настоящему времени составляет несколько сотен (Sinjushin, 2013).

Существует несколько общедоступных коллекций зародышевой плазмы (germplasm collection) гороха. Самое обширное собрание находится в Национальном институте сельскохозяйственных исследований (INRA) во Франции (около 8840 образцов). Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР) занимает третье место среди самых больших коллекций гороха (около 6790 образцов) (Smýkal et al., 2015). В этих коллекциях представлены жизнеспособные семена различных сортов, мутантов и образцов дикорастущего гороха, относящихся к двум видам рода – *P. sativum* и *P. fulvum* Sibth. et Sm.) В репродуктивном плане горох является почти исключительно самоопылителем, для него нехарактерна инбредная депрессия, поэтому поддержание генетической коллекции этого вида проще, чем многих других. Существуют и более узкоспециализированные по тематике исследований коллекции. Так, в России в ходе исследований симбиотической азотфиксации (нодуляции) были созданы обширные фонды форм гороха с измененными параметрами этого процесса. Таковы коллекции в Новосибирске (Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, ФИЦ ИГиГ СО РАН) и Санкт-Петербурге (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, ФГБНУ ВНИИСХМ).

Настоящая работа посвящена характеристике генетической коллекции гороха, собранной на кафедре генетики биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова. Своим современным состоянием она

в значительной степени обязана активным трудам профессора Гостимского Сергея Александровича (20.05.1939 – 06.11.2012). Отдавая долг заслугам С. А. Гостимского в формировании коллекции кафедры и в целом в развитии генетики растений в МГУ, кратко осветим его творческий путь.

Большая часть работ С. А. Гостимского была связана с изучением морфологических (в первую очередь, хлорофилл-дефицитных) и хромосомных мутантов гороха. Этим вопросам посвящены его кандидатская (Gostimsky, 1966) и докторская (Gostimsky, 1981) диссертационные работы. В рамках этого направления был намечен плодотворный подход, когда генетические исследования наследования новых мутаций были подкреплены детальным физиологическим и биофизическим анализом аномальных форм. Именно тогда был получен ряд уникальных морфологических мутантов, возникших при воздействии на семена гороха различных мутагенов (см. таблицу).

В конце 1990-х гг. возглавляемая С. А. Гостимским рабочая группа обратилась к изучению ДНК-полиморфизма и, более широко, проблемы изменчивости генома растений (Gostimsky et al., 2005). Так, были описаны на молекулярном уровне изменения, возникающие при культивировании *in vitro* (соматональная изменчивость).

Объектом этих исследований также стали различные формы гороха. Сотрудники лаборатории совместно с коллегами из Института медико-биологических проблем РАН изучили влияние факторов космического полета на геном растений на молекулярно-генетическом и цитогенетическом уровнях (Gostimsky et al., 2007).

Значительное внимание было уделено мутациям, нарушающим нормальное функционирование апикальной меристемы побега. На кафедре была собрана обширная коллекция линий с различными аномалиями развития побега, изучение которых составило одно из направлений работы группы (Sinjushin, Gostimsky, 2007, 2008).

Помимо научной работы, коллекция различных линий гороха посевного стала основой для учебной практики студентов кафедры генетики на Звенигородской биологической станции им. С. Н. Скадовского МГУ. Эта практика существует по настоящее время, и одна из учебных задач связана именно с гибридологическим анализом на примере *P. sativum*. Ниже мы вкратце рассмотрим несколько фундаментальных аспектов, изучение которых в разное время было проведено с использованием генетической коллекции кафедры генетики. Мы также приводим каталог коллекции (см. таблицу).

Таблица. Генетическая коллекция гороха посевного кафедры генетики МГУ
Table. Pea germplasm collection at the Genetics Department
of the Lomonosov Moscow State University

Название линии	Происхождение	Известные мутации (группа сцепления**)	Описание фенотипа (для сортов указан год создания или районирования, если известен)
Л15*	John Innes Centre, Великобритания	<i>b fa</i>	Фасциированный зерновой сорт (1847)
Л111*	“	<i>a cri-1</i>	Мутант с нарушениями развития листа
Л1116*	“	<i>coch</i>	“
Л1134*	“	<i>nap</i>	Мутант с нарушениями развития цветка
Л1257*	“	<i>coch</i>	Мутант с нарушениями развития листа
Л1826*	“	<i>bif</i>	Мутант с измененной активностью апикальной меристемы
Л1854*	“	<i>dim-1</i>	“
Л11340*	“	<i>b st sup</i>	Мутант с нарушениями развития цветка
Л12163*	“	<i>stp-1</i>	“
Л12166*	“	<i>a pe</i>	“
Л12665*	“	<i>a bif</i>	Мутант с измененной активностью апикальной меристемы
Л12671*	“	<i>fa</i>	“
Л12771*	“	<i>fas</i>	“
Л13021*	“	<i>lst</i>	Мутант с нарушениями развития цветка

Название линии	Происхождение	Известные мутации (группа сцепления**)	Описание фенотипа (для сортов указан год создания или районирования, если известен)
L3056*	“	<i>biv</i>	“
L108*	Horticultural Research Station, Alnarp, Швеция	<i>a con</i>	Гомозигота по транслокации между хромосомами 2 и 4 (Lamm, Miravalle, 1959)
L114*	“		Гомозигота по транслокации между хромосомами 1 и 2 (Lamm, Miravalle, 1959)
L577*	“	<i>con le pur td</i>	Маркерная линия
L1449*	“	<i>a i o red</i>	“
M-10	Кафедра генетики МГУ	<i>a</i>	Гомозигота по транслокации между хромосомами 2 и 7 (получена из с. Торсдаг)
Wt11304*	Wiatrowo Plant Breeding Station, Польша	<i>b coch le</i>	Мутант с нарушениями развития листа
Wt12185*	“	<i>b fa2</i>	Фасцированный мутант
WL131	Weibullsholm collection of the Nordic Gene Bank, Швеция	<i>af fn fna le lf sn</i>	Маркерная линия
WL741*	“	<i>i k r s v wb</i>	“
WL851	“	<i>b cp i fl fru le s te tl wb</i>	“
WL1072*		<i>b cor cp gp m mifo pro s st td un wb</i>	“
WL1132*	“	<i>b gp rms</i>	“
WL1165*	“	<i>a bt i le r tl wb</i>	“
WL1238*	“	<i>b bt coh cp df gp i k le m pro r s sru td tl te wb z</i>	“
WL1749*	“	<i>b cp i k r s st tl pl</i>	”
WL1776*	“	<i>i le wb</i>	“
SGE	ИЦиГ СО РАН		Линия дикого типа (Kosterin, Rozov, 1993)
Адагумский	ГНУ СКЗНИИСиВ	<i>a i le r</i>	Овощной сорт (1980)
Аист	(1)	<i>a</i>	Зерновой сорт (1985)
Альфа	ГНУ СКЗНИИСиВ	<i>a r</i>	Овощной сорт (1977)
Амброзия	НПФ «Поиск», ООО «Ависта»	<i>a r</i>	Овощной сорт (2009)
Батрак	(1)	<i>a af def deh le</i>	Зерновой сорт (1999)
Великан	(2)	<i>a i le r</i>	Овощной сорт
Виола	“	<i>a le r</i>	Овощной сорт (1977)
Викинг	“	<i>a i le r</i>	Овощной сорт (2015)
Демон	(1)	<i>a af def deh le</i>	Зерновой сорт (1990)
Жегалова 112	(2)	<i>a r</i>	Овощной сорт (1943)
Изумруд	(2)	<i>a i r</i>	Овощной сорт (1979)
Капитал	(1)	<i>a</i>	Зерновой сорт (1931)
Малиновка	“		Фуражный сорт (1987)
Мультик	(1)	<i>a af le def</i>	Зерновой сорт (2003)
Неистошимый-195	(2)	<i>a p r v</i>	Овощной сорт (1943)
Немчиновский-766	ГНУ НИИСХ ЦРНЗ	<i>a</i>	Зерновой сорт (1964)
Неручь	(1)	<i>a le def</i>	Зерновой сорт (1987)
Норд	“	<i>a af def le</i>	Зерновой сорт (1992)
Орел	“	<i>a def le</i>	Зерновой сорт (1999)
Орлан	“	<i>a def le</i>	Зерновой сорт (1999)
Орловчанин	“	<i>a def le</i>	Зерновой сорт (1991)
Первенец	ГНУ ВИР	<i>a r</i>	Овощной сорт (2002)
Первенец	(2)	<i>a le fn fna det</i>	Овощной сорт (не включен в реестр)
Пионер	Польша	<i>a i le r</i>	Овощной сорт (2001)
Премиум	ИП Алексашова М.В.	<i>a i r</i>	Овощной сорт (1999)

Название линии	Происхождение	Известные мутации (группа сцепления**)	Описание фенотипа (для сортов указан год создания или районирования, если известен)
Ранний грибовский 11	(2)	<i>a i r</i>	Овощной сорт (1964)
Ранний зеленый 33	ГНУ Воронежский НИИСХ	<i>a i</i>	Зерновой сорт (1931)
Сахарный 2	(2)	<i>a i r p v</i>	Овощной сорт (1993)
Совершенство 65-3	“	<i>a i r</i>	Овощной сорт (1982)
Торсдаг	Россия	<i>a</i>	Зерновой сорт (1935)
Флагман	Самарский НИИСХ	<i>a deh</i>	Зерновой сорт (1993)
Чика	(2)	<i>a l e i r</i>	Овощной сорт (2006)
Alaska	Великобритания	<i>a i l e</i>	Зерновой сорт (1882)
Filby	“	<i>a a f l e s t</i>	“ (1978)
Finale	Себесо, Голландия	<i>a i l e</i>	“ (1984)
Frisson	Франция	<i>a l e</i>	“ (1968)
Hurst Green Shaft	Великобритания	<i>a l e i r</i>	Овощной сорт (1971)
Kelvedon Wonder	Великобритания	<i>a l e r</i>	Овощной сорт (1925)
Lu Zhun	Китай	<i>a i</i>	Зерновой сорт
Oskar	Чехия, SEMO Ltd.	<i>a i l e r</i>	Овощной сорт (1994)
Pin Wan	Китай	<i>a</i>	Зерновой сорт
Puget	Великобритания	<i>a i r</i>	Овощной сорт (1967)
Rondo	Голландия	<i>a i</i>	Зерновой сорт (1943)
Rosacrone	Германия	<i>b f a</i>	Зерновой сорт
Smaragd	Чехия	<i>a l e</i>	“ (1980)
Sparkle	США	<i>a i r</i>	Овощной сорт (1965)
Wasata	Польша	<i>a f</i>	Фуражный сорт
“Штамбовый”	Кафедра генетики МГУ	<i>a f a s</i> (III)	Фасцированный мутант (с. Немчиновский-766, ЭМС) (Sinjushin, Gostimskii, 2007, 2008)
“Скрученный”	“	<i>a i ? c u r l</i> (V)	Спонтанный мутант (с. Ранний зеленый), все органы скрученные и смятые
“Ваху-1”	“	<i>a w a x y 1</i>	Регенерат из культуры тканей (с. Ранний зеленый) с нарушением распределения воскового налета на листьях (Kovalenko, Ezhova, 1992)
“Ваху-2”	“	<i>a w a x y 2</i>	“
“Хлорофилл-1”	“	<i>a</i>	Желто-зеленый летальный мутант (с. Капитал, ЭМС) (Tageeva et al., 1968) с повреждением ФСII (Bozhok et al., 1982)
“Хлорофилл-2”	“	<i>a c h i 2</i> (I)	Светло-зеленый (на слабом освещении жизнеспособный) мутант (с. Капитал, ЭМС) (Tageeva et al., 1968)
“Хлорофилл-3”	“	<i>a</i>	Выцветающий летальный мутант (с. Капитал, ЭМС) (Tageeva et al., 1968)
“Хлорофилл-4”	“	<i>c h i 4</i> (V) <i>c o c h</i>	Выцветающий летальный мутант (с. Капитал, γ -лучи) с нарушениями развития цветка и прилистников (Gostimskii et al., 1972; Sinjushin et al., 2011)
“Хлорофилл-5”	“	<i>a</i>	Желто-зеленый летальный мутант (с. Капитал, ЭМС) с частичным блокированием функций ФСI (Bozhok et al., 1982)
“Хлорофилл-6”	“	<i>a i c h i 6-1</i> (V)	Регенерант из культуры тканей (с. Ранний зеленый) с пониженным содержанием хлорофилла
“Хлорофилл-7”	“	<i>a c h i 6-2</i> (V)	Желто-зеленый жизнеспособный мутант (с. Капитал, ЭМС) с пониженным содержанием хлорофилла (Gostimskii et al., 1991)
“Хлорофилл-10”	“	<i>a</i>	Выцветающий летальный мутант (с. Капитал, ЭМС) (Gostimskii et al., 1981)

Название линии	Происхождение	Известные мутации (группа сцепления**)	Описание фенотипа (для сортов указан год создания или районирования, если известен)
“Хлорофилл-11”	“	<i>a</i>	Выцветающий жизнеспособный мутант (с. Капитал, ЭМС) (Gostimskii et al., 1981)
“Хлорофилл-12”	“	<i>a le tl</i>	Светло-зеленый жизнеспособный мутант (с. Капитал, ЭМС) (Gostimskii et al., 1981); линия также несёт аномалию в развитии листа (<i>tl</i>)
“Хлорофилл-13”	“	<i>a</i>	Темно-зеленый карликовый полудоминантный мутант (с. Капитал, γ -лучи) с пониженной фертильностью (Gostimskii et al., 1981)
“Хлорофилл-14”	“	<i>a xa14-1</i>	Желтый летальный мутант (Свобода, НММ) (Gostimskii et al., 1981)
“Хлорофилл-15”	“	<i>a chi115</i> (III)	Светло-зеленый с темными жилками жизнеспособный мутант (с. Торсдаг, ЭМС) (Cheghamirza et al., 2004)
“Хлорофилл-16”	“	<i>a xa16</i>	Желтый летальный мутант (с. Немчиновский-766, ЭМС) (Gostimskii et al., 1981)
“Хлорофилл-17”	“	<i>a xa14-2</i>	“ (с. Ранний зеленый, ЭМС)
“Хлорофилл-18”	“	<i>a xa18</i>	Желтый летальный полудоминантный мутант с отсутствием хлорофилла (с. Ранний зеленый, ЭМС) (Levenko et al., 1984)
“Хлорофилл-29”	“	<i>a xa29</i>	Желтый летальный мутант (с. Немчиновский-766, ЭМС) (Gostimskii et al., 1981)
“Хлорофилл-41”	“	<i>a</i>	Выцветающий жизнеспособный мутант (с. Немчиновский-766, ЭМС)
“Хлорофилл-42”	“	<i>a chi42</i> (I)	Желто-зеленый жизнеспособный мутант (с. Немчиновский-766, ЭМС) с пониженным содержанием хлорофилла (Gostimskii et al., 1991)
“Хлорофилл-2004”	“	<i>a chi2004</i> (I)	Жизнеспособный желто-зеленый мутант (с. Торсдаг, ЭМС)
“Виола высокая”	“	<i>a</i>	Спонтанный мутант (с. Виола) с удлиненными междоузлиями
“Новая форма-42”	“	<i>a af chi42 i r tl</i>	Рекомбинант
ДТР	(2)	<i>a det i le fn fna r</i>	“
ДТР-м	Кафедра генетики МГУ	<i>a b det gp i le r s wb</i>	“
R40	“	<i>a</i>	Карликовый мутант (с. Немчиновский-766, ЭМС) (Rehmatulla, 1976)
R64	“	<i>a</i>	Мутант (с. Немчиновский-766, ЭМС+ γ -лучи) с пониженной фертильностью, короткими и тонкими междоузлиями (Rehmatulla, Gostimskii, 1976). Мутация доминантная (Rehmatulla, 1976)
R74	“	<i>a</i>	Светло-зеленый мутант (с. Немчиновский-766, ЭМС+ γ -лучи) (Rehmatulla, 1976)
R94	“	<i>a ? cri</i>	Мутант (с. Немчиновский-766, ЭМС) с пониженной стерильностью и аномальным строением листьев (Rehmatulla, Gostimskii, 1976)
R100	“	<i>a</i>	Карликовый мутант (с. Немчиновский-766, ЭМС) с толстыми междоузлиями и нормальной фертильностью (Rehmatulla, Gostimskii, 1976)
“Чебурашка”	(1), каф. генетики МГУ	<i>a le def sup tac^A</i>	Рекомбинант
“Рас-тип”	(1)	<i>a af le deh def tac^A</i>	Спонтанный мутант (с. Батрак) с нарушениями развития листа
Аз-23	“	<i>a le af uni^{rac}</i>	Рекомбинант с нарушениями развития листа

Название линии	Происхождение	Известные мутации (группа сцепления**)	Описание фенотипа (для сортов указан год создания или районирования, если известен)
“5-листочковая акация”	“	<i>a le af def tac^A</i> <i>uni^{tac}</i>	“
“Люпиноид”	“	<i>a b def det fa i</i>	Рекомбинант с нарушениями развития побега (Sinjushin, Gostimskii, 2008)
K301*	ИЦиГ СО РАН	<i>a le nod4</i>	Мутант (с. Рамонский 77, НЭМ) с фасциацией и гипернодуляцией
<i>P. sativum</i> ssp. <i>arvense</i> (L.) Asch.	Ин-т ботаники НАН Армении		Дикорастущий горох

Обозначения мутаций по (PGene, 2015). Там, где специально не оговорено, – мутации рецессивны. Источник (1) – ГНУ ВНИИЗБК, (2) – ГНУ ВНИИССОК.

*Материал, полученный из внешних источников на условиях нераспространения, который может быть использован для совместной работы.

**Группа сцепления указана для мутаций, полученных на кафедре генетики биологического факультета МГУ.

Регуляция фотосинтеза

Способность к фотосинтезу характеризует подавляющее большинство растений. Основные особенности протекания и регуляции этого процесса достаточно консервативны, и их изучение возможно на модельных объектах. Именно индуцированные мутанты гороха с различными нарушениями фотосинтеза составили основу описываемой генетической коллекции гороха (см. таблицу). Часть из них имеет нормальную жизнеспособность («Хлорофилл-12», «Хлорофилл-13»), большинство летальны и могут быть поддержаны в гетерозиготном состоянии. Мутации имеют ядерную локализацию. Для части них (*chi2*, *chi4*, *chi6*, *chi115*) удалось установить положение на генетической карте, однако ни одна из описанных мутаций не была идентифицирована на молекулярном уровне или отождествлена с уже известными из других коллекций мутациями. Вероятно, это связано с тем, что хлорофилл-дефицитные мутанты чаще других образуются в ходе экспериментов по индуцированному мутагенезу, и фенотипически они могут быть сходны у разных видов, что затрудняет анализ методом поиска генов-кандидатов. Физиологическими и биофизическими методами были охарактеризованы изменения у различных форм. Описаны мутанты с нарушениями активности фотосистем I и II, транспорта электронов между фотосистемами (Bozhok et al., 1982). Из-за отсутствия данных о молекулярной природе полученных мутаций сложно сделать заключения общеприкладного характера на доступном в коллекции материале. Тем не менее

имеющиеся мутанты могут представлять интерес как удобная модель для изучения различных процессов. Так, летальный мутант «Хлорофилл-18», полностью лишенный хлорофилла (рис. 1, а), был успешно использован как объект для изучения функциональной роли фитохромов в регуляции устьичных движений (Sokol'skaya et al., 2003).

Генетический контроль развития сложного листа

Для большинства бобовых характерен сложный лист; у гороха он в норме состоит из прилистников, рахиса, листочков и усиков. К настоящему времени описано несколько десятков мутаций, нарушающих нормальное развитие листа (Sinjushin, 2013). Помимо значительного фундаментального интереса, некоторые из этих мутаций имеют прикладное значение в селекции. Так, многие сорта отечественной и зарубежной селекции имеют так называемый «усатый» тип листа (мутация *af*): разветвленный черешок несет многочисленные усики, которые, как считается, способствуют поддержанию стебля в вертикальном положении и препятствуют полеганию. Широко обсуждается практическая ценность других мутаций, влияющих на строение листа (Mikic et al., 2011; Zelenov et al., 2014). В коллекции кафедры генетики есть ряд форм, характеризующихся наследуемыми аномалиями в строении листа. Помимо хорошо известных мутаций (*af*, *tl*, *uni^{tac}*, *st* и др.), некоторые линии несут рецессивные аллели еще не охарактеризованных генов. Например, линия «Рас-тип», полученная из ВНИИЗБК (г. Орел),

несет мутацию *tendrilled acacia-A* (*tac^A*), которая вызывает срастание дистальных структур листа в единую листовую пластинку (Avercheva et al., 2012). В ходе работ по индуцированному мутагенезу были получены новые аллели генов *CRI* (линия R-94, неопубл. данные, рис. 1, б) и *COCH* (линия «Хлорофилл-4») (Sinjushin et al., 2011).

Регуляция активности апикальной меристемы побега и соцветия

В отличие от модельных видов *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Brassica-ceae) и *Antirrhinum majus* L. (Plantaginaceae), горох и представители родственных ему родов обладают сложным соцветием. Цветки образуются на специализированных коротких пазушных цветоносах, которые в свою очередь расположены в пазухах листьев на главном побеге. Апикальная меристема (АМ) последнего образуется из почки зародыша и в течение всего онтогенеза сохраняет недифференцированное состояние, пролиферативную активность и постоянные размеры. Одним из широко распространенных нарушений активности АМ является фасциация – неконтролируемое разрастание, приводящее к формированию уплощенного побега с аномальным количеством и расположением листьев и пазушных побегов. В 1976 г. при использовании индуцированного мутагенеза был получен мутант «Штамбовый» с выраженной фасциацией побега (Rehmatulla, Gostimsky, 1976). Изучение этого мутанта было началом исследования аномальных форм гороха и других бобовых с нарушениями активности АМ. К настоящему времени в коллекции собраны все известные генотипы гороха с фасциацией из различных коллекций и установлены аллельные отношения между ними (Sinjushin, Gostimsky, 2007). С использованием ДНК-маркеров два гена, *FAS* и *SYM28*, были локализованы на генетической карте (Sinjushin, Gostimsky, 2008; Sinjushin et al., 2008). Практически все представители семейства Fabaceae обладают уникальной особенностью к формированию симбиотической связи с азотфиксирующими бактериями (нодуляции). Интересно, что программы регуляции активности апикальной меристемы побега и некоторых ас-

пектов нодуляции имеют общие компоненты. Два имеющихся в коллекции фасцированных мутанта (линии K301 и P64) также характеризуются гипернодуляцией – формированием избыточного числа симбиотических клубеньков (Sidorova et al., 2015). Значительный интерес представляют формы с так называемым детерминантным типом роста (ДТР), при котором главный побег имеет ограниченный рост и производит верхушечную кисть. Эта особенность является хозяйственно ценной, поскольку она способствует практически одновременному созреванию плодов. Известна рецессивная мутация *det*, которая приводит к ДТР у гороха. В коллекции имеются линии *det* из разных источников (ДТР, «Люпиноид»). По результатам детального фенотипического и гибридологического анализа у форм с различными нарушениями активности АМ была предложена схема генетической регуляции ее активности (Sinjushin, 2011).

Генетическая регуляция формирования зигоморфного цветка

Горох, как и многие другие представители бобовых, обладает билатерально симметричным (зигоморфным) цветком. Формирование симметрии подобного типа происходило в разных эволюционных линиях независимо. У гороха известно несколько мутантов с нарушениями процесса дифференцировки разных типов лепестков (Wang et al., 2008). Например, у мутантов *keeled wings* (*k*, линия WL1238, см. таблицу) лепестки-весла превращены в элементы лодочки. У ряда мутантов наблюдаются нарушения в дифференцировке органов различных кругов: развитие плодолистиков вместо тычинок (мутант *stp-1*, линия J12163) или лепестков вместо тычинок (мутант *sup*, линии J11340 и «Чебурашка», рис. 1, в) и другие. Некоторые гены, ответственные за нормальное развитие цветка, уже идентифицированы, в то время как остальные изучены хуже. Материал коллекции кафедры генетики был использован для изучения механизмов, приводящих к увеличению числа плодолистиков в цветке (Sinjushin, 2014) – явлению, которое можно наблюдать в норме у некоторых представителей бобовых.

Изучение внутривидового молекулярно-генетического полиморфизма у *Pisum sativum*

На протяжении нескольких лет одним из основных направлений работы с коллекцией было изучение полиморфизма генома гороха посевного с использованием ДНК-маркеров различных типов (RAPD, SCAR, CAPS, ISSR, SSR и др.). Результаты этой работы частично обобщены в виде статьи (Gostimsky et al., 2005). Была определена мера генетического сходства между сортами и линиями различного происхождения. В частности, было подтверждено, что наибольшую степень родства обнаруживают сорта и полученные на их основе мутанты – как спонтанные, так и индуцированные. С использованием ДНК-маркеров удалось оценить влияние факторов космического полета на геном растений на примере двух линий гороха (Gostimsky et al., 2007). Частота спонтанного мутирования была описана также для длительно культивируемых каллусов гороха, т. е. на молекулярно-генетическом уровне была описана соматическая изменчивость (Kuznetsova et al., 2006). Материал коллекции был использован также для установления родственных отношений внутри трибы Fabaeae, в частности, для уточнения степени родства гороха и его ближайшего дикорастущего родича вавилонии красивой – *Vavilovia formosa* (Stev.) Fed. (Sinjushin, Demidenko, 2010).

Картирование новых мутаций на генетической карте

Первым этапом на пути идентификации новых генов в рамках «прямой генетики» становится локализация мутаций на генетической карте. Генетическое картирование у гороха с использованием морфологических и молекулярных маркеров стало одним из приоритетных направлений работы лаборатории генетики и селекции растений кафедры генетики МГУ. Были использованы маркерные линии, несущие многочисленные морфологические мутации и сильно отличающиеся по аллельному составу ДНК-маркеров (WL1238, WL1132, L577 и др., см. таблицу). В популяциях гибридов F₂ от скрещивания этих линий с новыми мутантами был успешно картирован ряд генов – *CHI42*, *CHI115*, *FAS*, *SYM28* (Gostimsky

et al., 2005; Sinjushin et al., 2008; Sinjushin, 2013). Полученные оригинальные данные о локализации гена *SYM28* были впоследствии использованы зарубежными коллегами для идентификации гена на молекулярном уровне (Krusell et al., 2011). Также удалось подтвердить положение многих генов с ранее известной локализацией (Kononov et al., 2005). Были предложены новые ДНК-маркеры, удобные для картирования (Kononov et al., 2005). Еще до появления ДНК-маркеров на основе ПЦР на кафедре было осуществлено картирование некоторых новых мутаций с использованием маркерных линий (L25, L58 и др.), гомозиготных по хромосомным перестройкам. Данные о ко-сегрегации морфологического маркера с точкой разрыва известной хромосомы использовали для локализации этого маркера на генетической карте. Таким способом было установлено положение мутаций, вызывающих дефекты фотосинтеза у линий «Хлорофилл-2», «Хлорофилл-4», «Хлорофилл-7» и «Хлорофилл-23». К сожалению, эти данные остались неопубликованными и вошли только в работу (Gostimsky, 1981).

Горох посевной как модель для изучения изменчивости кариотипа

Горох, на протяжении нескольких тысячелетий подвергавшийся искусственному отбору и имеющий значительное природное разнообразие, характеризуется изменчивостью кариотипа. Это обстоятельство долго затрудняло составление объединенной (консенсусной) генетической карты (Ellis et al., 1992; Kosterin, 2015). На протяжении длительного периода все вновь полученные на кафедре генетики мутанты гороха характеризовали не только с морфологической и физиологической, но и с кариологической точки зрения. Было показано, что во многих случаях возникновение морфологических наследуемых нарушений было связано с хромосомными мутациями – такова, например, линия R64 (см. таблицу) (Rehma-tulla, Gostimskii, 1976). Большинство обнаруженных аберраций относилось к транслокациям (Gostimsky, 1970; Ezhova, Gostimsky, 1976, 1979). Мутация, приводящая к нарушениям развития листа и цветка у линии «Хлорофилл-4», была идентифицирована с исполь-

зованием молекулярных маркеров. Было показано, что она представляет собой делецию (возможно, частичную) гена *COCH*, гомологичного генам *VOPI/2 A. thaliana* и необходимого для нормального развития цветка, прилистников и азотфиксирующих клубеньков (Sinjushin et al., 2011; Couzigou et al., 2012). Частота возникновения хромосомных мутаций послужила одним из показателей

стабильности генома при изучении влияния факторов космического полета на растения гороха (Gostimsky et al., 2007). Материал коллекции кафедры генетики был использован для детального изучения структуры хромосом гороха у различных сортов и линий (в том числе генотипов с транслокациями) с использованием дифференциального окрашивания (Samata-dze et al., 2005).

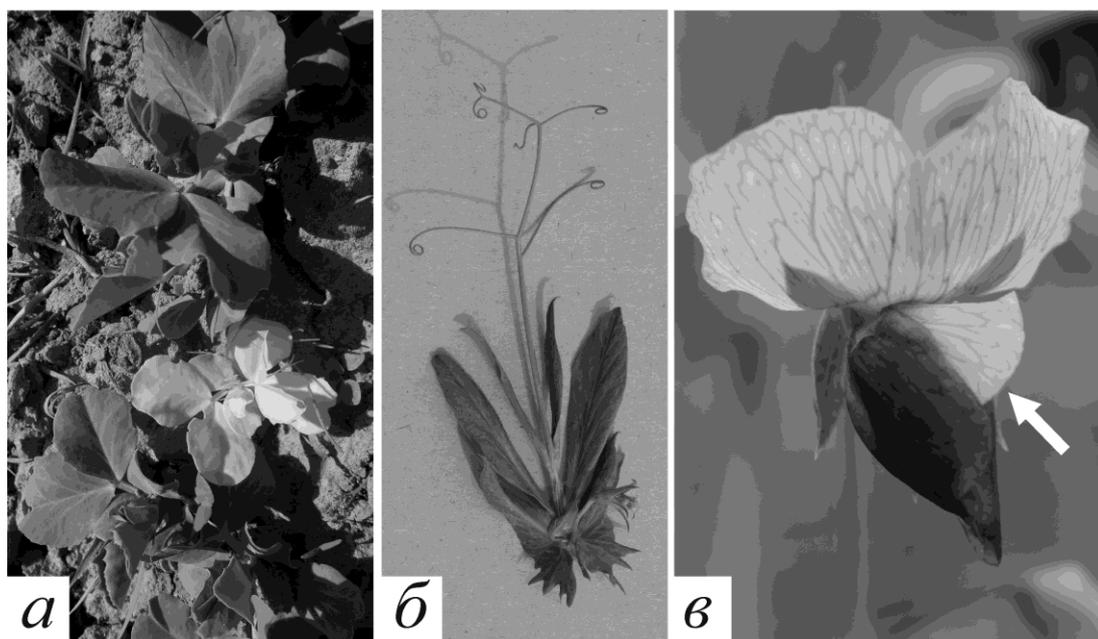


Рис. 1. Фенотипы некоторых оригинальных мутантов гороха из коллекции кафедры генетики МГУ

а – хлорофилл-дефицитное гомозиготное растение (летальный мутант), выщепляющееся в линии «Хлорофилл-18»; б – нарушения в строении листа в линии R-94; в – появление лишних лепестков (показаны стрелкой) у гибридного растения, полученного от скрещивания с линией «Чебурашка»

Fig. 1. Phenotypes of some original pea mutants from the described germplasm collection

а – chlorophyll-deficient homozygous plant (lethal mutant) from the line “Chlorophyll-18”; б – leaf anomalies in line R-94; в – supernumerary petals (arrow) in a hybrid plant obtained from the cross with the line “Cheburashka”

Заключение

Приведенный краткий обзор показывает разнообразие направлений, по которым осуществлялась и продолжает осуществляться исследовательская деятельность с использованием генетической коллекции гороха кафедры генетики МГУ. В настоящее время образцы коллекции сохраняются во всхожем состоянии путем регулярных пересевов, происходит непрерывное пополнение

фонда. Накопленный коллекционный и теоретический материал может быть использован для дальнейших исследований в области цитогенетики, филогенетики, идентификации новых генов, молекулярного картирования, оценки изменчивости разнообразия в культуре, биологии развития, физиологической генетики – в том числе и в рамках проектов, реализуемых совместно со специалистами из других учреждений.

Благодарности

Работа поддержана РФФИ (проект № 15-04-06374).

Выражаем признательность авторам фотографий – Ф. А. Коновалову, О. В. Аверчевой, А. С. Беляковой.

References/Литература

1. *Avercheva O. V., Sinjushin A. A., Zelenov A. N.* A spontaneous mutation in a semi-leafless pea cultivar restores leaflet formation and improves photosynthetic function // VI International Conference on Legumes Genetics and Genomics. Program and abstract book. Hyderabad: ICRIAT, 2012, p. 391.
2. *Bozhok G. V., Karpilova I. F., Gostimsky S. A.* Photochemical, physiological and biochemical characteristics of yellow-green pea mutants with inactive photosystems I and II // *Fiziologiya rastenii*, 1982, vol. 29, pp. 705–712 [in Russian] (*Божок Г. В., Карпилова И. Ф., Гостимский С. А.* Фото-химическая и физиолого-биохимическая характеристика желто-зеленых мутантов гороха с неактивными фотосистемами I и II // *Физиология растений*. 1982. Т. 29. С. 705–712).
3. *Cheghamirza K., Koveza O. V., Konovalov F. A., Gostimsky S. A.* Identification and mapping of *chl115* gene and DNA markers linked to it in pea (*Pisum sativum* L.) // *Rus. J. Genet.*, 2004, vol. 40, pp. 737–742 (*Чегамирза К., Ковеза О. В., Коновалов Ф. А., Гостимский С. А.* Идентификация и локализация гена *chl115* и сцепленных с ним ДНК-маркеров у гороха посевного (*Pisum sativum* L.) // *Генетика*. 2004. Т. 40. С. 909–915).
4. *Couzigou J. M., Zhukov V., Mondy S. et al.* NODULE ROOT and COCHLEATA maintain nodule development and are legume orthologs of Arabidopsis *BLADE-ON-PETIOLE* genes // *Plant Cell*, 2012, vol. 24, pp. 4498–4510.
5. *Ellis T. H. N., Turner L., Hellens R. P. et al.* Linkage maps in pea // *Genetics*, 1992, vol. 130, pp. 649–663.
6. *Ellis T. H. N., Hofer J. M. I., Timmerman-Vaughan G. M. et al.* Mendel, 150 years on // *Trends Plant Sci.*, 2011, vol. 16, pp. 590–596.
7. *Ezhova T. A., Gostimskii S. A.* Analysis of karyotypes of chlorophyll mutants and initial cultivars of pea // *Nauchnye doklady vysshei shkoly. Biologicheskie nauki*, 1976, no. 9, pp. 101–106 [in Russian] (*Ежова Т. А., Гостимский С. А.* Анализ кариотипов хлорофильных мутантов и исходных сортов гороха // *Научн. докл. высш. школы. Биол. науки*. 1976. № 9. С. 101–106).
8. *Ezhova T. A., Gostimsky S. A.* Genetic analysis of pea chlorophyll mutants // *Genetika*, 1979, vol. 15, pp. 691–700 [in Russian] (*Ежова Т. А., Гостимский С. А.* Генетический анализ хлорофильных мутантов гороха // *Генетика*. 1979. Т. 15. С. 691–700).
9. *Gostimsky S. A.* A case of simultaneous origin of chlorophyll mutation and reciprocal translocation caused by gamma-rays in pea // *Genetika*, 1970, vol. 6, pp. 51–54 [in Russian] (*Гостимский С. А.* Случай одновременного возникновения хлорофильной мутации и реципрокной транслокации при облучении семян гороха гамма-лучами // *Генетика*. 1970. Т. 6. С. 51–54).
10. *Gostimsky S. A.* Pleiotropic effect of chlorophyll mutation in pea // *Genetika*, 1972, vol. 8, pp. 31–36 [in Russian] (*Гостимский С. А.* Плеiotропный эффект хлорофильной мутации у гороха // *Генетика*. 1972. Т. 8. С. 31–36).
11. *Gostimsky S. A.* Genetic control of photosynthesis in higher plants: doctoral thesis. Moscow: MGU, 1981. 314 p. [in Russian] (*Гостимский С. А.* Генетический контроль фотосинтеза у высших растений. Дисс. ... докт. биол. наук. М.: МГУ, 1981. 314 с.).
12. *Gostimsky S. A., Ezhova T. A., Matorin D. N.* Genetic control of photosynthesis in *Pisum sativum* L. // *Fiziologiya rastenii*, 1981, vol. 28, pp. 269–279 [in Russian] (*Гостимский С. А., Ежова Т. А., Маторин Д. Н.* Генетический контроль фотосинтеза у *Pisum sativum* L. // *Физиология растений*. 1981. Т. 28. С. 269–279).
13. *Gostimsky S. A., Krendeleva T. E., Kukarskikh G. P. et al.* Characteristics of photosynthetic system in viable chlorophyll mutants of pea // *Fiziologiya rastenii*, 1991, vol. 38, pp. 31–39 [in Russian] (*Гостимский С. А., Кренделева Т. Е., Кукарских Г. П.* и др. Характеристика фотосинтетического аппарата жизнеспособных хлорофильных мутантов гороха // *Физиология растений*. 1991. Т. 38. С. 31–39).
14. *Gostimsky S. A., Kokaeva Z. G., Konovalov F. A.* Studying plant genome variation using molecular markers // *Rus. J. Genet.*, vol. 41, pp. 378–388 (*Гостимский С. А., Кокаева З. Г., Коновалов Ф. А.* Изучение организации и изменчивости генома растений с помощью молекулярных маркеров // *Генетика*. 2005. Т. 41. С. 480–492).
15. *Gostimsky S. A., Levinskikh M. A., Sychev V. N. et al.* The study of the genetic effects in generation of pea plants cultivated during the whole cycle of ontogenesis on the board of RS ISS // *Rus. J. Genet.*, 2007, vol. 43, pp. 869–874 (*Гостимский С. А., Левинских М. А., Сычев В. Н.* и др. Исследование генетических эффектов в потомстве растений гороха, выращенных в течение полного цикла онтогенеза в космической оранжерее на борту РС МКС // *Генетика*. 2007. Т. 43. С. 1050–1057).

16. Inge-Vechtov S. G. Retrospective of genetics (series of lectures). St. Petersburg, 2015, 336 p. [in Russian] (*Инге-Вечтомов С. Г. Ретроспектива генетики (курс лекций)*). СПб., 2015, 336с.).
17. Konovalov F., Toshchakova E., Gostimsky S. A. A CAPS marker set for mapping in linkage group III of pea (*Pisum sativum* L.) // Cell. Mol. Biol. Lett., 2005, vol. 10, pp. 163–171.
18. Kosterin O. E. Pea (*Pisum sativum* L.): the uneasy fate of the first genetical object // Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii, 2015, vol. 19, pp. 13–26 [in Russian] (*Костерин О. Э. При царе горохе (Pisum sativum L.): непростая судьба первого генетического объекта // Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2015. Т. 19. С. 13–26).
19. Kosterin O. E., Rozov S. M. Mapping of the new mutation *blb* and the problem of integrity of linkage group I // Pisum Genet., 1993, vol. 25, pp. 27–1.
20. Kovalenko O. V., Ezhova T. A. Two waxless mutants of somaclonal origin in pea // Pisum Genet., 1992, vol. 24, pp. 60–63.
21. Krusell L., Sato N., Fukuhara I. et al. The *Clavata2* genes of pea and *Lotus japonicus* affect autoregulation of nodulation // Plant J., 2011, vol. 65, pp. 861–871.
22. Kuznetsova O. I., Ash O. A., Gostimsky S. A. The effect of duration of callus culture on the accumulation of genetic alterations in pea *Pisum sativum* L. // Rus. J. Genet., 2006, vol. 42, pp. 555–562 (*Кузнецова О. И., Аш О. А., Гостим-ский С. А. Изучение влияния продолжительности культивирования каллусов на накопление генетических изменений у регенерантов гороха (Pisum sativum L.) // Генетика*. 2006. Т. 42. С. 684–692).
23. Lamm R., Miravalle R. J. A translocation tester set in *Pisum* // Hereditas, 1959, vol. 45, pp. 417–440.
24. Levenko B. A., Gostimsky S. A., Matorn D. N. Spectral features of light-green pea mutant with semidominant inheritance // Biologicheskie nauki, 1984, vol. 11, pp. 18–33 [in Russian] (*Левенко Б. А., Гостим-ский С. А., Маторин Д. Н. Спектральные свойства светло-зеленого мутанта гороха с полудоминантным характером мутации // Биол. науки*. 1984. Т. 11. С. 18–33).
25. Mendel G. Versuche über Pflanzenhybriden // Verhandlungen der Naturforschungs Vereins. 1866, bd. 4, s. 3–47.
26. Mikic A., Mihailovic V., Cupina B. Genetic background and agronomic value of leaf types in pea (*Pisum sativum*) // Rat. Povrt., 2011, vol. 48, pp. 275–284.
27. PGene. Pisum Gene List. <http://data.jic.ac.uk/cgi-bin/pgene/default.asp>. Accessed 19.11.2015.
28. Rehmatulla A. Cytogenetic analysis of induced mutants in pea: Ph.D. thesis. Moscow, 1976. 122 p. [in Russian] (*Рехматулла А. Цитогенетический анализ индуцированных мутаций у гороха (Pisum sativum L.)*). Дисс. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1976. 122 с.).
29. Rehmatulla A., Gostimskii S.A. Cytogenetic analysis in morphological mutants of pea // Nauchnye doklady vysshei shkoly. Biologicheskie nauki, 1976, no. 5, pp. 107–112 [in Russian] (*Рехматулла А., Гостим-ский С.А. Цитогенетический анализ морфологических мутантов гороха // Научн. доклады высш. школы. Биол. науки*. 1976. № 5. С. 107–112).
30. Reid J. B., Ross J. J. Mendel's genes: towards a full molecular characterization // Genetics, 2011, vol. 189, pp. 3–10.
31. Samatadze T. E., Muravenko O. V., Bolsheva N. L. et al. Investigation of chromosomes in varieties and translocation lines of pea *Pisum sativum* L. by FISH, Ag-NOR, and differential DAPI staining // Rus. J. Genet., 2005, vol. 41, pp. 1381–1388 (*Саматадзе Т. Е., Муравенко О. В., Большеева Н. Л. и др. Изучение хромосом сортов и транслокационных линий гороха посевного (Pisum sativum L.) с использованием FISH, Ag-ЯОР- и DAPI-дифференциального окрашивания // Генетика*. 2005. Т. 41. С. 1665–1673).
32. Sidorova K. K., Glyanenko M. N., Mishchenko T. M. Symbiotic nitrogen fixation in legumes as a novel genetic and selection trait // Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii, 2015, vol. 19, pp. 50–57 [in Russian] (*Сидорова К. К., Глянченко М. Н., Мищенко Т. М. и др.. Симбиотическая фиксация атмосферного азота у бобовых растений как генетико-селекционный признак // Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2015. Т. 19. С. 50–57).
33. Sinjushin A. On the role of genes *DETERMINATE*, *LATE FLOWERING* and *FASCIATA* in the morphogenesis of pea inflorescence // Ratar. Povrt., 2011, vol. 48, pp. 313–320.
34. Sinjushin A. A. Mutation genetics of pea (*Pisum sativum* L.): What is done and what is left to do // Ratarstvo i povrtarstvo, 2013, vol. 50, pp. 36–43.
35. Sinjushin A. A. Origin and variation of polymorous gynoecea in Fabaceae: evidence from floral mutants of pea (*Pisum sativum* L.) // Plant Syst. Evol., 2014, vol. 300, pp. 717–727.
36. Sinjushin A. A., Demidenko N. V. *Vavilovia formosa* (Stev.) Fed. (Fabaceae, Fabaceae) on Meyen's "panel with a multitude of lamps" // Wulfenia, 2010, vol. 17, pp. 45–56.
37. Sinjushin A. A., Gostimskii S. A. Relationship between different fasciated lines of pea // Pisum Genet., 2007, vol. 39, pp. 16–18.

38. Sinjushin A. A., Gostimskii S. A. Genetic control of fasciation in pea (*Pisum sativum* L.) // Rus. J. Genet., vol. 44, pp. 702-708 (Синюшин А. А., Гостимский С. А. Генетический контроль признака фасциации у гороха посевного (*Pisum sativum* L.) // Генетика. 2008. Т. 44. С. 807–814).
39. Sinjushin A. A., Kononov F. A., Gostimskii S. A. *Sym28*, a gene controlling stem architecture and nodule number, is localized on linkage group V // *Pisum Genetics*, 2008, vol. 40, pp. 15–18.
40. Sinjushin A. A., Khartina G. A., Gostimskii S. A. New allele of the *COCHLEATA* gene in pea (*Pisum sativum* L.) // Rus. J. Genet., 2011, vol. 47, pp. 1422–1427 (Синюшин А. А., Хартина Г. А., Гостимский С. А. Новый аллель гена *COCHLEATA* у гороха посевного (*Pisum sativum* L.) // Генетика. 2011. Т. 47. С. 1604–1610).
41. Smýkal P., Coyne C. J., Ambrose M. J. et al. Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding // *Crit. Rev. Plant Sci.*, 2015, vol. 34, pp. 43–104
42. Sokolskaya S. V., Sveshnikova N. V., Kochetova G. V. et al. Involvement of phytochrome in regulation of transpiration: red-/far red-induced responses in the chlorophyll-deficient mutant of pea // *Funct. Plant Biol.*, 2003, vol. 30, pp. 1249–1259.
43. Tageeva S. V., Gostimsky S. A., Bakeeva L. E. Chlorophyll mutants of pea with altering leaf pigmentation // *Izvestiya AN SSSR. Seriya biologicheskaya*, 1968, vol. 4, pp. 495–506 [in Russian] (Тажеева С. В., Гостимский С. А., Бакеева Л. Е. Хлорофильные мутанты гороха с меняющейся окраской листьев // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1968. Т. 4. С. 495–506).
44. Wang Z. et al. Genetic control of floral zygomorphy in pea (*Pisum sativum* L.) // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2008, vol. 105, pp. 10414–10419.
45. Zelenov A. N., Naumkina T. S., Schetinina V. Yu. et al. Value and perspectives of usage of multiple imparipinnate form of pea // *Zernobobovyye i Krupyanyie Kul'tury*, 2014, iss. 3, pp. 12–19 [in Russian] (Зеленов А. Н., Наумкина Т. С., Щетинина В. Ю. и др. Достоинства и перспективы использования многократно непарноперистой формы гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 3. С. 12–19).

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-61-73

УДК 634.723.1: 631.559 (470. 2) **СЛАГАЕМЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ**

О. А. Тихонова

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

Ключевые слова:

*черная смородина, сорт, са-
моплодность, продуктив-
ность, масса ягоды, побег,
кисть, узел*

Актуальность. Черная смородина относится к числу ведущих ягодных культур для Северо-Западного региона РФ. В настоящее время в мире насчитывается более 1200 ее сортов. Очень важно из существующего огромного ассортимента подобрать для каждой конкретной зоны возделывания высоко адаптивные сорта, способные обеспечить стабильную урожайность в данном регионе. **Материалы и методы.** Были исследованы 39 сортов черной смородины различного генетического и эколого-географического происхождения коллекции научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лабораторий ВИР». Изучение компонентов продуктивности и определение самоплодности сортов проводили в соответствии с общепринятыми методическими указаниями. Фактическую продуктивность определяли путем весового учета. **Результаты и выводы.** На основании проведенного изучения выделены сорта, обладающие максимальной выраженностью отдельных компонентов продуктивности, а также обладающие комплексным их сочетанием. Высокие потенциальные резервы продуктивности в условиях Северо-Запада России способны реализовать сорта 'Орловская серенада', 'Орловский вальс', 'Чудное мгновение', 'Славянка', 'Очарование', 'Сюита Киевская', 'Муравушка', 'Чернавка', 'Монисто', 'Мила', 'Краса Львова'. Проведенный корреляционный анализ полученных данных позволил выявить связь потенциальной продуктивности с отдельными ее компонентами. Отмечена достаточно высокая сопряженность продуктивности с количеством плодоносящих побегов в кусте ($r = 0,78$) и количеством плодоносящих узлов на побеге ($r = 0,53$). Умеренная положительная корреляция существует между продуктивностью сорта и массой ягоды ($r = 0,36$). Уровень фактической продуктивности сортов коррелирует с величиной потенциальной продуктивности ($r = 0,67$).

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-61-73

ELEMENTS OF THE BLACK CURRANT PRODUCTIVITY COMPONENT IN THE ENVIRONMENTS OF THE RUSSIAN NORTH-WEST

O. A. Tikhonova

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

Key words:

black currant, variety, self-fertility, productivity, weight of berry, shoot, raceme, node

Background. Black currant is one of the leading fruit crops in the North-West of Russia. Currently, there are more than 1200 varieties in the world. It is very important to pick up highly adaptive varieties from the existing huge assortment that can provide a stable yield in this concrete region. **Materials and methods.** Thirty-nine black currant varietal accessions of different genetic and eco-geographic origin were the object of the research. The study of productivity components and the determination of the varieties' self-fertility were carried out in accordance with the methodological guidelines. The actual productivity of varieties was assessed according to their weight records. **Results and conclusion.** The cultivars with maximum expression of separate components of productivity and with their complex combination were released. High potential reserves of productivity in the North-West of Russia make it possible to cultivate the varieties 'Orlovskaya serenada', 'Orlovskij val's', 'Chudnoe mgnovenie', 'Slavyanka', 'Ocharovanie', 'Syuita Kievskaya', 'Muravushka', 'Chernavka', 'Monisto', 'Mila', and 'Krasa L'vova'. Correlations of the potential productivity and its individual components were detected. The linkage was found between the potential productivity and its separate components, such as: the number of fruit-bearing shoots in the bush ($r = 0.78$); the number of fruit-bearing nodes per stem ($r = 0.53$); the weight of the berries ($r = 0.36$). The level of actual productivity is correlated with the magnitude of the cultivars potential productivity.

Введение

Высокая урожайность и стабильность плодоношения являются важнейшими характеристиками современного сорта черной смородины. Благодаря современным достижениям селекции в настоящее время создано немало зимостойких, крупноплодных, устойчивых к болезням и вредителям сортов с высокой потенциальной продуктивностью, составляющей более 60 т/га. Однако зачастую большие возможности, заложенные в сорте, не реализуются на практике. В производственных посадках (Knyazev et al., 2011) урожайность черной смородины не превышает 3–4 т/га. Факторы, определяющие потенциальную продуктивность, включают количество плодоносящей древесины, число плодоносящих узлов на единицу длины побега, число цветков на узел и размер ягод (Кеер, 1981). Полевая урожайность непосредственно связана с самоплодностью сорта и осыпаемостью ягод, его адаптационными признаками (зимостойкостью, устойчивостью к болезням и вредителям), с погодными условиями в период вегетации, реакцией на удобрения. Она определяется также скороплодностью, длительностью продуктивного периода, способностью к восстановлению после повреждений морозами в зимние месяцы (Ravkin, 1987). Все эти факторы оказываются решающими при определении конечной величины урожая. Очень важно из существующего на сегодняшний день огромного сортимента подобрать для каждой конкретной зоны возделывания культуры адаптивные сорта, способные наиболее полно раскрыть свои потенциальные возможности и обеспечить высокую урожайность в данном регионе. Задача наших исследований заключалась в оценке основных компонентов продуктивности и определение потенциальных возможностей сорта в сравнении с его фактической продуктивностью; выделение лучших сортов как по отдельным показателям, так и по оптимальному их сочетанию для использования в селекции, а также пригодных для возделывания в условиях Северо-Запада России.

Материалы и методы

Изучение продуктивности сортов проводили на коллекции черной смородины научно-производственной базы (НПБ) «Пушкинские и Павловские лабораторий ВИР» (ранее Павловская опытная станция ВИР), расположенной в 30 км к югу от Санкт-Петербурга. Объектами исследования служили 39 сортов различного эколого-географического и генетического происхождения (таблица). Оценка основных компонентов продуктивности (количество плодоносящих побегов в кусте, число плодоносящих узлов на побеге, количество кистей в узле и ягод в кисти, среднюю массу ягоды) и определение самоплодности проводили в соответствии с методическими указаниями (Program and methodology..., 1999). Потенциальную продуктивность рассчитывали путем умножения основных компонентов: число плодоносящих побегов \times число плодоносящих узлов на побеге \times процент многокистных узлов \times число ягод в кисти \times масса ягоды). Фактическую продуктивность сортов определяли путем покустового весового учета.

Результаты и обсуждение

Слагаемые компоненты продуктивности

Количество плодоносящих побегов. У большинства современных сортов основная масса урожая сосредоточена на одно-, двухлетнем приросте, поэтому при создании высокоурожайных сортов важное значение имеет отбор по количеству плодоносящих побегов. Проявление данного признака в большей степени зависит от генотипа растений и в меньшей – от условий среды (Knyazev, 2004). Наши исследования показали, что количество плодоносящих побегов в кусте варьировало в зависимости от сорта от 16 до 45 (см. таблицу). Наиболее интенсивным образованием плодоносящих побегов (36–45 шт.) характеризовались сорта ‘Орловская Серенада’, ‘Монисто’, ‘Муравушка’, ‘Чудное мгновение’, ‘Кипиана’ и ‘Пигмей’. Высокая степень выраженности признака (26–34 побега с плодоношением)

наблюдалась у сортов 'Маленький принц', 'Almiai', 'Чаровница', 'Гамма', 'Селена', 'Воспоминание', 'Грация' и 'Мила'. Хорошей побегообразовательной способностью (21–25 побегов) обладали сорта 'Заглядень', 'Надия', 'Tisel', 'Премьера', 'Сибилла' и др. Среднее количество плодоносящих побегов (16–20) имели сорта 'Дачница', 'Черешнева', 'Дашковская', 'Ажурная', 'Сенсей', 'Украинка' и 'Рита'.

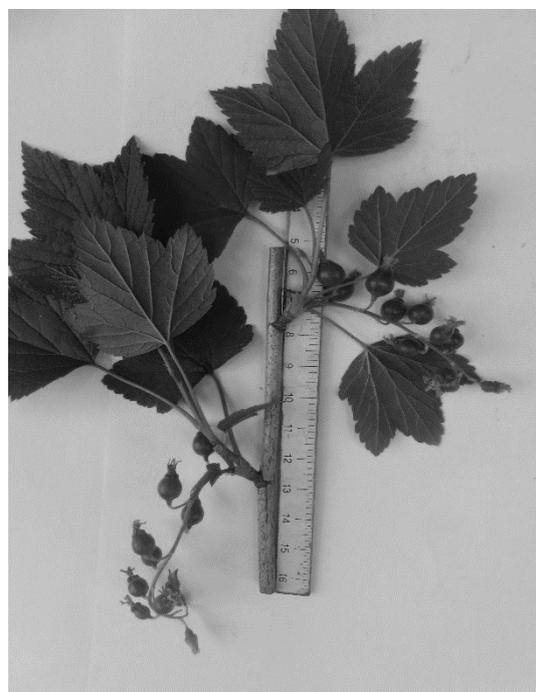
Количество плодоносящих узлов на побеге. Одним из важных компонентов продуктивности является количество плодоносящих узлов на побеге. Известно (Кныазев, 2004), что проявление данного признака определяется в основном сочетанием полигенов в конкретном генотипе. Факторы окружающей среды в этом случае имеют меньшее значение. Проведенные нами исследования позволили выявить большой размах изменчивости признака – 42,0–82,6%. Максимальное проявление показателя (формирование 80,0–82,6% узлов с плодоношением) наблюдалось у сортов

'Гамма', 'Сластена', 'Премьера', 'Орловский Вальс' и 'Орловская серенада'. У подавляющего большинства изученных сортов (62,9%) на побеге также закладывалось большое количество плодоносящих узлов (60,5–79,0%). Средние значения показателя (42,0–57,5%) имели сорта 'Рита', 'Мила', 'Черешнева', 'Tisel', 'Stor Klas' и 'Чернавка' (см. таблицу).

Многокистность узлов. К числу важных факторов, влияющих на уровень продуктивности, относится многокистность узлов. Проявление данного признака в значительной степени зависит от условий выращивания и может изменяться по годам. Самое большое количество двойных и тройных кистей на один узел (30,4–54,4%) формировали сорта 'Вира', 'Муравушка' (рис. 2), 'Stor Klas', 'Чернавка' и 'Очарование', однако вариабельность признака была очень высокой – $V = 66,2–79\%$. Исключение составил сорт 'Вира', коэффициент вариации у которого был чуть выше средних значений – 22,3%.



а



б

Рис. 1. Кисти сортов черной смородины: а) 'Сибилла'; б) 'Сенсей'

Fig. 1. Racemes of black currant cultivars: a) 'Sibilla'; b) 'Sensei'



а



б

Рис. 2. Кисти сортов черной смородины: а) 'Вира', б) 'Муравушка'

Fig. 2. Racemes of black currant cultivars: a) 'Vira'; b) 'Muravushka'

У сорта 'Очарование' в 2011 году сформировалось 80% многокистных узлов, при максимальном уровне проявления признака – шесть кистей на один узел.

Число ягод в кисти. Важным компонентом продуктивности является число ягод в кисти. Помимо генетической обусловленно-

сти, данный признак в сильной степени зависит от уровня самоплодности, агротехнического фона и погодных условий до и после цветения (Кныазев, 2004). Увеличение кисти только на одну ягоду (массой 0,9–1,0 г), дает более тонны прибавки урожая на один гектар (Shavyrkina at al., 2014).

Таблица. Отдельные компоненты продуктивности сортов черной смородины;
НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2011, 2012 гг.
Table. Separate components of the productivity of black currant varieties;
Pushkin and Pavlovsk laboratories of VIR, 2011, 2012

Название сорта	Количество			% многокистных узлов	Средняя масса ягоды, г	Самоплодность, %	Продуктивность, кг/куст		% соответствия
	плодоносящих побегов, шт.	узлов с плодоношением, %	ягод в кисти, шт.				потенциальная	фактическая	
Пигмей	45±6,5	70,8	7	3,2	1,52±0,09	33,1	5,8	1,7	29,3
Орловская серенада	36±5,0	82,6	7	12,7	1,18±0,04	74,2	4,9	3,6	73,5
Сластена	35±7,5	80,1	4	21,3	1,92±0,18	47,3	4,8	1,1	22,9
Кипиана	41±2,0	75,5	6	1,4	1,28±0,10	44,5	4,5	1,2	26,7
Орловский вальс	27±6,5	82,2	7	10,2	1,63±0,07	62,1	4,4	2,7	61,4
Славянка	34±9,0	78,6	6	1,3	1,52±0,26	57,2	4,4	2,4	54,5
Мила	34±1,5	54,3	8	4,6	1,50±0,09	45,0	4,1	2,2	53,7
Монисто	38±1,0	76,1	6	19,3	1,48±0,13	47,0	4,0	2,3	57,5
Чудное мгновение	40±3,0	67,1	8	3,3	1,18±0,06	63,3	3,8	2,6	68,4
Василиса	31±3,5	70,8	7	4,2	1,35±0,05	41,4	3,8	1,4	36,8
Сюита Киевская	28±1,5	69,0	7	1,8	1,60±0,05	62,3	3,4	2,4	70,6
Муравушка	40±1,0	78,9	5	30,4	1,08±0,08	54,3	3,4	2,3	67,6
Грация	33±1,0	71,5	6	0,0	1,42±0,30	69,7	3,4	1,7	50,0
Очарование	28±5,5	78,6	5	54,5	1,73±0,30	55,3	3,3	2,4	72,7
Краса Львова	25±1,0	72,6	5	0,7	2,20±0,09	36,4	3,2	2,1	65,6
Чаровница	30±2,5	66,4	7	2,0	1,60±0,08	50,7	3,1	1,3	41,9
Зуша	23±1,0	78,4	6	21,0	1,11±0,04	59,5	2,9	0,8	27,6
Загляденье	21±0,5	74,4	6	17,6	1,76±0,05	48,2	2,8	1,4	50,0
Чернавка	28±1,5	57,5	7	34,9	1,40±0,03	52,1	2,8	2,3	82,1
Премьера	22±0,5	81,7	5	3,0	1,61±0,06	56,6	2,8	1,0	35,7
Маленький принц	26±9,0	65,9	6	2,4	1,57±0,10	55,5	2,8	1,7	60,7
Легенда	35±7,0	77,9	7	1,4	1,06±0,10	73,3	2,7	1,8	66,7
Almiai	29±1,5	64,9	7	0,95	1,58±0,01	63,5	2,7	1,7	62,9
Гамма	26±1,0	80,0	6	0,0	1,13±0,10	46,6	2,6	1,1	42,3
Сибилла	25±3,5	79,0	8	0,0	0,93±0,04	53,5	2,5	0,8	32,0
Дашковская	19±2,3	76,2	8	7,7	1,36±0,08	55,7	2,3	0,6	26,1
Воспоминание	31±1,5	66,4	6	0,95	1,45±0,18	52,3	2,3	1,0	43,5
Селена	27±0,5	71,0	5	0,8	2,00±0,09	33,8	2,3	2,0	86,9
Вира	31±4,5	65,6	7	44,0	0,89±0,22	44,8	1,9	0,9	47,4
Рита	20±7,5	42,0	8	3,3	1,21±0,05	50,1	1,8	0,7	38,9
Ажурная	19±3,5	71,1	6	11,9	1,34±0,29	70,8	1,8	1,3	72,2
Дачница	16±1,5	78,4	7	23,5	0,99±0,05	66,9	1,7	0,6	35,3
Украинка	20±2,5	61,2	7	1,8	1,60±0,40	44,6	1,5	0,8	53,3
Надия	21±3,0	65,0	6	2,8	1,00±0,10	67,1	1,4	0,8	57,1
Черешнева	18±1,5	54,3	6	16,7	1,40±0,30	38,5	1,3	0,8	61,5
Stor Klas	23±3,5	55,1	6	31,7	1,16±0,05	57,6	1,3	1,0	76,9
Tisel	22±0,2	54,7	6	0,7	1,05±0,09	58,3	1,1	0,7	63,6
Сенсей	20±2,0	56,7	6	0,0	1,16±0,02	50,3	0,9	0,7	77,8
Зоря Галицкая	26±1,5	60,5	4	1,7	1,14±0,11	57,8	0,8	0,6	75,0
НСР_{0,5}	9,14	17,7		0,34	0,34	21,5	1,9	1,03	

Наши исследования показали, что у изучаемых сортов число ягод в кисти варьировало от 4 до 8-ми. При этом кисти основной массы сортов (51,3%) содержали 5–6 ягод. Выполненные кисти с семью ягодами имели сорта ‘Пигмей’, ‘Василиса’, ‘Орловский вальс’, ‘Чернавка’, ‘Орловская серенада’, ‘Дачница’, ‘Чаровница’ и др. (см. таблицу). По восемь (от 7 до 11) ягод в кисти содержали сорта ‘Дашковская’, ‘Сибилла’, ‘Рита’, ‘Мила’ и ‘Чудное мгновение’. Сорта ‘Сластена’ и ‘Зоря Галицкая’ в годы исследования характеризовались самыми низкими значениями показателя – 4 ягоды на одну кисть.

Масса ягоды. Одним из наиболее значимых компонентов продуктивности является масса ягоды. Несмотря на то, что крупноплодность – генотипический признак, его проявление в сильной степени зависит от агротехнических условий выращивания, возраста растений, условий опыления и оплодотворения и других факторов (Shirko, Radyuk et al.; 1993, Knyazev, 2004). В наших исследованиях средняя масса ягоды варьировала в широких пределах – 0,89–2,2 г (см. таблицу). Среди изученных сортов самую многочисленную группу (61,5%) составили очень крупноплодные сорта со средней массой ягоды 1,28–2,2 г. В нее вошли сорта украинской селекции – ‘Краса Львова’, ‘Селена’, ‘Украинка’, ‘Сюита Киевская’, ‘Черешнева’; сорта, выведенные во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК, г. Орел) – ‘Загляденье’, ‘Очарование’, ‘Орловский вальс’, ‘Монисто’, ‘Грация’, ‘Ажурная’; сорта селекции Всероссийского НИИ садоводства им. И.В. Мичурина (ВНИИС, г. Мичуринск) – ‘Чаровница’, ‘Маленький принц’, ‘Чернавка’; НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко (НИИСС, г. Барнаул) – ‘Мила’; Свердловской опытной селекционной станции – ‘Славянка’, ‘Василиса’ и др. На долю относительно крупноплодных сортов с массой ягоды 0,99–1,21 г пришлось 33,3% от общего числа изученных образцов. К ним отнесены сорта ‘Орловская серенада’, ‘Чудное мгновение’, ‘Зуша’, ‘Дачница’, ‘Гамма’ (ВНИИСПК); ‘Сенсей’ (ВНИИС им.И.В.Мичурина); ‘Stor Klas’ (Швеция); ‘Tisel’ (Польша) и др. Мелкоплодность была характерна для сортов ‘Вира’ и ‘Сибилла’,

средняя масса ягоды которых составила 0,89 и 0,93 г соответственно.

Самоплодность. Высокая продуктивность всегда неразрывно связана со способностью сорта завязывать плоды от опыления своей пыльцой, т. е. самоплодностью. Согласно полученным нами данным, степень самоплодности изученных сортов находилась в пределах 33,1–74,2% (см. таблицу).

Как показали исследования, высокая самоплодность была характерна для сортов, являющихся 3-х и 4-х-геномными потомками смородины дикуши (*Ribes dikuscha* Fisch. ex Turcz.). Наибольшей завязываемостью ягод (>60%) характеризовались 4-х-геномные производные смородины дикуши, европейского и сибирского подвидов (*R. nigrum* subsp. *europaeum* Jancz., *R. nigrum* subsp. *sibiricum* Wolf E.) и скандинавского экотипа смородины черной – ‘Орловская серенада’, ‘Ажурная’, ‘Дачница’, ‘Чудное мгновение’, ‘Орловский вальс’; 3-х-геномные сорта ‘Сюита Киевская’, ‘Almiai’ (рис. 3) и сорт с обогащенной генетической наследственностью – ‘Грация’. Высокая степень самоплодности (>50%) была присуща сортам ‘Зуша’, ‘Зоря Галицкая’, ‘Воспоминание’, ‘Славянка’, ‘Дашковская’, ‘Маленький принц’, ‘Муравушка’, ‘Очарование’, ‘Сибилла’, ‘Чаровница’ и ‘Чернавка’, также относящимся к группе 4-х-геномных потомков смородины дикуши; 3-х-геномным сортам ‘Премьера’, ‘Сенсей’, полученным с участием смородины дикуши, европейского и сибирского подвидов смородины черной и сортам ‘Tisel’ и ‘Stor Klas’, содержащим гены *R. ussuriense* Jancz. Хорошая завязываемость ягод (30–50%) была характерна для 4-х-геномных сортов ‘Загляденье’, ‘Сластена’, ‘Краса Львова’, ‘Рита’, ‘Мила’, ‘Пигмей’; сортов ‘Гамма’ и ‘Кипиана’, в геноме которых помимо генов смородины дикуши и двух подвидов смородины черной присутствуют гены *R. glutinosum* Benth. и *Grossularia reclinata* (L.) Mill.; для сорта ‘Вира’, являющегося производным европейского подвида *R. nigrum*; для сортов ‘Украинка’ и ‘Василиса’, содержащих гены европейского и сибирского подвидов и скандинавского экотипа смородины черной, а также для сорта с обогащенной генетической наследственностью ‘Черешнева’.



Рис. 3. Завязываемость ягод при естественном самоопылении сорта 'Almiai'

Fig. 3. Self-fertility of the cultivar 'Almiai'

При этом у высокосамоплодных сортов 'Легенда', 'Надия', 'Чаровница', 'Stor Klas', 'Воспоминание', 'Сенсей' и 'Сибилла' завязываемость ягод была стабильно высокой и мало изменялась по годам ($V = 1,4-8,2\%$). У таких высокосамоплодных сортов, как 'Чудное мгновение', 'Маленький принц', 'Зуша', 'Славянка', 'Грация', 'Орловский вальс', 'Almiai', 'Дашковская', и сортов с хорошей самоплодностью – 'Загляденье', 'Сластена', 'Краса Львова' и 'Монисто', наблюдался средний уровень изменчивости признака – $V = 10,3-18,9\%$. Значительная вариабельность уровня самоплодности ($V > 20\%$) отмечена у сортов 'Tisel', 'Зоря Галицкая', 'Премьера', 'Дачница', 'Муравушка', 'Гамма', 'Вира', 'Очарование', 'Рита', 'Чернавка', 'Орловская серенада' и 'Пигмей'.

Потенциальная продуктивность

Сопоставив данные по изученным слагаемым компонентам продуктивности, можно заключить, что оптимальное сочетание всех параметров, определяющих высокую потенциальную продуктивность (20 и более плодоносящих побегов на куст; 70% и более

плодоносящих узлов; не менее 6 ягод в кисти массой 1,2 г и более; степень самоплодности – не менее 60%), наблюдается лишь у трех сортов – 'Орловский вальс', 'Орловская серенада' и 'Грация'.

Потенциальная продуктивность, рассчитанная на основе полученных данных, составила 0,8 ('Зоря Галицкая') – 5,8 кг/куст ('Пигмей'). В соответствии с этим изучаемые сорта дифференцированы на 3 группы: сорта с высокой потенциальной продуктивностью; среднепродуктивные и низкопродуктивные (рис. 4). Группа, объединяющая сорта с высоким потенциалом продуктивности (2,3–5,8 кг/куст), наиболее многочисленна (71,8% от общего числа сортов). Она образована сортами 'Пигмей', 'Орловская серенада', 'Сластена', 'Кипиана', 'Орловский вальс', 'Славянка', 'Мила', 'Монисто' и др. (см. таблицу).

Группа сортов со средней потенциальной продуктивностью (1,1–1,9 кг/куст) включает 23,1% изученных сортов. В состав этой группы вошли сорта 'Вира', 'Рита', 'Ажурная', 'Дачница', 'Украинка', 'Надия', 'Че-

решнева' и др. Низкая потенциальная продуктивность была характерна для сортов 'Сенсей' и 'Зоря Галицкая' – 0,9 и 0,8 кг/куст соответственно.

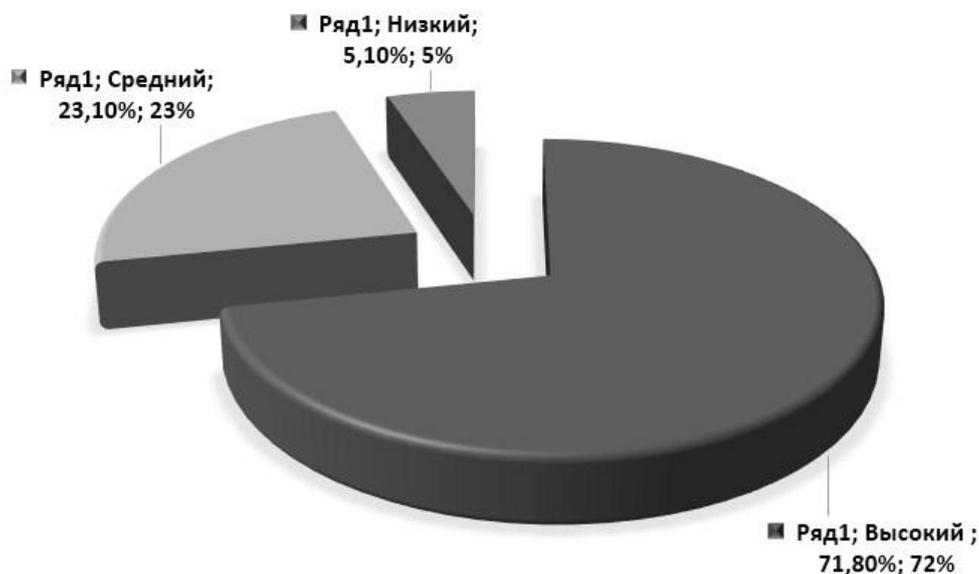


Рис. 4. Уровень потенциальной продуктивности сортов черной смородины; НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2011, 2012 гг.

Fig. 4. The level of potential productivity of black currant cultivars; Pavlovsk and Pushkin laboratories of VIR, 2011, 2012

Фактическая продуктивность

Данные проведенного весового учета показали, что фактическая продуктивность сортов варьировала от 0,6 кг/куст до 3,6 кг/куст. Полученные результаты позволили выделить по уровню фактической продуктивности 3 группы сортов. В группу высокопродуктивных (2,0–3,6 кг/куст) вошло 30,8% сортов от общего числа изученных; среднепродуктивные составили 38,5%; сорта с низкой продуктивностью – 30,3% (рис. 5). Сопоставление уровня потенциальной и фактической продуктивности позволило выявить, что из 71,8% потенциально высокопродуктивных сортов реализовать свой потенциал смогли только 30,8% сортов

(см. рис. 5). Это сорта: 'Орловская серенада', 'Орловский вальс', 'Чудное мгновение', 'Славянка', 'Сюита Киевская', 'Очарование', 'Муравушка', 'Монисто', 'Чернавка', 'Мила', 'Краса Львова' и 'Селена'. Потенциально высокопродуктивные сорта 'Пигмей', 'Сластена', 'Кипиана', 'Василиса', 'Чаровница', 'Маленький принц', 'Легенда', 'Almiai', 'Загляденье', 'Грация' и 'Гамма' по уровню фактической продуктивности перешли в разряд среднепродуктивных (1,05–1,80 кг/куст). Сорта 'Зуша', 'Премьера', 'Сибилла', 'Дашковская' и 'Воспоминание', также являющиеся потенциально высокопродуктивными, показали низкую фактическую продуктивность (0,6–1,0 кг/куст).

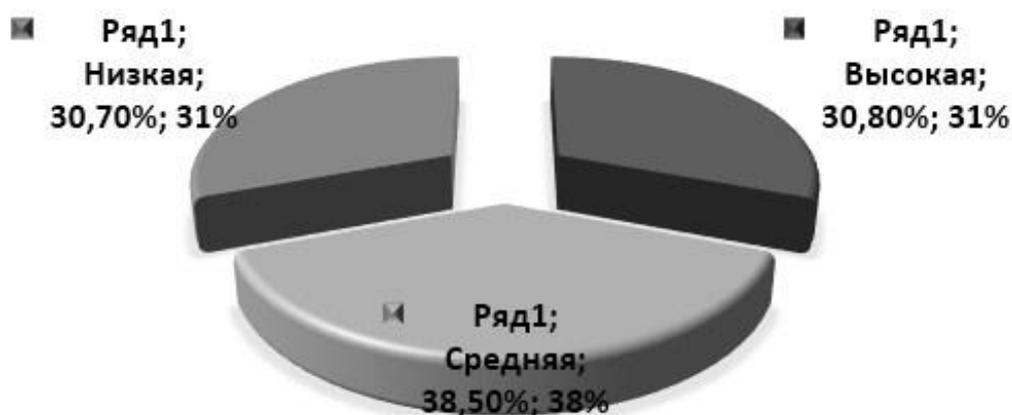


Рис. 5. Уровень фактической продуктивности сортов черной смородины;
НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2011, 2012 гг.

Fig. 5. The level of actual productivity of black currant cultivars;
Pavlovsk and Pushkin laboratories of VIR, 2011, 2012

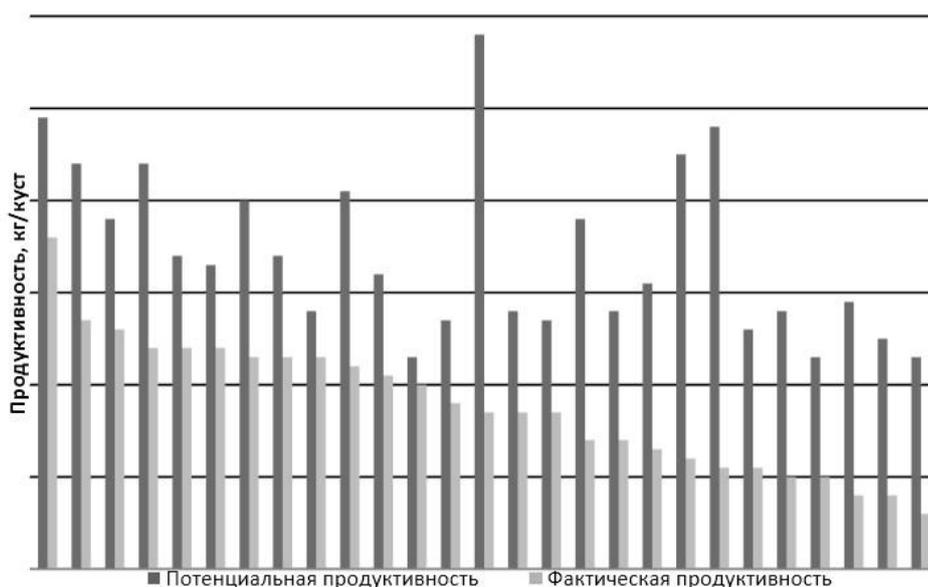


Рис. 6. Потенциальная и фактическая продуктивность у потенциально высокопродуктивных сортов черной смородины;
НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР», 2011, 2012 гг.

Fig. 6. Potential and actual productivity in the group of black currant cultivars with high potential productivity;
Pushkin and Pavlovsk laboratories of VIR, 2011, 2012

Уровень реализации потенциальных ('Сластена') до 86,9% ('Селена') (см. таб-
возможностей сорта варьировал от 22,9% лицу).

Соответствие потенциальной и фактической продуктивности

В группе потенциально высокопродуктивных сортов степень соответствия двух величин (потенциальной и фактической продуктивности) составила 22,9–86,9% при среднем значении 52,4%. Наибольший уровень соответствия (70,6–86,9%) отмечен у сортов ‘Орловская серенада’, ‘Сюита Киевская’, ‘Очарование’, ‘Чернавка’ и ‘Селена’ (рис. 6). У рано цветущих сортов ‘Пигмей’, ‘Василиса’, ‘Премьера’, ‘Сибилла’ и ‘Дашковская’ отмечена низкая степень соответствия потенциальной и фактической продуктивности (см. рис. 6), что можно объяснить отдельными объективными причинами, в частности, неблагоприятными погодными условиями, сложившимися во время цветения этих сортов. Низкий

уровень соответствия наблюдался и у интродуцированных сортов ‘Кипиана’, ‘Сластена’, ‘Гамма’, ‘Загляденье’, ‘Чаровница’, ‘Воспоминание’ и ‘Зуша’. Почвенно-климатические условия Северо-Запада, по-видимому, не в полной мере способствуют раскрытию больших потенциальных возможностей указанных сортов. В группе потенциально среднепродуктивных сортов степень соответствия варьировала от 35,3% до 72,2% при среднем значении 55,4%. В пределах этой группы высоким уровнем соответствия (69,2–72,2%) характеризовались сорта ‘Ажурная’ и ‘Stor Klas’ (рис. 7). В группе низкопродуктивных сортов величины потенциальной и фактической продуктивности характеризовались близкими значениями у обоих сортов, входящих в данную группу: ‘Сенсей’ (77,8) и ‘Зоря Галицкая’ (75,0%) (см. рис. 6).

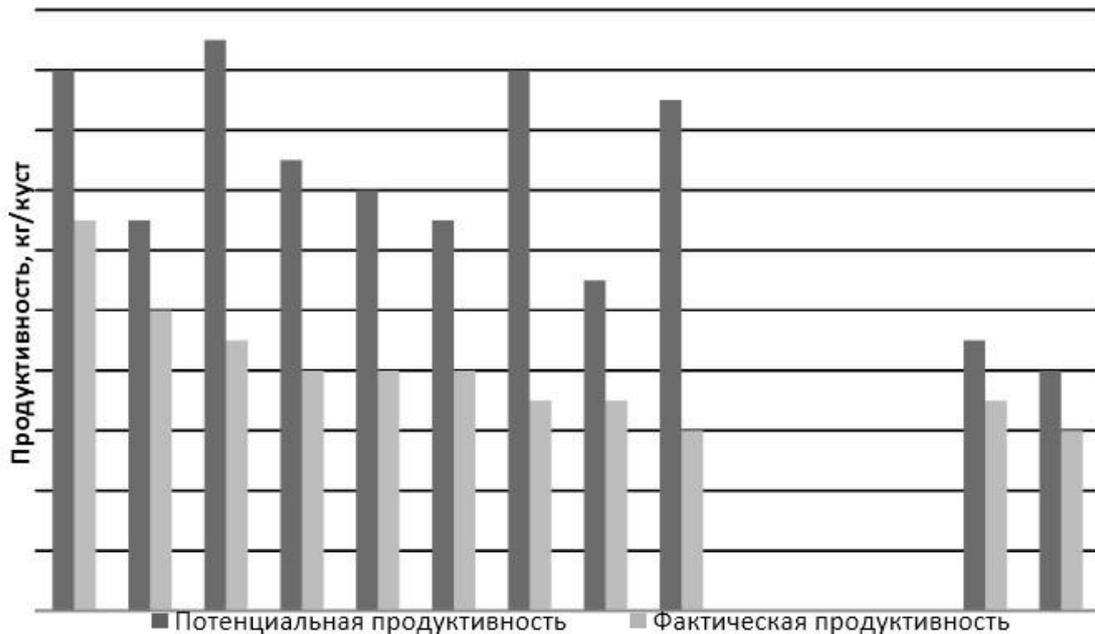


Рис. 7. Потенциальная и фактическая продуктивность у потенциально средне- и низкопродуктивных сортов черной смородины; НПБ «Павловские и Пушкинские лаборатории ВИР», 2011, 2012 гг.

Fig. 7. Potential and actual productivity in the group of black currant cultivars with medium and low potential productivity; Pushkin and Pavlovsk laboratories of VIR, 2011, 2012

Взаимосвязь отдельных элементов Продуктивности

Проведенный корреляционный анализ полученных данных позволил выявить связь потенциальной продуктивности с отдельными ее компонентами. Отмечена достаточно высокая сопряженность продуктивности с количеством плодоносящих побегов в кусте ($r = 0,78$) и количеством плодоносящих узлов на побеге ($r = 0,53$). Умеренная положительная корреляция ($r = 0,36$) существует между продуктивностью сорта и массой ягоды. Уровень фактической продуктивности сортов коррелирует с рассчитанной величиной потенциальной продуктивности ($r = 0,67$).

Заключение

Проведенное в условиях Северо-Запада России изучение 39 сортов черной смородины позволило выделить источники отдельных компонентов продуктивности и комплексного сочетания их, которые могут быть использованы в селекции. Выделены высокопродуктивные сорта, пригодные для возделывания в условиях Северо-Западного региона. Высокой побегообразовательной способностью обладают сорта 'Орловская

серенада', 'Монисто', 'Муравушка', 'Чудное мгновение', 'Кипиана' и 'Пигмей'. Лучшие показатели по формированию плодоносящих узлов на побеге (80,0–82,6%) имеют сорта 'Гамма', 'Сластена', 'Премьера', 'Орловский вальс' и 'Орловская серенада'. Способностью к закладке многокистных узлов характеризуются сорта 'Очарование', 'Вира', 'Чернавка', 'Stor Klas' и 'Муравушка'. Источниками крупноплодности являются: 'Краса Львова', 'Селена', 'Загляденье', 'Очарование', 'Орловский вальс', 'Монисто', 'Ажурная', 'Чаровница', 'Маленький принц', 'Чернавка', 'Мила', 'Славянка', 'Пигмей'. Очень высокой самоплодностью (более 60%) обладают сорта 'Орловская серенада', 'Легенда', 'Ажурная', 'Грация', 'Дачница', 'Almiai', 'Чудное мгновение', 'Орловский вальс', 'Сюита Киевская'. Комплексным сочетанием всех компонентов продуктивности характеризуются сорта 'Орловский вальс', 'Орловская серенада' и 'Грация'. Лучшими сортами, способными реализовать свои высокие потенциальные резервы продуктивности в условиях Северо-Запада России являются: 'Орловская серенада', 'Орловский вальс', 'Чудное мгновение', 'Славянка', 'Очарование', 'Сюита Киевская', 'Муравушка', 'Чернавка', 'Монисто', 'Мила', 'Краса Львова'.

References/Литература

1. *Keep E.* Black currant and gooseberry // *Breeding of fruit culture.* Moscow: Kolos, 1981, pp. 274–370.
2. *Knyazev C. D., Ogol'tsova T. P.* Breeding of blackcurrant at the present stage. (Selekcija chernoï smorodiny na sovremennom jetape). Orel: OrelGAU, 2004, 238 p. [in Russian] (*Князев С. Д., Огольцова Т. П.* Селекция черной смородины на современном этапе. Оре́л: Оре́лГАУ, 2004. 238 с.).
3. *Knyazev C. D., Zarubin A. N., Andrianova A. Yu.* Dynamics of update and directions of perfection of black currant assortment in Russia. (Dinamika obnovleniya i napravleniya sovershenstvovaniya sortimenta chernoï smorodiny v Rossii) Orel: Vestnik OrelGAU, 2012, vol. 36, no. 3, pp. 72–77 [in Russian] (*Князев С. Д., Зарубин А. Н., Андрианова А. Ю.* Динамика обновления и направления совершенствования сортимента черной смородины в России. Оре́л: Вестник Оре́лГАУ, 2012. Т. 36. № 3. С. 72–77).
4. *Knyazev C. D., Pikunova A. V., Bakhotskaya A. Yu., Shavyrkina M. A., Yanchuk T. V., Chekalin E. I.* The effectiveness of methods in breeding research of black currant (*R. nigrum* L.) (Effektivnost' metodov selekcionnykh issledovaniï smorodiny chernoï (*R. nigrum* L.)) Orel: Vestnik OrelGAU, 2014, no. 5 (50), pp. 121–134 [in Russian] (*Князев С. Д., Пикунова А. В., Бахотская А. Ю., Шавыркина М. А., Янчук Т. В., Чекалин Е. И.* Эффективность методов селекционных исследований смородины черной (*R. nigrum* L.)). Оре́л: Вестник Оре́лГАУ, 2014. № 5 (50). С. 121–134).
5. *Program and methodology of variety investigation of fruit, berry and nut crops.* Ed. Sedov E. N., Ogol'tsova T. P. (Programma i

- metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orehoplodnykh kul'tur). Orel: VNIISPK, 1999, 608 p. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Седова Е. Н., Огольцовой Т. П. ОREL: ВНИИСПК. 1999. 608 с.).
6. *Shavyrkina M. A., Knyazev C. D.* Productivity evaluation of promising black currant selections and cultivars of VNIISPK breeding // Contemporary horticulture electronic journal, 2014, no. 3, pp. 40–45 {journal vniispk.ru} [in Russian] (*Шавыркина М. А., Князев С. Д.* Оценка продуктивности перспективных форм и сортов смородины черной селекции ВНИИСПК // Современное садоводство. Электронный журнал, 2014. № 3. С. 40–45).
7. *Shirko T. S., Radyuk A. F., Bachilo A. I., Maximenko M. G.* The quality of black currant berries of VNIIP varietal collection (Kachestvo yagod chernoi smorodiny sortov kolleksii VNIIP) // Fruit growing / Scientific works, Minsk, 1993, vol. 8, pp. 158–180 [in Russian] (*Ширко Т. С., Радюк А. Ф., Бачило А. И., Максименко М. Г.* Качество ягод черной смородины сортов коллекции ВНИИП // Плодоводство / Научн. Труды. Минск, 1993. Т. 8. С. 158–180).

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-74-81

УДК 634. 11: 631. 52 + 632

ПОЗДНОЦВЕТУЩИЕ СОРТА И ВИДЫ ЯБЛОНИ В КОЛЛЕКЦИИ ВИР, ПОДДЕРЖИВАЕМОЙ НА МАЙКОПСКОМ ФИЛИАЛЕ

О. Н. Барсукова

Филиал Майкопская
опытная станция
Федерального
исследовательского центра
Всероссийского института
генетических ресурсов
растений
имени Н. И. Вавилова,
385746, Россия,
Республика Адыгея, Майкоп,
п/о Шунтук, п. Подгорный,
ул. Научная, д. 12,
e-mail: was@pochta.ru

Ключевые слова:

яблоня, сорта, дикорастущие
виды, позднее цветение,
весенние заморозки,
устойчивость

Актуальность. Актуальность проблемы обусловлена участвовавшими в последние годы поздневесенними заморозками, что приводит к гибели цветков и завязей у многих плодовых культур. Климатические условия Северного Кавказа, отличающиеся резкими температурными контрастами в зимний и весенний периоды, способствуют отбору растений с длительным периодом биологического покоя. **Результаты и выводы.** В результате многолетнего изучения из коллекции яблони были выделены сорта и дикорастущие виды, обладающие поздними сроками цветения и устойчивостью к поздневесенним заморозкам. Среди сортов особенно выделяется по этому признаку немецкий сорт 'Тафтяное позднецветущее' и 'Красавица Кроули' из Англии. В группу позднецветущих сортов входят также 'Золотая Медаль', 'Кентерберийское', 'Бутское', 'Галопен', 'Кехура', 'Рачула', 'Синап Грузинский' и другие. Среди дикорастущих видов наиболее поздними сроками цветения выделяются *M. florentina* (Zucc.) C. K. Schneid. (к-2345) из секции *Sorbomalus* Zabel, *M. hupehensis* (Pamp.) Rehd. (к-14945) из секции *Gymnomeles* Koehne, а также *M. pumila* Mill. (к-2383), *M. asiatica* Nakai (к-2337) и несколько форм *M. orientalis* (Ugl.) Juz. (к-17974, к-14953, к-14952, к-17979, к-29475, к-2339 и другие) из секции *Malus*. Все они выдержали экстремальный заморозок 2014 года и дали полноценный урожай. Дано краткое описание выделенных позднецветущих сортов и видов яблони.

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-74-81

LATE-FLOWERING VARIETIES AND WILD SPECIES OF APPLE-TREE IN THE COLLECTION OF MAIKOP EXPERIMENT STATION OF VIR

O. N. Barsukova

Maikop Experiment Station,
branch of Federal State
Budgetary Scientific Institution
“Federal Research Center
the N.I. Vavilov
All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources”,
Nauchnaya Street, 12,
p/o Shuntuk, Podgorny
Settlement, Republic of
Adygea,
Maikop, Russia 385746,
e-mail: was@pochta.ru

Key words:

*apple-tree, varieties, wild
species, late flowering, late
spring frosts, resistance*

Background. Climatic conditions in the North Caucasus are characterized by sharp temperature contrasts in both winter and spring seasons, which provokes some apple-tree varieties and types to premature dormant period and freezing in the spring, especially with late frosts. Maikop Experiment Station of VIR has a unique and most complete genetic diversity collection of apple varieties and species from various regions and centers of origin of apple-tree, numbering more than 2000 accessions. **Materials and methods.** The collection of wild species, varieties and forms consists of 317 accessions from all centers of origin of apple-tree, and in accordance with V.G. Longenfeld classification has the sections *Docyniopsis* C. K. Schneid., *Sorbomalus* Zabel, *Chloromeles* (Decne) Rehd., *Gymnomeles* Koehne and *Malus*. Phenological observations, including the timing of the beginning of vegetation, flowering phase, etc., were conducted according to VIR's guidelines. Assessment of the degree of freezing and the subsequent state of the trees was carried out in accordance with the methodology of the Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK). **Results and conclusion.** The long-term study of the collection resulted in identification of apple varieties possessing late timing of flowering and resistance to late spring frost. Especially standing out among them, as regards these traits, are the cultivars 'Taftyanoye Pozdnosvetushcheye' of German origin and 'Beauty Crowley' from England. In addition to those varieties from the collection the study highlighted species, varieties, forms and hybrids with late flowering time and frost resistance. According to the long-term data, the most late-flowering and resistant to frost is also *M. florentina* (Zucc.) C. K. Schneid. from the section *Sorbomalus*. Promising is the hybrid *M. florentina* × *Spicenburg Aesop* which inherits from its parent form immunity to scab (*Venturia inaequalis* (Che.) Wint) and a later time of flowering. In the section *Gymnomeles* these same qualities has been found in *M. hupehensis* (Pamp.) Rehd. which is also distinguished for early fruiting, high annual yield, extreme beauty, and abundant flowering and fruiting. Additionally, the section *Malus* demonstrated 23 forms of *M. orientalis* (Ugl.) Juz., collected in different regions of the Caucasus, which survived the extreme frost of the year 2014 and gave a full harvest (k-17974, k-14953, k-17979, k-29475, k-2339 and others). Thus, the collection of apple-tree at Maikop Experiment Station of VIR has a large set of varieties and species with a long period of biological dormancy, late time of flowering, and resistance to extreme spring frosts; they may be used in breeding programs for the development of new apple cultivars.

Введение

В некоторых районах промышленного садоводства плодовые культуры страдают от поздневесенних заморозков, что наносит значительный ущерб урожаю яблони, груши и других культур. Эта проблема особенно актуальна в южных районах страны, в том числе на Северном Кавказе, где климатические условия отличаются резкими температурными контрастами как в зимний, так и в весенний периоды. При этом длительное потепление зимой, особенно в январе и феврале, провоцирует некоторые сорта и дикие виды к преждевременному выходу из периода покоя и последующему подмерзанию в весенний период, особенно при поздних заморозках. Поэтому так актуальна проблема создания сортов с более поздними сроками цветения, устойчивых к поздневесенним заморозкам.

Материал и методы

На Майкопской опытной станции ВИР собрана и постоянно пополняется уникальная и наиболее разнообразная по генетическому составу коллекция сортов и дикорастущих видов яблони из различных регионов мира, в том числе и центров происхождения. Сортосовая коллекция представлена большим разнообразием образцов из 18 стран мира. Среди иностранных более всего сортов из США, Канады, Англии, Германии, Франции. Среди отечественных сортов наиболее широко представлены среднерусские, северокавказские, закавказские, среднеазиатские и другие. Коллекция дикорастущих видов, разновидностей и форм насчитывает 317 образцов из всех центров происхождения яблони и в соответствии с системой В. Г. Лангенфельда (Langenfel'd, 1991) представляет секции *Dosyniopsis* С. К. Schneid., *Sorbomalus* Zabel., *Chloromeles* (Decne) Rehd., *Gymnomeles* Koehne и *Malus* (табл. 1, 2). Однако в отличие от В. Г. Лангенфельда, мы признаем яблоню сахалинскую самостоятельным видом – *M. sachalinensis* Juz.

Фенологические наблюдения, включая сроки начала вегетации, фазы цветения и

другие, проводили согласно Методическим указаниям ВИР (Nesterov, 1986). Оценка степени подмерзания и последующего состояния деревьев проводилась в соответствии с Методикой Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (Program and methodology..., 1999).

Результаты и обсуждение

В результате многолетнего изучения коллекции яблони выделена группа поздноцветущих сортов, дикорастущих видов и межвидовых гибридов, которые могут служить источниками этого признака в селекционных программах. Среди сортов к ним относится, прежде всего, сорт 'Тафтяное поздноцветущее' немецкого происхождения и 'Красавица Кроули' из Англии (Tuz et al., 1980). Средние многолетние сроки их цветения 16–26 мая, что на 20–25 дней позже районированных сортов со средними сроками цветения. Оба сорта осеннего срока созревания, деревья среднерослые, урожайные. Плоды средней величины, приплюснуто-округлые, зеленовато-желтые, посредственного вкуса. По многолетним данным сорт 'Тафтяное поздноцветущее' отличается высокой устойчивостью к парше листьев и плодов, а также к мучнистой росе и плодовой гнили. Полученный на станции гибрид (Тафтяное поздноцветущее × Ренет Симиренко) также характеризуется поздними сроками цветения и устойчивостью к болезням. Имеет более крупные плоды плоскоокруглой формы, слаборебристые, зеленовато-желтые, урожайность средняя. Кроме того, поздними сроками цветения характеризуются и такие сорта, как 'Золотая Медаль', 'Кентерберийское', 'Бутское', а также целая группа кавказских сортов: 'Рачула', 'Синап Грузинский', 'Сирма', 'Кехура', 'Китра' и другие. В происхождении их несомненное участие принимала яблоня восточная – *Malus orientalis* (Ugl.) Juz., многие формы которой отличаются поздними сроками цветения, что было отмечено нами как в природных условиях, так и на коллекционных образцах. Климатические условия Кавказа, центра происхождения

M. orientalis, характеризуются резкими температурными контрастами в зимне-весенний период, что способствовало отбору растений с длительным периодом биологического покоя. Кроме сортов в коллекции выявлена группа дикорастущих видов, разновидностей, форм и гибридов с поздними сроками цветения. Особенно выделяется по этому признаку яблоня флорентийская – *M. florentina* (Zucc.) C. K. Schneid. из секции *Sorbomalus*, которая обычно цветет на 20–30 дней позже раноцветущих видов. В эту же группу входит полученный гибрид *M. florentina* × Эзоп Спиценбург, а также некоторые видообразцы из других секций рода *Malus* Mill. В таблице 1 указаны сроки массового цветения в сравнении с некоторыми раноцветущими видами в годы наиболее контрастные по погодным условиям за последний период. Так, в 2011 г. разница в сроках цветения составила 15–20 дней, а в 2013 г. – почти месяц. Более ранние сроки цветения в 2013 г. обусловлены необычайно теплой погодой в феврале и марте, когда начинается вегетация, особенно у раноцветущих видов. Среднемесячная температура в этот период составила +4,2 и +6,2°C, тогда как в 2011 году +2,6 и +3,6°C соответственно.

Таблица 1. Сравнительные сроки цветения диких видов яблони, филиал Майкопская опытная станция (МОС ВИР)
Table 1. Comparative dates of flowering for some species and hybrids of apple-tree from Maikop Experiment Station (MES VIR)

№ каталога ВИР	Название	Секция	Массовое цветение		
			2011	2013	2014
Поздноцветущие видообразцы					
2345	<i>M. florentina</i> (Zucc.) C. K. Schneid.	<i>Sorbomalus</i>	27.05	10.05	12.05
41284	<i>M. florentina</i> × Эзоп Спиценбург	«	23.05	04.05	05.05
14946	<i>M. toringoides</i> (Rehd.)Hugh.	«	23.05	01.05	–
13103	<i>M. honanensis</i> Rehd.	«	24.05	06.05	–
14945	<i>M. hupehensis</i> (Pamp.) Rehd.	<i>Gymnomeles</i>	19.05	05.05	06.05
2336	<i>M. coronaria</i> (L.) Mill.	<i>Chloromeles</i>	23.05	05.05	07.05
2352	<i>M. ioensis</i> (Wood.) Britt.	«	22.05	04.05	30.04
362179	<i>M. platycarpa</i> Rehd.	«	22.05	02.05	30.04
2383	<i>M. pumila</i> Mill.	<i>Malus</i>	17.05	06.05	05.05
17974	<i>M. orientalis</i> 81-08	«	18.05	05.05	02.05
14953	<i>M. orientalis</i> 85-36	«	17.05	06.05	01.05
Раноцветущие видообразцы					
2316	<i>M. baccata</i> (L.) Borkh.	<i>Gymnomeles</i>	03.05	06.04	–
2325	<i>M. mandshurica</i> (Maxim.) Kom.	«	07.05	08.04	–
2438	<i>M. cerasifera</i> Spach.	«	04.05	07.04	–
2478	<i>M. prunifolia</i> (Wild.) Borkh.	<i>Malus</i>	07.05	07.04	–

Особенно аномальные погодные условия сложились в зимне-весенний период 2014 года. Теплая погода в феврале и особенно марте спровоцировала ранее начало вегетации у многих видов яблони. Так среднемесячная температура в феврале и марте составила +1,6 и +6,8°C, при среднемноголетней –0,3 и +4,2°C соответственно. В конце марта у многих видообразцов уже распустились листья и отмечалась стадия выдвигения или обособления бутонов, а у некоторых форм *M. baccata* (L.) Vorkh. – фаза розового бутона и начало цветения (к-2316, к-2317 и др.). Но 30 марта неожиданно резко похолодало, выпал снег (до 30 см), ударил мороз –18°C на поверхности и –9°C на уровне 2-х метров. Морозная погода продержалась еще 3 дня. Сильно пострадали слаборослые видообразцы, у остальных – нижний и средний ярус деревьев. У некоторых видообразцов отмечена гибель нижних скелетных ветвей. У высокорослых деревьев меньше всего пострадал верхний ярус, где мороз был значительно слабее. С него прежде всего началось отрастание листьев и даже изреженное цветение после потепления в апреле месяце. В таблице 2 представлена характеристика степени подмерзания и последующего состояния деревьев у всех основных видов и гибридов в коллекции. Степень подмерзания (Program and methodology..., 1999) определяли в баллах по шкале от 0 (нет признаков подмерзания) до 5-ти (дерево вымерзло полностью). Оценка общего состояния деревьев проведена осенью по шкале от 5-ти баллов (отличное состояние) до 0 (гибель дерева). Как видно из таблицы 2, наиболее сильно пострадали от заморозка виды, входящие в секции *Sarbomalus* и *Gymnomeles*. В секции *Sarbomalus* (рябиновидные яблони) сильная степень подмерзания (3,0–3,5 балла) отмечена у японских низкорослых видов *M. sargentii* Rehd., *M. floribunda* Sieb., *M. sieboldii* (Reg.) Rehd. В этот период у указанных видов уже полностью распустились листья и проходила стадия обособления бутонов. Подмерзание этих видов сопровождалось гибелью некоторых скелетных и полускелетных ветвей на нижних ярусах деревьев. Особенно сильно пострадала

низкорослая японская яблоня Саржента (*M. sargentii*). Не все поздноцветущие виды этой секции, указанные в таблице 1, выдержали экстремальные заморозки 2014 года, пострадали представители китайских видов *M. kansuensis* (Bat.) C. K. Schneid., *M. toringoides* (Rehd.) Hug., *M. honanensis* Rehd.

Степень подмерзания у них составила от 2,5 до 3,0 баллов. Кроме цветочных почек пострадали и однолетние приросты, а у некоторых – и нижние скелетные ветви. Наиболее устойчивой к заморозку оказалась яблоня флорентийская – *M. florentina*, которая не имела признаков подмерзания, хорошо цвела (во 2-й декаде мая) и плодоносила. Яблоня флорентийская в дикорастущем состоянии распространена в Северной Италии, встречается на территории бывшей Югославии. По данным К. Browicz (1970), она имеет гибридное происхождение и является межродовым гибридом – *Malus sylvestris* × *Sorbus torminalis* (L.) Granz. Яблоня флорентийская представляет из себя небольшое дерево с раскидистой редкой кроной, листья мелкие лопастные. Плоды удлиненные, мелкие (в диаметре до 1 см), оранжево-красные, вкус кисло-сладкий с терпкостью. Содержание сухих веществ в плодах составляет 36,2%, сахаров – 12,7%, аскорбиновой кислоты – 13,7 мг%. Обладает комплексным иммунитетом к парше и мучнистой росе.

Очень перспективным является также гибрид *M. florentina* × Эзоп Спиценбург, который унаследовал от материнской формы как иммунитет к болезням, так и поздние сроки цветения. Представляет среднерослое дерево, с шаровидной формой кроны, очень облиственное. Плоды слегка удлиненные, довольно крупные, в диаметре 3,5–4 см. Созревание позднее, в октябре месяце. При полном созревании плоды приобретают очень нарядную малиновую окраску. Вкус сладкий, с небольшой горчинкой. Содержание сухих веществ – 26,6%, сахаров – 21,3%, аскорбиновой кислоты – 9,5 мг%. Кроме того, заслуживают внимания гибриды: *M. sieboldii* × Спартан и (*M. Sieboldii* × Спартан) × Роллис, которые хорошо перенесли заморозок и также отличаются иммунитетом к парше и мучнистой росе.

Таблица 2. Степень подмерзания коллекционных видов и гибридов яблони в 2014 г., филиал Майкопская опытная станция (МОС ВИР)
Table 2. The degree of freezing for the collection species and hybrids of apple-tree in 2014, Maikop Experiment Station (MES VIR)

Название	Количество видообразцов	Секция	Степень подмерзания деревьев (ср. балл)	Состояние деревьев осенью (ср. балл)
1	2	3	4	5
<i>M. sikkimensis</i> (Wenz.) Koehne	1	<i>Docyniopsis</i>	2,0	4,0
<i>M. honanensis</i> Rehd.	1	<i>Sorbomalus</i>	2,5	4,0
<i>M. kansuensis</i> (Bat.) С. К. Schneid.	2	«	3,0	3,5
<i>M. toringoides</i> (Rehd.) Hugh.	2	«	3,0	3,5
<i>M. transitoria</i> (Bat.) С. К. Schneid.	1	«	2,0	4,5
<i>M. sieboldii</i> (Reg.) Rehd.	2	«	3,2	3,5
<i>M. floribunda</i> Sieb.	1	«	3,0	4,5
<i>M. arnoldiana</i> Rehd.	1	«	2,0	4,0
<i>M. zumi</i> (Mat.) Rehd.	1	«	3,0	4,0
<i>M. scheideckeri</i> Saeth	1	«	2,0	4,5
<i>M. sargenti</i> Rehd.	2	«	3,5	3,5
<i>M. florentina</i> (Zucc.) С. К. Schneid.	1	«	0,0	5,0
<i>M. florentina</i> × Эзоп Спиценбург	1	«	1,0	5,0
<i>M. sieboldii</i> × Спарган	1	«	1,0	5,0
(<i>M. sieboldii</i> × Спарган) × Ролле	1	«	1,0	5,0
<i>M. floribunda</i> × Ренет Симиренко	1-	«	2,0	5,0
<i>M. sargentii</i> × Ренет Симиренко	1-	«	3,0	4,0
<i>M. nikita floribunda</i>	1-	«	2,0	5,0
<i>M. floribunda</i> × Кинг Девид	1-	«	2,0	4,0
<i>M. baccata</i> (L.) Borkh.	10	<i>Gymnomeles</i>	3,0	3,8
<i>M. mandshurica</i> (Maxim.) Kom.	3	«	4,0	3,2
<i>M. sachalinensis</i> Juz.	4	«	3,0	3,8
<i>M. hupehensis</i> (Pamp.) Rehd.	1	«	1,0	5,0
<i>M. cerasifera</i> Spach.	14	«	2,2	4,4
<i>M. coronaria</i> (L.) Mill.	2	<i>Chloromeles</i>	2,0	4,0
<i>M. ioensis</i> (Wood.) Britt.	1	«	1,0	5,0
<i>M. platycarpa</i> Rehd.	2	«	1,0	4,5
<i>M. soulardii</i> (Bail.) Britt.	1	«	1,5	4,0
<i>M. asiatica</i> Nakai	3	<i>Malus</i>	0,8	5,0
<i>M. sieversii</i> (Led.) M. Roem	11	«	1,0	5,0
<i>M. niedzwetzkyana</i> Dieck.	16	«	1,0	5,0
<i>M. orientalis</i> (Ugl.) Juz.	97	«	1,1	5,0
<i>M. turkmenorum</i> Juz. et M.Pop.	2	«	1,1	5,0
<i>M. pumila</i> Mill.	2	«	0	5,0
<i>M. prunifolia</i> (Willd.) Borkh.	20	«	1,6	4,1
<i>M. sylvestris</i> (L.) Mill.	16	«	1,1	5,0
<i>M. purpurea</i> (Bar.) Rehd.	5	«	1,8	4,8
<i>M. spectabilis</i> (Ait.) Borkh.	5	«	2,2	4,0

Наиболее сильное подмерзание в 2014 г. отмечено среди некоторых видов секции *Gymnomeles* (ягодные яблони). Теплая погода в феврале и особенно в марте этого года спровоцировали раннее начало вегетации у большинства видов этой секции, особенно у *M. baccata* и *M. mandshurica*, которые характеризуются наиболее коротким периодом покоя. Так, перед заморозком у всех форм *M. baccata* уже распустились листья, а у некоторых (к-2317, к-2324, и др.) отмечалась стадия розового бутона. Еще более сильно пострадали коллекционные формы *M. mandshurica*, у которых подмерзла почти половина кроны деревьев. Интенсивность восстановительных процессов была ослаблена и общее состояние растений к концу лета составляло от 3,2 до 3,8 баллов. В секции *Gymnomeles* поздними сроками цветения и устойчивостью к поздневесенним заморозкам резко выделяется яблоня хубейская – *M. hupehensis* (Pamp.) Rehd., которая обитает на высоте от 1000 до 2000 м над ур. м. в горных районах Центрального и Юго-Западного Китая, где используется в качестве подвоя и как ценное декоративное растение. Дерево слаборослое раскидистое, с поникающими ветвями. Плоды мелкие (в диаметре до 1 см), ярко-красные, вкус кислый с горечью. Кроме поздних сроков цветения отличается высокой устойчивостью к болезням, скороплодностью, высокой ежегодной урожайностью, исключительно красивым и обильным цветением и плодоношением. Виды, входящие в секцию *Chloromeles* (зеленоплодные яблони), в основном имеют поздние сроки цветения (см. табл. 1). Но в 2014 г. в условиях экстремального заморозка у них произошла гибель большей части цветочных почек и частично однолетних приростов. В конце апреля отмечено изреженное цветение у *M. Ioensis* (Wood.) Britt. и *M. platycarpa* Rehd., а в начале мая – у *M. coronaria* (L.) Mill., но плодоношение было ослабленным. В слабой и средней степени пострадали от заморозка основные виды секции *Malus* (яблони настоящие). У большинства из них подмерзли плодовые образования и однолетние приросты на нижних и средних ярусах деревьев. Плодоношение было

слабым или отсутствовало полностью. В секции *Malus* выделены видообразцы, которые по многолетним данным обладают очень поздними сроками цветения и высокой устойчивостью к поздневесенним заморозкам. Среди них особого внимания заслуживает одна из форм *M. pumila* (к-2383) – яблоня низкая. Начало вегетации ее в 2014 г. – 16 апреля, а массовое цветение – 5 мая. Представляет небольшое дерево с широкоокруглой формой кроны. Цветение и плодоношение ежегодное, от умеренного до сильного. Плоды довольно крупные (в диаметре 4,0–4,7 см), плоскоокруглые, зеленые, оржавленные. Вкус сладко-кислый, посредственный. Содержание сухих веществ – 18,4%, сахаров – 22,1%, аскорбиновой кислоты – 10,3 мг%. Плоды созревают в конце сентября. Образец среднеустойчив к парше и мучнистой росе. По данным В. Г. Лангенфельда (Langenfeld, 1991), *M. pumila* Mill. не имеет своего ареала в дикорастущем состоянии. К ней чаще всего относят полукультурные или одичавшие ксероморфные слаборослые яблони, способные к вегетативному размножению и используемые в качестве подвоев. Кроме того, в секции *Malus* выделено 23 формы яблони восточной – *M. orientalis*, собранные из различных регионов Кавказа, которые выдержали экстремальные заморозки этого года и дали хороший урожай. Среди них образцы из Грузии (к-14953, к-41629), Азербайджана (к-17979), Кабардино-Балкарии (к-29462, к-29449), Северной Осетии (к-43172), Карачаево-Черкесии (к-29495), Адыгеи (к-2339) и другие. Ниже дается краткое описание некоторых из них, рекомендуемых для селекционного использования при создании позднецветущих сортов, устойчивых к поздневесенним заморозкам. *M. orientalis* 81-08 (к-17979), Азербайджан. Дерево сильнорослое, крона густая, конусовидная. Листья узкие, длинные. Цветение позднее, обычно проходит в 1-й декаде мая. Урожайность высокая, периодичная. Плоды довольно крупные (в диаметре 3,5–4,2 см), плоскоокруглые, желтовато-зеленые. Вкус кисло-сладкий, вяжущий. Содержание сухих веществ – 13,7%, сахаров – 9,6%, аскорбиновой кислоты – 18,2 мг%. *M. orientalis* (к-2339),

Адыгея. Дерево среднерослое с округлой формой кроны. Цветение и плодоношение обильное, но периодичное. Плоды небольшие (в диаметре 2,9–3,5 см), плоскоокруглые, желтовато-зеленые, с небольшим румянцем. Плодоножки толстые, очень короткие. Мякоть плодов зеленая, плотная. Вкус кислый с горечью. Содержание сухих веществ – 17,9%, сахаров – 8,3%, аскорбиновой кислоты – до 47 мг%. Образец восприимчив к парше листьев, но плоды поражаются незначительно. *M. orientalis* 85-36 (к-14953), Грузия. Дерево среднерослое, крона конусовидная, очень облиственная. Листья мелкие, узкие, темно-зеленые. Плоды плоскоокруглые, слабребристые, шершавые (в диаметре 3,0–3,5 см). Вкус кислый, с горечью. Содержание сухих веществ – 19,7%, сахаров – 9,5%, аскорбиновой кислоты – 16,7 мг%. Урожайность высокая, но периодичная. Образец устойчив к парше и мучнистой росе.

Заключение

Таким образом, коллекция яблони на Майкопской опытной станции ВИР

располагает значительным разнообразием сортов и дикорастущих видов, обладающих длительным периодом биологического покоя, поздними сроками цветения и устойчивостью к экстремальным заморозкам в позднеосенний период, что необходимо использовать в селекционных программах при создании новых сортов.

Среди сортов поздними сроками цветения и устойчивостью к позднеосенним заморозкам особенно выделились ‘Тафтяное позднецветущее’ и ‘Красавица Кроули’.

В группу позднецветущих сортов входят также ‘Золотая Медаль’, ‘Кентерберийское’, ‘Бутское’, ‘Галопен’, ‘Кехура’, ‘Рачула’, ‘Синап Грузинский’ и другие.

Среди дикорастущих видов наиболее поздними сроками цветения характеризуются: *M. florentina* (к-2345) из секции *Sorbomalus*, *M. hupehensis* (к-14945) из секции *Gymnomeles*, а также *M. pumila* (к-2383), *M. asiatica* Nakai (к-2337) и несколько форм *M. orientalis* (к-17974, к-14953, к-14952, к-17979, к-29475, к-2339 и другие) из секции *Malus*.

References/Литература

1. *Langenfel'd 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.).
2. *Nesterov Ya. S.* Study of collection of fruit cultures and exposure of sorts of intensive type (Изучение коллекции семечковых культур и выявление сортов интенсивного типа). Metodicheskie ukazaniya – The Methodical 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.).
3. *Program and methodology of the study of fruit, berry and nut crops (Programma i metodika izucheniya kolekcii plodovykh, yagodykh, orekhoplodnykh kul'tur)* / 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. Оrel: ВНИИСПК, 1999. 606 с.).
4. *Tuz A. S., Barsukova O. N., Shaova A. A.* Inheritance of property late flowering at an apple-tree domestic (Nasledovanie svojstva pozdnego cveteniya u yabloni domashnej) // Sbornik Rezervy rastenievodstva – Collection is Backlogs of plant-grower, Majkop, 1980, iss. 2 (14), pp. 20–27 [in Russian] (*Туз А. С., Барсукова О. Н., Шаова А. А.* Наследование свойства позднего цветения у яблони домашней // Сборник Резервы растениеводства. Майкоп, 1980. Вып. 2 (14). С. 20–27).
5. *Browicz K.* *Malus florentina* – its history, systematic, position and geographical distribution // *Fragm. Floristica Geobot.* 1970, ann. 16, pазs 1, pp. 61–83.

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-82-93

УДК 633.13: 575.22

БЕЛКОВЫЕ МАРКЕРЫ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И СЕЛЕКЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ В ИДЕНТИФИКАЦИИ ДУБЛЕТНЫХ ОБРАЗЦОВ КУЛЬТУРНОГО ОВСА В КОЛЛЕКЦИЯХ ВИР (РОССИЯ) И НОРДИЧЕСКОГО ГЕННОГО БАНКА (NORDGEN, ШВЕЦИЯ)

**И. Н. Перчук¹,
А. В. Конарев¹,
И. Г. Лоскутов^{1,3},
Е. В. Блинова¹,
Л. Ю. Новикова¹,
В. И. Хорева¹,
А. Колодинска-Брантестам²**

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

²Нордический генный банк
(NordGen), Box 41, SE-230 53,
Alnarp, Sweden

³Санкт-Петербургский
государственный университет
(СПбГУ),
г. Санкт-Петербург,
Университетская набережная,
д. 7, 9,
Россия, 199034

Ключевые слова:

сорта овса посевного, дублетные образцы, белковые маркеры, электрофорез авенина

Актуальность. С течением времени в коллекции(ях) появляются дублирующие образцы, что требует лишних расходов на ее содержание, а также приводит к искажению реального уровня сохраняемого генетического разнообразия. В связи с активным сотрудничеством ВИР и Нордического генного банка представляется актуальным поиск возможных сортовых дублетных образцов в их коллекциях овса посевного *Avena sativa* L. **Материалы и методы.** Проводили полевое и лабораторное сравнительное изучение 112 пар потенциальных дублетов (ПД) одноименных скандинавских селекционных сортов овса посевного из коллекций ВИР и NordGen. В ходе полевого изучения образцы каждой пары сравнивали друг с другом по 26 морфологическим и селекционно ценным признакам. В качестве лабораторного метода использовали посевной электрофоретический анализ авенина. Состав образцов характеризовали по показателям частот встречаемости отдельных авениновых биотипов (типов спектра авенина). **Результаты и обсуждение.** По результатам полевого изучения для оценки различия-сходства образцов одной ПД-пары авторы предложили использовать показатель *D общ.*, который объединяет выявленные различия по качественным и количественным признакам. На основании предлагаемого показателя все ПД-пары условно разделили на три группы, в которых с разной долей вероятности могли быть идентифицированы дублетные образцы. Лабораторное изучение установило, что 46% из 112 пар можно рассматривать как дублеты, поскольку образцы такой пары имели идентичный состав по авениновым биотипам. Сопоставление данных полевого и лабораторного испытания показало, что чем меньшим показателем полевых различий *D общ.* характеризуется выделенная авторами группа ПД-пар, тем меньше различий между их образцами согласно данным электрофореза и, как следствие, больше в группе дублетных пар, идентифицированных с использованием белковых маркеров. В группе с наименьшим показателем *D общ.* (0,1–1,5) около 70% составляли дублетные пары. Группу с максимальными полевыми различиями (*D общ.* = 3,9–8,3) составили только недублетные образцы. В целом, по данным электрофоретического анализа выборки дублетных и недублетных пар достоверно отличались по показателю *D общ.* Для образцов недублетных пар была продемонстрирована возможность использования электрофореза авенина для решения проблемы сортовой подлинности анализируемых образцов путем сравнения их с оригинальными сортовными образцами (оригиналами), хранящимися в коллекции ВИРа. **Заключение.** Установленное соответствие результатов полевого и лабораторного изучения подтверждает возможность использования электрофоретических спектров авенина для идентификации дублетных образцов в коллекциях овса посевного еще до полевых испытаний. При потере всхожести семян образца метод электрофореза авенина позволяет установить его сортовую подлинность.

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-82-93

PROTEIN MARKERS, MORPHOLOGICAL AND BREEDING-ORIENTED CHARACTERS IN DUPLICATE ACCESSION IDENTIFICATION IN THE VIR (RUSSIA) AND NORDGEN (SWEDEN) CULTIVATED OAT COLLECTIONS

I. N. Perchuk¹,
A. V. Konarev¹,
I. G. Loskutov^{1,3},
E. V. Blinova¹,
L. Y. Novikova¹,
V. I. Horeva¹ and
A. Kolodinska-Brantestam²

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

²Nordic Genetic Resource
Center (NordGen),
P. O. Box 41,
SE 230 53
Alnarp, Sweden

³St. Petersburg State
University, 7-9,
Universitetskaya Emb.,
St. Petersburg,
199034, Russia

Background. Over time the collection(s) accumulated duplicate samples that require extra spending on their conservation and also lead to misinterpretation of the real level of the stored genetic diversity. In view of the active cooperation between VIR and the Nordic Gene Bank, it seems relevant to search for possible duplicate cultivar accessions in their *Avena sativa* L collections. **Materials and methods.** Comparative field and laboratory studies of the 112 pairs of potential duplicates (PD) of homonymous oat cultivar accessions from the collections of VIR and NordGen were performed. Each pair of accessions was compared with each other according to 26 morphological and breeding-oriented traits during the field study. Electrophoresis of single seed avenins was used as a laboratory method. The composition of the accessions was characterized in terms of the frequency of occurrence of avenin biotypes with corresponding avenin banding patterns. **Results.** To evaluate the field differences of the PD pairs of accessions the authors proposed to use *D aggr.* index which accumulated the revealed differences both in qualitative and quantitative plant characters. On the basis of this index, all PD pairs were conventionally divided into three groups wherein duplicates could be identified with variable degrees of probability. Electrophoretic analysis proved that 46% of the 112 pairs may be regarded as duplicates, because the paired accessions had identical composition according to avenin biotypes. Comparison between the field and laboratory trials of the accession groups selected showed that the lower was the *D aggr.* index, the smaller were the laboratory differences, and as a result the more duplicate pairs were identified in the group with the help of protein markers. In the group with the lowest *D aggr.* (0.1–1.5), the amount of duplicate pairs was about 70%. The group with the maximum *D aggr.* (3.9–8.3) consisted of non-duplicates only. Generally, the sets of duplicate and non-duplicate pairs identified by electrophoresis were credibly different according to the *D aggr.* index. **Conclusion.** The revealed conformity between the results of the field and laboratory tests shows that it is possible to use avenin banding patterns for identification of duplicate accessions in oat collections even before field trials.

Key words:

cultivated oat varieties, duplicate accessions, protein markers, avenin electrophoresis

Введение

Основные направления деятельности генных банков и центров генетических ресурсов – сохранение и изучение растительного разнообразия для его эффективного использования в улучшении возделываемых культур. Наличие достоверной информации об образцах коллекции – непереносимое условие такого использования. Состав коллекций – величина переменная для любого генного банка. Коллекции пополняются за счет экспедиционных сборов, путем обмена между генными банками, при необходимости образцы репродуцируются и т. п., что приводит к появлению дублирующих (или идентичных) образцов («дубликатов», «дублетов») (Luman, 1984; The state..., 1998). Наличие дублетов в коллекции требует лишних расходов на их поддержание и хранение, а также приводит к искажению реального уровня генетического разнообразия, сохраняемого в коллекциях. Однако в случае частичной утраты или полной потери сохраняемого материала его восстановление может быть обеспечено за счет продублированного материала, в том числе из коллекций других генных банков. Можно говорить о дублетах «паспортных», «ботанических», «генетических» и др. (Hintum, 1994; Hintum, Knupffer, 1995; Hintum, Visser, 1995; Virk et al., 1995; Hintum, 2000). Строгого определения этого термина пока нет.

Для поиска и идентификации дублетных образцов в коллекции одного или сразу нескольких банков используют различные подходы. На первом этапе дублеты можно выявить, анализируя паспортные базы данных. Однако, как было показано при работе с коллекциями ячменя, овса, риса, пшеницы и ряда других культур, сходство паспортных данных – не гарантия, что образцы являются дублетами (Sahu, 1989; Verma et al., 1999; Lund et al., 2003). При поступлении образца в коллекцию не всегда указываются точные координаты места его сбора (происхождения). Нередки трудности с определением таксономической (особенно внутривидовой) принадлежности образцов (Loskutov et al., 2007). При сравнении хранящихся в коллекциях разных стран селекционных сортов, и, особенно, местных сортов и форм, существует проблема перевода названий (Hintum,

1994; Hintum, Knupffer, 1995; Piukkenen et al., 2005).

Более надежную информацию о возможной дублетной природе образцов дает использование морфологических, агрономических или селекционно ценных признаков, а в последнее время – молекулярных маркеров (Ruiz, Aguiriano, 2004; Diederichsen, 2009; Yndgaard et al., in print). Успешное многолетнее использование белковых маркеров, особенно запасных белков семян, в идентификации сортов, биотипов и линий различных культур, включая оценку степени генетического родства, позволяет применять данный подход и для мониторинга «дублетности» (Konarev V., 1983; Hintum, Visser, 1995; Konarev et al., 1995; Molecular..., 1996; Portyanko et al., 1998; Identification..., 2000; Romanova et al., 2001; Konarev et al., 2002; Pomorcev, Lyalina, 2003; Zelenskaya et al., 2004; Ruiz, Aguiriano, 2004; Konarev et al., 2005). ДНК-маркеры (RAPD-, RFLP-, ALFP-, SSR-анализ) также активно адаптируются для решения рассматриваемой проблемы (Virk et al., 1995; Willner et al., 1998; Verma et al., 1999; Bradley et al., 2002; Lund et al., 2003; Dobrovolskaya et al., 2005; Fu, 2006).

Овес посевной (*Avena sativa* L.) – одна из ведущих пищевых и кормовых сельскохозяйственных культур России и стран центральной и северо-западной зоны Европы. Селекционная работа с овсом в России во многом основывается на исходном материале постоянно пополняемой коллекции Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР), начиная с основания института в 1894 г. Богатая коллекция овса сосредоточена в Нордическом генном банке (NordGen, Швеция). В последние десятилетия осуществлялось сотрудничество наших генных банков в работе с коллекциями овса: от обмена генетическим материалом и совместных экспедиций до фундаментальных исследований, связанных с современными проблемами селекции на качество (Leonova et al., 2008). В этой связи актуальным представляется сравнительное изучение одноименных селекционных сортов овса посевного из коллекций ВИР и Нордического генбанка с целью выяснения их возможной «дублетности».

Сравнительный анализ сортов проводили по результатам, как полевого изучения морфологических и селекционно ценных признаков, так и с использованием белковых маркеров (спектров запасных белков семян – авенинов).

Материал и методы

Потенциальные дублиеты (ПД-образцы) – одноименные сортовые образцы из двух разных коллекций были отобраны на основании паспортной базы данных. Анализируемая выборка включала 48 сортов из Швеции, 31 – из Финляндии, 16 – из Норвегии, 16 – из Дании и 1 канадский сорт. Данные сорта поступали в коллекцию ВИР в 1920-90-е гг., в коллекцию NordGen – в 1960-80-е гг.

Полевое изучение 112 пар сортов овса (всего 224 образца) проводили на научно-производственной базе «Павловские и Пушкинские лаборатории ВИР». По его результатам образцы каждой пары сравнивали друг с другом по 26 морфологическим и селекционно-ценным признакам (Loskutov et al., 2012), (табл. 1).

Для оценки различий по количественным признакам для каждого признака вычисляли стандартизованный модуль разности $d_{ст.} = d_{пары} / d_{макс}$ – манхэттенское расстояние (Halafyan, 2010), где $d_{пары}$ – величина модуля разницы между значениями анализируемого признака у ПД-образцов одной пары, $d_{макс}$ – максимальное значение модуля разницы для этого признака, зарегистрированное при сравнении ПД-образцов всех пар. Показатель уровня различий ПД-образцов одной пары по всем количественным признакам был равен $D_{кол.} = \sum d_{ст.}$

Качественные признаки оценивали по наличию – отсутствию признака или степени его выраженности (по балльной системе). Показатель различий принимали $p = 0$, если наличие признака или степень его выраженности были одинаковы у обоих ПД-образцов, и $p = 1$, если они были разными. Показатель уровня различий ПД-образцов одной пары по всем качественным признакам был равен $D_{кач.} = \sum p$

Общий показатель различий между ПД-образцами определяли, как $D_{общ.} = D_{кол.} + D_{кач.}$

Посеменной электрофоретический анализ авенина (30 и более зерновок на образец) проводили по методике, принятой в ВИР, с небольшими модификациями (Identification..., 2000). Электрофоретический спектр авенина отдельной зерновки использовали для маркирования и регистрации соответствующего ей биотипа (генотипа). Образцы характеризовали по показателям частот встречаемости отдельных авениновых биотипов (типов спектра авенина) (табл.2). Сравнительный анализ состава ПД-образцов проводили, используя критерий χ^2 (формула для выборок с неодинаковыми объемами, уровень значимости $\alpha = 0,05$) (Plokhinskiy, 1980). В случае недостоверности различий считали, что образцы имеют идентичный состав.

Результаты и обсуждение

Основная цель полевых испытаний состояла в оценке сходства и различий образцов потенциальной дублетной пары. Сравнительный анализ результатов полевого испытания, продемонстрировал существование различий между ПД-образцами по любому из изучаемых признаков, за исключением положения колоска, пленчатости и опушения влагалища листа. По качественным признакам не было выявлено различий в 64 парах ПД-образцов, остальные пары различались по 1–5-ти признакам. Среди количественных признаков наибольшие отличия наблюдались по таким, как высота растений, число колосков в метелке и число зерен в метелке.

Значение показателя различий $D_{кол.}$ изменялось в диапазоне $0,1 \div 4,3$. Структурный анализ вариабельности значений $D_{кол.}$, показал, что его распределение характеризуется ярко выраженной правосторонней асимметрией (коэффициент асимметрии равен 1,40). 50% пар ПД-образцов имели показатель $D_{кол.} < 1,1$ (медиана распределения), а 90% (девятая дециль) – $D_{кол.} < 2,2$. Распределение суммарного показателя различий $D_{общ.}$ было еще более асимметричным (коэффициент асимметрии 1,83). При диапазоне изменчивости $0,1 \div 8,3$ для 50% пар ПД-образцов значение $D_{общ.} < 1,6$, а для 90% – $D_{общ.} < 3,8$ (рис. 1).

Таблица 1. Характеристика признаков, использованных при полевом изучении ПД-образцов овса посевного *Avena sativa* L.
Table 1. Description of the traits used for the field study of *Avena sativa* L. potential duplicate accessions

Тип признаков	Количественные	Качественные	
	Способ оценки признака		
	Единица измерения, соответствующая признаку	Ранг или балл	Наличие-отсутствие
Морфологические	Высота растения Длина метелки Число колосков в метелке Число зерен в метелке Число зерен в колоске	Толщина стебля Опушение стебля Опушение базальной части зерна Опушение цветковой чешуи Опушение влаг. листа Угол наклона ф. листа Форма метелки Положение метелки Положение колоска* Окраска цветковой чешуи	Пленчатость* Восковой налет метелки Остистость
Селекционно ценные	Период всходы-выметывание Период выметывание-созревание Масса зерен с метелки Масса 1000 зерен	Устойчивости: - к полеганию в незрелой стадии - к полеганию перед уборкой - к корончатой ржавчине - к стеблевой ржавчине	

*- признаки, по которым не было зарегистрировано различий между ПД-образцами

Асимметричный характер распределения и диапазон изменчивости вышеупомянутых показателей различий указывает на то, что исследуемая выборка ПД-образцов овса является неоднородной. Это позволяет предположить, что наряду с дублетными образцами среди выбранных пар сортов имеются и недублетные образцы. Как отмечалось выше, не существует единого критерия оценки «дублетности» образцов. Используя в качестве критерия показатель $D_{общ.}$, мы условно разделили проанализированную выборку на три группы (табл. 4). ПД-образцы с относительно низким уровнем различий ($D_{общ.} < 1,6$) рассматривали как наиболее вероятные дублетные образцы (*группа 1*). Образцы с высоким уровнем различий ($D_{общ.} > 3,8$) составили группу, в которой с наименьшей вероятностью можно ожидать наличие дублетов (*группа 3*). Между ними находится *группа 2*, которая может включать как дублетные, так и недублетные образцы ($D_{общ.} = 1,6-3,8$). В настоящей работе изучали селекционные сорта,

их генотипный состав целенаправленно формировался селекционерами. Понятие «сорт» среди прочих характеристик предполагает и оригинальность генотипного состава. Сравнение сортовых образцов по агроморфологическим признакам позволяет лишь косвенно судить об их возможной генетической близости. Это связано с тем, что для большинства этих признаков характерна значительная фенотипическая изменчивость при репродуцировании одних и тех же образцов в разных условиях. Более объективная оценка степени генетической идентичности может быть получена при сравнительном анализе состава запасных белков семян, являющихся генетическими маркерами (Konarev, 1983; Molecular..., 1996; Konarev, 2006). Электрофорез запасных белков семян лежит в основе международных и российских стандартных методов идентификации сортов важнейших сельскохозяйственных культур (Internati-onal..., 1996; Identifica-tion..., 2000; Pomorcev, Lyalina, 2003). Запасные белки семян овса – авенины – характеризуются высоким уровнем полиморфизма

и широко применяются в изучении генетических ресурсов овса (Zelenskaya et al., 2004, Loskutov et al., 2005; Perchuk, Loskutov, 2014). При электрофоретическом анализе в спектрах авенина данной выборки образцов (около 10 000 зерновок) было идентифицировано более 20 компонентов, соответствующих по своей подвижности α - β и быстрым проламинам (БП) злаков. Различные комбинации компонентов составили около 100 типов спектра авенина (рис. 2). Сорта большинства самоопыляющихся культур характеризуются отсутствием полиморфизма по типам спектра запасных белков или очень низким его уровнем. Последнее было характерно и для проанализированных 224 образцов овса посевного. В составе 85% образцов зарегистрировано не более 3-х авениновых биотипов (типа спектра авенина). При этом, у большей части образцов 90–100% состава было представлено одним биотипом. Было зарегистрировано 32 таких биотипа. В составе 15% образцов регистрировали до 12 авениновых биотипов. Единичными для всей выборки оказались 19 биотипов.

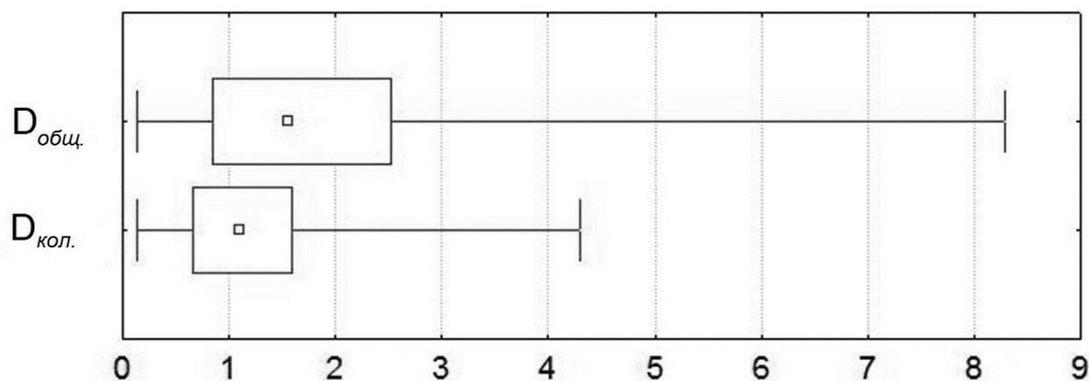


Рис. 1. Результаты структурного анализа. Варьирование показателя уровня различий у 112 пар ПД-образцов только по количественным признакам ($D_{кол.}$) и по всей совокупности признаков ($D_{общ.}$)

□ – медиана распределения, – 25–75% выборки, – границы варьирования показателя.

Fig. 1. The results of structural analysis. The variation of the index difference level of 112 pairs of potentially duplicate accessions according to quantitative traits ($D_{кол.}$) only and according to all valuable traits ($D_{общ.}$)

□ the median of distribution, – 25–75% of the sample, – the boundaries of variation of the indicator.

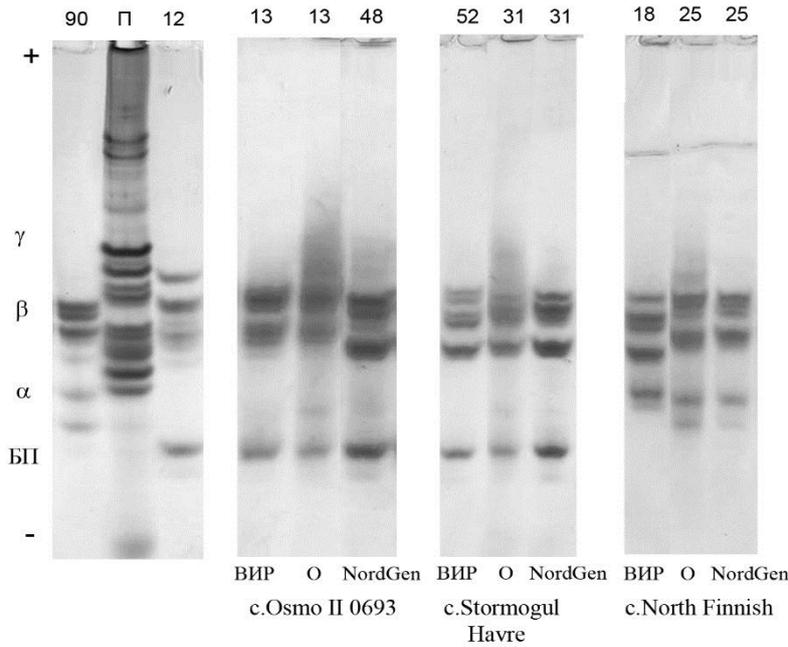


Рис. 2. Электрофореграммы некоторых авениновых биотипов (12, 13, 25...) и глиадинового биотипа пшеницы (II). Биотипы оригинальных (O) сортовых образцов Osmo II 0693, Stormogul Havre и North Finnish из коллекции ВИР. Биотипы ПД-образцов вышеупомянутых сортов из коллекций ВИР (ВИР) и Нордического генбанка (NordGen). БП, α - γ – типы проламинов злаков и их распределение на электрофореграмме

Fig. 2. Electrophoretic banding patterns of some avenin biotypes (12, 13, 25...) and wheat gliadin biotype (II). The original biotypes (O) of cultivars Osmo II 0693, Stormogul Havre and North Finnish from the VIR collection. Potentially duplicate accession biotypes of the above-mentioned cultivars from the VIR (ВИР) and NordGen collections. БП, α - γ – types of cereal prolamins and their distribution on the electrophoregram

Сравнительный электрофоретический анализ авенинов ПД-образцов показал, что образцы в паре могут различаться по биотипному составу или быть идентичными. Идентичные по биотипному составу ПД-образцы мы рассматривали как дублетные. В целом образцы 46% проанализированных ПД-пар (51 пара из 112) оказались, согласно данным электрофореза, дублетными. Почти у всех дублетных образцов на долю одного биотипа приходилось 88–100% состава. Различия проявились по 1–3-м биотипам с частотой встречаемости менее 10% (см. табл.2). В ходе данного исследования выделялась группа сортов, идентичных по составу, но различающихся по названиям. Такие образцы рассматривались нами как генетически сходные. Сходство этих сортов может быть связано с их происхождением из

одних и тех же источников, а также сходством задач селекции. Так, в составе некоторых шведских сортов селекции 1960–80-х гг. доминировал биотип № 7, у сортов, полученных в другие годы – биотипы № 48 или № 52. Биотип № 19 доминировал у некоторых финских сортов и т. д.

В связи с существованием в коллекциях разных генбанков образцов одноименных сортов, различающихся по каким-либо признакам, решить проблему установления сортовой принадлежности можно путем сравнения анализируемых образцов с оригинальным сортовым образцом (оригиналом). Наиболее надежным в этом случае представляется применение стандартных лабораторных методов. Поскольку при длительном хранении оригинального образца его семена могут частично или полностью потерять

всхожесть, для такого анализа предпочтительнее электрофорез белков. Этот подход был продемонстрирован на примере сравнения некоторых выявленных недублетных образцов. Для наглядности выбрали такие пары образцов, состав которых различался кардинально, т. е. был представлен различными авениновыми биотипами (табл. 3). Был проведен сравнительный анализ состава выбранных образцов и сохранившихся в коллекции ВИР их сортовых оригиналов. Полученные результаты (см. рис. 2 и табл. 3) позволяют судить о том, какие из проанализированных образцов соответствуют оригиналу (являются действительными представителями сорта), а какие – нет. Так, представителями оригинального сорта можно считать образцы сортов ‘Gothland’, ‘Trifolium’, ‘Osma I I0693’, ‘Regent’ из коллекции ВИР и образцы сортов ‘North Finnish’, ‘Stormogul Havre’, ‘Nopsa Anos’, ‘Gota из коллекции Нордического генбанка.

Таблица 2. Распределение авениновых биотипов в составе некоторых дублетных и недублетных образцов овса посевного *Avena sativa* L (частота встречаемости, %)
Table 2. Avenin biotype (avenin banding pattern) distribution in the composition of some duplicate and non-duplicate accessions of *Avena sativa* L (frequency of occurrence, %)

Название сорта	№ каталога	Год*	Номер авенинового биотипа														
			3	7	12	13	18	25	26	28	42	52	79	83	86	96	99
Дублеты																	
Hvitling ВИР	к-2247	1922				100											
Hvitling NordGen	6982					96		2				2					
Argushavre ВИР	к-4705	1925										94		6			
Argushavre NordGen	6208											100					
Ribe ВИР	к-1150	1968								100							
Ribe NordGen	8703									100							
JO 0980 ВИР	к-1380	1985				67		4	2					23		2	2
JO 0980 NordGen	4454					72			2					26			
Недублеты																	
North Finnish ВИР	к-1835	1921					100										
North Finnish NordGen	1386 7							100									
Veli ВИР	к-1378	1985	6			34		50									10
Veli NordGen	374		24					76									
Stil ВИР	к-1398	1988		35	16							49					
Stil NordGen	9297											100					

*- год поступления оригинального сортового образца в коллекцию ВИР

Таблица 3. Доминирующие авениновые биотипы (типы спектра авенина) в составе оригинальных и ПД-сортовых образцов овса посевного из коллекций ВИР и Нордического генбанка

Table 3. Dominant avenin biotypes (avenin banding patterns) in oat cultivar composition of both original and potentially duplicate accessions from the VIR and NordGen collections

Название сорта	Год*	№ по каталогу ВИР	№ по каталогу NordGen	Авениновый биотип в образце, №		
				оригинал ВИР	образец ВИР	образец NordGen
North Finnish	1921	к-1835	13867	25	18	25
Gothland	1921	к-1854	4874	67	67	13
Stormogul Havre	1921	к-2123	5112	31	52	31
Trifolium	1921	к-2886	6997	3	3	60
Osmo II 0693	1926	к-5014	8430	13	13	48
Nopsa Anos	1926	к-5023	8705	57	13	57
Regent	1959	к-10982	9773	7	7	15
Gota	1968	к-11497	9762	6	25	6

*год поступления оригинального сортового образца в коллекцию ВИР

Таблица 4. Сопоставление результатов сравнения ПД-образцов по данным полевого испытания и электрофоретического анализа компонентного состава авенина

Table 4. Comparison of the results of comparative field tests and avenin electrophoretic analysis of potentially duplicate oat accessions from the VIR and NordGen collections

Результаты полевого испытания			Результаты электрофоретического анализа			
Характеристика условных групп			Количество дублетных (Д) и недублетных (НД) пар образцов			
			число пар		количество, %	
	Пределы показателя <i>D общ.</i>	Количество ПД- пар в группе	Д	НД	Д	НД
Группа 1: наибольшая вероятность нахождения в составе дублетных образцов	0,1 – 1,5	56	37	19	66	34
Группа 2: состоит из дублетных и недублетных образцов	1,6 – 3,8	46	14	32	30	70
Группа 3: наибольшая вероятность нахождения в составе недублетных образцов	3,9 – 8,3	10	-	10	-	100
Всего		112	51	61	46	54

При сопоставлении полученных нами результатов полевых испытаний и электрофоретического анализа было отмечено соответствие между уровнем различий по агроморфологическим признакам и генетическим маркерам – авениновым спектрам.

Определенные по данным электрофореза выборки дублетных и недублетных пар достоверно отличались по показателям различий *D общ.* согласно MannWhitneyUTest. ($p = 0,0001$). ПД-образцы, характеризующи-

еся качественно различным биотипным составом, входили только в группы 2 и 3. По сравнению с группами 1 и 2, в группе 3 различия по составу между одноименными образцами были более выражены, что соответствовало и результатам полевого испытания. В целом при анализе состава условно-выделенных нами групп, было установлено, что чем меньше показатель полевых различий *D общ.*, тем больше в группе дублетных пар, выявленных с использованием белковых маркеров (см. табл. 4). Таким образом, результаты анализа белковых спектров подтвердили и уточнили данные проведенного ранее полевого испытания образцов овса.

Заключение

Одним из преимуществ любой коллекции является ее «оригинальность». По причинам, названным выше, актуальной становится тема «дублиеты в коллекциях генных банков». В настоящее время нет однозначного определения понятия «дублет», тем более применительно к коллекциям разного статуса. Что касается самого термина, то дублетные образцы – это генетически идентичные образцы. Проблема – в отсутствии объективных «беспорных» методов или подходов к оценке степени генетической идентичности. Потому не существует единой методики по определению дублетов и невозможно делать окончательные выводы на основании какого-либо одного метода.

О недостатках использования только паспортных данных упоминалось выше. Полученные нами результаты также подтверждают, что одинаковое сортовое название образцов не является достаточным признаком «дублетности». К ранее указанным

ограничениям полевого анализа следует добавить его длительность – для злаков требуется как минимум два года (Bradley et al., 2002; Diederichsen, 2009). Иногда полевая оценка невозможна из-за потери всхожести сохраняемого материала. Развитие маркерных технологий обеспечило переход от визуальных (во многом субъективных) критериев оценки родства к объективным – не зависящим от окружающих условий. Настоящий период можно назвать периодом накопления информации по использованию молекулярных маркеров в вопросе поиска дублетов, выбора методов и критериев оценки полученных данных. Подтверждение молекулярными методами данных, полученных другими способами, позволяет использовать молекулярные маркеры на начальном этапе поиска дублетов. В пользу этого говорят и результаты настоящей работы. Установленное соответствие результатов полевого и электрофоретического анализов указывает на возможность использования, в частности, электрофореза авенина для поиска потенциальных дублетных образцов овса посевного еще до стадии полевых испытаний или в случае невозможности их проведения. Хотя применение молекулярных маркеров не всегда дает возможность сделать окончательное заключение о дублетности изучаемых образцов, использование этих методов существенно сокращает затраты при мониторинге коллекций. Преимущества молекулярных методов идентификации генетического разнообразия и контроля за состоянием коллекций и в том, что они достаточно легко воспроизводятся в разных лабораториях и стандартизируются, что особенно важно для координации работы с коллекциями разных стран.

Работа была выполнена при поддержке совместного проекта ВИР (Россия) – Нордический генный банк (NordGen, Швеция), данная публикация подготовлена при поддержке проекта РФФ-14-16-00072.

References/Литература

1. Zelenskaya E. G., Konarev A. V., Loskutov I. G., Gubareva N. K., Strelchenko P. P. Characteristics of ancient local forms of cultivated oat from the collection of the Vavilov Institute of Plant Industry according to avenin polymorphism // Agrarnaya Rossiya, 2004, no. 6, pp. 50–58 [in Russian] (Зеленская Е. Г., Конарев А. В., Лоскутов И. Г., Губарева Н. К., Стрельченко П. П. Характеристика старо-местных форм овса посевного (*Avena sativa*L.) из коллекции ВИР по полиморфизму авенина // Аграрная Россия. 2004. № 6. С. 50–58).

2. *Identification of varieties and registration of the genofond of cultivated plants by seed proteins* / Ed. V. G. Konarev. St. Petersburg: VIR, 2000, 186 p. [in Russian] (*Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян* / ред. Конарев В. Г. СПб.: ВИР, 2000. 186 с.).
3. *Konarev A. V. The use of molecular markers for solving problems of plant genetic resources and plant breeding* // *Agrarnaya Rossiya*, 2006, no. 6, pp. 4–22 [in Russian] (*Конарев А. В. Использование молекулярных маркеров в решении проблем генетических ресурсов растений и селекции* // *Аграрная Россия*. 2006. № 6. С. 4–22).
4. *Konarev A. V., Perchuk I. N., Nakayama S. The use of prolamine polymorphism in the research of the parent material and seed production of forage gramineous crops* // *Agrarnaya Rossiya*, 2002, no. 3, pp. 63–65 [in Russian] (*Конарев А. В., Перчук И. Н., Накаяма С. Использование полиморфизма проламинов в изучении исходного материала и семеноводстве злаковых трав* // *Аграрная Россия*. 2002. № 3. С. 63–65).
5. *Konarev V. G. Plant proteins as genetic markers*. Moscow: Kolos, 1983, 320 p. [in Russian] (*Конарев В. Г. Белки растений как генетические маркеры*. М.: Колос, 1983. 320 с.).
6. *Loskutov I. G., Gubareva N. K., Alpatieva N. V. Avenin polymorphism in the study of wild oat species* // *Agrarnaya Rossiya*, 2005, no. 2, pp. 43–48 [in Russian] (*Лоскутов И. Г., Губарева Н. К., Алпатиева Н. В. Полиморфизм авенина в изучении дикорастущих видов овса* // *Аграрная Россия*. 2005. № 2. С. 43–48).
7. *Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blihnova E. V. Methodological guidelines for research and conservation of the global collection of barley and oats*. St. Petersburg: VIR, 2012, 63 p. [in Russian] (*Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса*. СПб.: ГНУ ВИР, 2012. 63 с.).
8. *Plokhinskiy N. A. Algorithms of biometrics*. Moscow: MGU, 1980, 107 p. [in Russian] (*Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии*. М.: МГУ, 1980. 107 с.).
9. *Perchuk I. N., Loskutov I. G. Electrophoretic analysis of avenin as an effective method for monitoring the status of the cultivated oat collection* // *Proc of Int. Sci. Conf. Plant genetic resources as the basis of food security and QOL improvement*. St. Petersburg, 2014, p. 78 [in Russian] (*Перчук И. Н., Лоскутов И. Г. Электрофоретический анализ авенина – эффективный метод мониторинга состояния коллекции овса посевного* // *Генетические ресурсы растений – основа продовольственной безопасности и повышения качества жизни*. Тез докл. Междунар. научн. конф. С.-Петербург, 2014. С. 78).
10. *Pomorцев А. А., Лялина Е. В. Identification and barley variety seed testing by electrophoresis of seed storage proteins*. Moscow: MSHA, 2003, 84 p. [in Russian] (*Поморцев А. А., Лялина Е. В. Идентификация и оценка сортовой чистоты семян ячменя методом электрофоретического анализа запасных белков зерна*. М.: МСХА, 2003. 84 с.).
11. *Piukkenen V. P., Gubareva N. K., Mitrofanova O. P. Searching for possible duplicates among the collection accessions of bread wheat from China* // *Agrarnaya Rossiya*, 2005, no. 2, pp. 31–34 [in Russian] (*Пюккенен В. П., Губарева Н. К., Митрофанова О. П. Поиск возможных дублетов среди коллекционных образцов мягкой пшеницы из Китая* // *Аграрная Россия*. 2005. № 2. С. 31–34).
12. *Romanova Yu. A., Gubareva N. K., Konarev A. V., Mitrofanova O. P., Lyapunova O. A., Anfilova N. A., Strelchenko P. P. The study of the *Triticum spelta* L. wheat species collection by using gliadin polymorphism* // *Genetics*, 2001, vol. 37, no. 9, pp. 1258–1265 [in Russian] (*Романова Ю. А., Губарева Н. К., Конарев А. В., Митрофанова О. П., Ляпунова О. А., Анфилова Н. А., Стрельченко А. П. Исследование коллекции вида пшеницы *Triticum spelta* L. по полиморфизму глиадинов* // *Генетика*. 2001. Т. 37. № 9. С. 1258–1265).
13. *Halafyan A. A. Statistics 6. Statistical data analysis*. Moscow: Binom, 2010, 528 p. [in Russian] (*Халафян А. А. Статистика 6. Статистический анализ данных*. М.: Бином, 2010. 528 с.).
14. *Bradley V., Kisha T., Jonson R. The identification of duplicate accessions within a grass germplasm collection using RAPD analysis* [abstract] // *Crop Sci. Soc. Am.*, 2002, p.131923.
15. *Diederichsen A. Duplication assessments in Nordic *Avena sativa* accessions at the Canadian national genebank* // *Gen. Res. Crop Evol.*, 2009, vol. 56, no. 4, pp. 587–597.
16. *Dobrovolskaya O., Saleh U., Malysheva-Otto L., Roder M. S., Borner A. Rationalising germplasm collections: a case study for wheat*. // *Theor. Appl. Genet*, 2005, vol. 111, pp. 1322–1329. DOI 10.1007/s00122-005-0061-9
17. *Fu Y. B. Genetic variability in multiple accessions of two Canadian heritage crop cultivars as revealed by AFLP markers* // *Comm. Biom. Crop Sci.*, 2006, vol. 1, pp. 1–10.
18. *Hintum van Th. J. L. Drowning in the gene pool. Managing genetic diversity in genebank collections: Academic thesis for the degree of Doctor of agronomy*. Swed. Univer. Agr. Sci. 1994, 360 p.
19. *Hintum van T. J. L. Duplication within and between germplasm collections. III. A quantitative*

- model // Gen. Res. Crop Evol., 2000, vol. 47, pp. 507–513.
20. *Hintum van T. J. L., Knupffer H.* Duplication within and between germplasm collections. I. Identifying duplication on the basis of passport data // Gen. Res. Crop Evol., 1995, vol. 42, no. 2, pp. 127–133.
21. *Hintum van T. J. L., Visser D. L.* Duplication within and between germplasm collections. II. Duplication in four European barleys collections // Gen. Res. Crop Evol., 1995, vol. 42, no. 2, pp. 135–145.
22. *International Rules for Seed Testing.* Rules 1996. Verification of species and cultivar. Seed Sci. & Technol. 1996, vol. 24 (Supplement) pp. 253–270.
23. *Konarev A. V., Gubareva N. K., Kornuchin D. L., Berner A.* Gliadin electrophoretic analysis of the genetic integrity of wheat (*Triticum aestivum*) accessions after frequent seed reproduction // Gen. Res. Crop Evol., 2005, vol. 52, pp. 519–523.
24. *Konarev A. V., Vvedenskaya I. O., Nasonova E. A., Perchuk I. N.* Use of prolamine polymorphism in studying genetic resources of forage grasses // Gen. Res. Crop Evol., 1995, vol. 42, pp. 197–209.
25. *Leonova S., Shelenga T., Hamberg M., Konarev A., Loskutov I., Carlsson A.* Analysis of oil composition in cultivars and wild species of Oat (*Avena* sp.) // J. Agr. Food Chem., 2008, vol. 56, no. 17, pp. 7983–7991.
26. *Loskutov I. G., Omelchenko A. Y., Harrer S.* Identification of duplicates by comparing of passport database of *Avena* germplasm collections. Available at http://www.ecpgr.cgiar.org/AGIS/Docs/MAANov07_Paper_IL.pdf, 2007
27. *Lund B., Ortiz R., Skovgaard I.* Analysis of potential duplicates in barley gene bank collections using re-sampling of microsatellite data // Theor. Appl. Genet., 2003, vol. 106, pp. 1129–1138. DOI 10.1007/s00122-002-1130-y
28. *Lyman J. M.* Progress and planning for germplasm conservation of major food crops. Plant Gen. Res. Newsletter, 1984, vol. 60, pp. 3–21.
29. Molecular biological aspects of applied botany, genetics and plant breeding. Series: «Theoretical Basis of Plant Breeding», vol. I / Ed. V. G. Konarev, A. V. Konarev. St. Petersburg: VIR, 1996. 228 p.
30. *Portyanko V. A., Sharopova N. R., Sozinov A. A.* Characterisation of European oat germplasm allelic variation at complex avenin loci detected by acid polyacrylamide gel electrophoresis // Euphytica, 1998, vol. 102, pp. 15–27.
31. *Ruiz M., Aguiriano E.* Analysis of duplication in the Spanish durum wheat collection maintained in the CRF-INIA on the basis of agro-morphological traits and gliadin proteins // Gen. Res. Crop. Evol., 2004, vol. 51, pp. 231–235.
32. *Sahu R. K.* Screening for duplicates in the germplasm collections // Int. Rice Res. Newslett., 1989, vol. 14, p. 4.
33. *The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1998, 510 p.
34. *Verma S. K., Khanna V. K., Singh N. K.* Random amplified polymorphic DNA analysis of Indian scented basmati rice (*Oryza sativa* L.) germplasm for identification of variability and duplicate accessions, if any // Electrophoresis, 1999, vol. 20, pp. 1786–1789.
35. *Virk P. S., Newbury H. J., Jacson M. T., Ford-Lloyd B. V.* The identification of duplicate accessions within a rice germplasm collection using RAPD analysis // Theor. Appl. Genet., 1995, vol. 90, pp. 1049–1055.
36. *Willner E., Sackville Hamilton N.R., Knupffer H.* Duplication in forages collections // Report of a Working Group on Forages. 6 th Meeting. 6-8 March. 1997. Beitostolen. Norway. / Ed. Maggioni L., Marum P., Sackville Hamilton N. R., Thomas I., Gass T., Lipman E. Rome. Italy: Int. Plant Gen. Res. Ins., 1998, pp. 92–95.
37. *Yndgaard F., Loskutov I., Solberg S., Kovalova O., Agnese K. Brantestam and T. Svensson J T* A low-cost method for the evaluation of potential duplicate holdings of genebank accessions [In press].

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-94-102

УДК 633.1

ИСТОЧНИКИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РФ

Н. В. Иванова¹,
А. В. Анисимова²,
Т. Н. Радюкевич¹,
О. Н. Ковалева³

¹Ленинградский НИИСХ «Белогорка»
188338,
Ленинградская обл.,
Гатчинский р-н, д. Белогорка,
ул. Институтская, д. 1,
e-mail: lenniish@mail.ru

²Всероссийский НИИ защиты растений
196608,
Санкт-Петербург,
Пушкин,
ш. Подбельского, д. 3,
e-mail: annaanis@mail.ru

³Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова,
190000
Санкт-Петербург,
ул. Б. Морская д. 42, 44,
Россия,
e-mail: o.kovaleva@vir.nw.ru

Актуальность. Основной отраслью сельскохозяйственного производства Северо-Западного региона России является молочно-мясное животноводство, базисом развития которого является создание стабильной, высококачественной кормовой базы. Главной зернофуражной культурой региона является яровая ячмень. **Материал и методы.** В 2011–2013 гг. проведена комплексная оценка сортов ярового ячменя, полученных из коллекции Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР). Полевая оценка 100 образцов проводилась по общепринятой методике. **Результаты и выводы.** Выделено 13 скороспелых образцов ячменя: ‘Ленинградский’, ‘Ранний 1’, ‘Карат’, ‘Тарский 3’, ‘Калита’, ‘Мураш’, ‘Северянин’, ‘Белогорский’ (Россия), ‘Karin’ (Швеция), ‘Nordic’ (США), ‘Tea’, H-ja 60768 (Финляндия). На фоне сильного полегания ячменя (2011 г.) выявлены сорта с высокой устойчивостью: ‘Рахат’, ‘Зевс’, ‘Велес’, ‘Вакула’, ‘Биом’, ‘Багрец’ (Россия), ‘Pejas’, ‘Prosa’ (Чехия), ‘Balga’, ‘Kristaps’ (Латвия), ‘Xanadu’, ‘Жозефин’ (Германия), ‘Tea’, ‘Arvo’ (Финляндия), ‘Донецкий 5’ (Украина), ‘Дейсе’ (Канада), ‘Toledo’ (Великобритания). Слабое развитие сетчатой пятнистости (до 5–10%) отмечено у сортов: ‘Зевс’, ‘Биос-1’, ‘Биом’, ‘Багрец’ (Россия), ‘Айдас’ (Литва), ‘Malva’ (Латвия), ‘Saloon’ (Чехия), ‘Xanadu’, ‘Margret’ (Германия), ‘Kimberley’ (США). Слабым поражением темно-бурой пятнистостью (до 10% листовой поверхности) характеризовались сорта ячменя: ‘Биом’, ‘Зауральский 1’, ‘Колчан’, ‘Родник Прикамья’, ‘Ворсинский 2’, линия 1505, ‘Сибиряк’, ‘Купец’ (Россия), ‘Гетьман’, ‘Козак’ (Украина), ‘Nordic’, ‘Kimberley’ (США), ‘Tea’, ‘Vankkuri’ (Финляндия), ‘Amulet’ (Чехия), ‘Margret’ (Германия). При эпифитотийном развитии мучнистой росы (2009, 2011 гг.) выделены сорта с полной устойчивостью и очень слабой пораженностью (5–10%) болезнью: ‘Рахат’, ‘Тонус’, ‘Вакула’, ‘Ястреб’ (Россия), ‘Романтик’ (Украина), ‘Илек 16’ (Казахстан), ‘Jersy’, ‘Heris’ (Чехия), ‘Xanadu’, ‘Margret’ (Германия), ‘Ansis’, ‘Klinta’, ‘Kristaps’ (Латвия), ‘Айдас’ (Литва). В 2013 году у большинства коллекционных образцов ячменя обнаружено поражение стеблевой ржавчиной. Отсутствие болезни наблюдали у сортов: ‘Рахат’, ‘Биос-1’, ‘Тандем’, ‘Зевс’, ‘Хаджибей’, ‘Лель’, ‘Зенит’, ‘Лунь’, ‘Волгодон’ (Россия), ‘Романтик’, ‘Козак’, ‘Казковский’ (Украина), ‘Kimberley’ (США), ‘Druvis’ (Латвия), ‘Vankkuri’ (Финляндия). Наибольший интерес для селекции в Северо-Западном регионе РФ представляют сорта с комплексом хозяйственно ценных признаков ‘Рахат’, ‘Зевс’, ‘Биом’, ‘Велес’, ‘Kimberley’, ‘Xanadu’, ‘Margret’, ‘Maridol’, ‘Amulet’.

Ключевые слова:

ячмень, коллекция, селекция, скороспелость, устойчивость к полеганию, устойчивость к болезням

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-94-102

SOURCES OF AGROBIOLOGICAL TRAITS FOR BREEDING SPRING BARLEY VARIETIES IN THE NORTH-WEST OF THE RUSSIAN FEDERATION

N. V. Ivanova¹,
A. V. Anisimova²,
T. N. Radyukevich¹,
O. N. Kovaleva³

¹Leningrad Agricultural
Institute, 1,
ul. Institutskaya, pos. Belogorka,
St. Petersburg 188338, Russia,
e-mail: lenniish@mail.ru

²All-Russian Institute
of Plant Protection, 3,
sh. Podbelskogo,
St. Petersburg 196608,
e-mail: annaanis@mail.ru

³The N. I. Vavilov
All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources,
42, 44, Bolshaya Morskaya str.,
St. Petersburg,
190000 Russia,
e-mail: o.kovaleva@vir.nw.ru

Key words:

*barley, genotype, breeding,
early maturity, lodging re-
sistance, disease resistance*

Background. The development of livestock and poultry production in the region is closely linked with the establishment of a stable high-quality forage base. Spring barley is the main forage crop in the region. Obtaining high-yielding cultivars resistant to diseases is the main aim of breeding. **Materials and methods.** A set of spring barley varieties from the N. I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR) was evaluated in the field (Belogorka, Leningrad region) for three years (2011–2013). A total of about 100 barley accessions were studied. Evaluation was carried out by conventional techniques. **Results and conclusion.** Thirteen early-maturing accessions of barley have been selected: ‘Leningradskiy’, ‘Ranniy 1’, ‘Carat’, ‘Tarsky 3’, ‘Kalita’, ‘Murash’, ‘Severyanin’, ‘Belogorskiy’ (Russia), ‘Karin’ (Sweden), ‘Nordic’ (USA), ‘Tea’ and H-ja 60768 (Finland). In 2011, when the conditions were conducive to barley lodging, varieties with high resistance to lodging were identified: ‘Rahat’, ‘Zevs’, ‘Veles’, ‘Vakula’, ‘Biom’, ‘Bagrets’, (Russia), ‘Pejas’, ‘Prosa’, (Czech Republic), ‘Balga’, ‘Kristaps’ (Latvia), ‘Xanadu’, ‘Josephine’ (Germany), ‘Tea’, ‘Arvo’, (Finland), ‘Donetskij 5’, (Ukraine), ‘Daise’ (Canada), and ‘Toledo’ (United Kingdom). Weak development of net blotch (5–10%) was observed in the varieties: ‘Zevs’, ‘Bios-1’, ‘Biom’, ‘Bagrets’ (Russia), ‘Aidas’ (Lithuania), ‘Malva’ (Latvia), ‘Saloon’ (Czech Republic), ‘Xanadu’, ‘Margret’ (Germany), and ‘Kimberley’ (USA). The barley varieties ‘Biom’, ‘Zauralsky 1’, ‘Kolchan’, ‘Rodnik Prikam’ya’, ‘Vorsinskij 2’, line 1505, ‘Sibiryak’, ‘Kupets’ (Russia), ‘Get’man’, ‘Kozak’ (Ukraine), ‘Nordic’, ‘Kimberley’ (USA), ‘Tea’, ‘Vankkuri’ (Finland), ‘Amulet’ (Czech Republic), and ‘Margret’ (Germany) showed low level of affliction by dark-brown spot blotch (5–10%). Powdery mildew epiphytotic attacked the barley collection in Leningrad Province in 2009 and 2011, when resistant and mildly sensitive (5–10%) varieties were identified: ‘Rahat’, ‘Tonus’, ‘Vakula’, ‘Yastreb’ (Russia), ‘Romantic’ (Ukraine), ‘Ilek 16’ (Kazakhstan), ‘Jersy’, ‘Heris’ (Czech Republic), ‘Xanadu’, ‘Margret’ (Germany), ‘Ansis’, ‘Klinta’, ‘Malva’, ‘Kristaps’ (Latvia), and ‘Aidas’ (Lithuania). In 2013, a majority of barley accessions were afflicted by stem rust. The absence of this disease was observed in the varieties: ‘Rahat’, ‘Bios-1’, ‘Tandem’, ‘Zevs’, ‘Hadhzebei’, ‘Lel’, ‘Zenit’, ‘Lun’, ‘Volgodon’ (Russia), ‘Romantic’, ‘Kozak’, ‘Kazkovij’ (Ukraine), ‘Kimberley’ (USA), ‘Druvis’ (Latvia), and ‘Vankkuri’ (Finland). Cultivars with a complex of valuable agrobiological traits – ‘Rahat’, ‘Zevs’, ‘Biom’, ‘Veles’, ‘Kimberley’, ‘Xanadu’, ‘Margret’, ‘Maridol’ and ‘Amulet’ – are the most interesting for breeding programs in the North-Western region of the Russian Federation.

Введение

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности России обеспеченность молоком и молокопродуктами собственного производства должна быть не менее 90%, мясом и мясопродуктами – 85%. Молочно-мясное животноводство является основной отраслью сельскохозяйственного производства Северо-Западного региона России. Для развития животноводства и птицеводства в регионе необходимо создание стабильной, высококачественной кормовой базы, которая во многом формируется за счет концентрированных кормов. Основу этих кормов составляет зерно местного производства. Использование зерна собственного производства обеспечивает снижение себестоимости и повышение конкурентоспособности продукции животноводства, позволяет использовать современные технологии заготовки концентрированных кормов, такие как производство зерносенажа, плющение зерна. Эти прогрессивные технологии широко применяются в областях Северо-Запада РФ. Так, в Ленинградской области около 15% площадей зерновых культур убираются на зерносенаж, до 50% – на заготовку плющеного зерна, 15% – на заготовку сухого кормового зерна (Danilova, Sinitsyna, 2013). Зерновые культуры в Северо-Западном регионе, в основном, выращивают на фуражные цели. Главной зернофуражной культурой в регионе является яровая ячмень. Так, в Ленинградской области ячмень занимает 63% зернового клина, овес – 20%, пшеница озимая и яровая – 12%, тритикале яровая и озимая – 5% площади (Lapshuk, Vasyaev, 2009). Создание скороспелых сортов ячменя для регионов России с коротким периодом вегетации является важнейшей задачей, стоящей перед селекционерами (Ivanov, Ivanova, 2006; Kovaleva, Ivanova, 2013). Внедрение таких сортов в производство для Северного и Северо-Западного регионов позволит решить ряд важнейших задач. Это создание сырьевого конвейера для заготовки качественного зерносенажа и плющения зерна на осенне-зимний период, снижение напряженности уборочной страды, уборка ячменя в оптимальные агротехнические сроки, обеспечение более

эффективной работы сушильно-сортировального хозяйства на сельскохозяйственных предприятиях, гарантированное получение семян с высокими посевными качествами. На современном этапе развития сельского хозяйства именно сорт является самым эффективным и наиболее доступным средством повышения величины и качества урожая, энергосбережения, увеличения рентабельности и конкурентоспособности аграрного производства. Создание новых высокоурожайных сортов, соответствующих требованиям современного сельскохозяйственного производства необходимо для развития всего агропромышленного комплекса России.

Цель данного исследования – выделение генетических источников хозяйственно ценных признаков для создания перспективного селекционного материала ярового ячменя на основе изучения коллекционных сортов Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР).

Материалы и методы

В течение трех лет проводилось комплексное изучение сортов и образцов ярового ячменя *Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare*, *H. vulgare* L. subsp. *distichon* (L.) Koern. коллекции ВИР по хозяйственно ценным признакам. Было изучено: в 2011 г. – 101 образец ярового ячменя, в 2012 г. – 95, в 2013 г. – 92. В состав изучаемых образцов входили районированные сорта как в Северо-Западном регионе, так и в других регионах России, сорта отечественной селекции и зарубежных стран. Большую часть изучаемых сортов ячменя составляли сорта Западной Европы (Чехии, Германии, Франции, Польши), Беларуси, Украины, стран Балтии (Латвии, Литвы, Эстонии), Финляндии, Швеции, Норвегии, Канады, США. Среди сортов селекции ФГБНУ Ленинградский НИИ сельского хозяйства «Белогорка» изучены по хозяйственно ценным признакам: 'Ленинградский', 'Северянин', 'Балтика', 'Мураш', 'Белогорский', 'Карат', а также новые перспективные селекционные линии.

В качестве стандартных сортов были взяты районированный и широко возделываемый

ваемый в Ленинградской области сорт ярового ячменя 'Суздалец' селекции НИИ сельского хозяйства Центральных районов Нечерноземной зоны (*H. vulgare* subsp. *distichon* convar. *nutans* Schudl.) и сорт селекции ФГБНУ ЛНИИСХ 'Ленинградский' (*H. vulgare* subsp. *vulgare* convar. *pallidum* Ser.), районированный в Северо-Западном регионе с 2009 года.

Изучение сортов ярового ячменя по морфологическим и хозяйственно-биологическим признакам проведено согласно «Международному классификатору СЭВ рода *Hordeum*» (Lekes J. et al., 1983) и «Методических указаний по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса» (Loskutov et al., 2012).

Результаты и обсуждение

Скороспелость

Главное направление селекционной работы ЛНИИСХ «Белогорка» – селекция на создание продуктивных, скороспелых сортов ячменя. Сорта ячменя, изученные в коллекционном питомнике, в основном относились к группе среднеспелых. По данным, полученным за 3 года, было выделено 13 раннеспелых сортов, среди них большинство (9 сортов) российской селекции, в том числе 6 сортов селекции ЛНИИСХ «Белогорка» ('Ленинградский', 'Северянин', 'Белогорский', 'Мураш', 'Карат', линия 1505) и только 4 сорта зарубежной селекции. Самыми скороспелыми из изучаемых сортов были стандартный сорт 'Ленинградский' и шведский сорт 'Karin' (длина вегетационного периода 68 дней), у стандартного сорта 'Суздалец' длина вегетации по средним данным за три года составила 80 дней (табл. 1). Значение создания скороспелых сортов зерновых культур возросло в связи с устойчивой тенденцией последних лет – потеплением климата, что вызывает более частые засухи. Создание скороспелых сортов с активным ростом в первые фазы вегетации (всходы-кущение) позволит растениям быстро сформировать корневую систему,

активно использовать запасы весенней влаги и меньше страдать от засушливых условий летнего периода.

Устойчивость к полеганию

Одним из лимитирующих факторов повышения урожайности в условиях повышенного увлажнения, длинного светового дня является полегание. Полегание приводит к потере 10–50% урожая, препятствует механизированной уборке, ухудшает качество зерна и семян (Kovalev, Kosareva, 1990).

Устойчивость к полеганию у зерновых культур тесно связана с высотой и прочностью соломины. Короткостебельные растения, как правило, более устойчивы к полеганию. По итогам трехлетнего изучения коллекционных образцов ячменя выделено 15 низкорослых сортов (длина соломины 61–70 см). Эти сорта близки по высоте растений к устойчивому к полеганию стандартному сорту 'Суздалец' (длина соломины 66,7 см). Они более короткостебельны, чем скороспелый сорт 'Ленинградский' (длина соломины 78,4 см), который склонен к полеганию во влажные годы (табл. 2).

Условия для проявления полегания ячменя в годы изучения сортов складывались по-разному. Если в 2012 и 2013 гг. большинство образцов были устойчивы к полеганию (7–9 баллов), то в 2011 г. число устойчивых составило только 68% (69 сортов из 101 изучаемых) (табл. 3). Это связано с обильными осадками, выпавшими в 3-й декаде июля – 85,2 мм, при среднемноголетних данных – 26 мм.

В 2011 г. высокая устойчивость к полеганию (9 баллов) наблюдалась у сортов российской селекции 'Рахат', 'Зевс', 'Велес', 'Вакула', 'Биом', 'Челябинец 2', 'Тонус', 'Нутанс 302', 'Багрец', 'Щедрый', 'Княжич', 'Енисей', 'Лель', сортов из Чехии – 'Pejas', 'Prosa', 'Primus', Латвии – 'Balga', 'Kristaps', Германии – 'Xanadu', 'Жозефин', Финляндии – 'Tea', 'Arvo', 'Kari', Украины – 'Донецкий 5', 'Симфония', Канады – 'Дейсе', Швеции – 'Karin', Великобритании – 'Toledo'.

Таблица 1. Источники скороспелости ярового ячменя
Table 1. Sources of early maturity in spring barley

№ каталога ВИР	Сорт	Разновидность	Происхождение	Вегетационный период, дней			
				2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
<i>Hordeum vulgare</i> L. subsp. <i>distichon</i> (L.) Koern. сюда дать разновидность							
30314	Суздалец (стандарт)	nutans	Россия, Московская обл.	77	84	80	80
31196	Карат	nutans	Россия, Ленинградская обл.	68	77	71	72
27737	Ранний 1	nutans	Россия, Новосибирская обл.	66	71	69	69
30989	Калита	nutans	Россия, Свердловская обл.	70	80	74	75
30999	Теа	nutans	Финляндия	70	75	72	72
30974	Северянин	nutans	Россия, Ленинградская обл.	70	76	74	73
<i>Hordeum vulgare</i> L. subsp. <i>vulgare</i> сюда дать разновидность							
30975	Ленинградский (стандарт)	pallidum	Россия, Ленинградская обл.	65	73	68	68
30575	Karin	pallidum	Швеция	65	71	68	68
22342	Nordic	pallidum	США	67	73	69	70
30593	Тарский 3	pallidum	Россия, Омская обл.	67	73	71	70
27408	Hja 60768	pallidum	Финляндия	66	80	71	72
30822	Мураш	pallidum	Россия, Ленинградская обл.	69	74	71	71
22089	Белогорский	pallidum	Россия, Ленинградская обл.	68	75	71	71
	1505	pallidum	Россия, Ленинградская обл.	69	76	73	73

Таблица 2. Источники короткостебельности ярового ячменя
Table 2. Sources of a semi-short stem in spring barley

№ каталога ВИР	Сорт	Разновидность	Происхождение	Высота стебля, см			
				2011г.	2012г.	2013г.	среднее
<i>Hordeum vulgare</i> L. subsp. <i>distichon</i> (L.) Koern.							
30314	Суздалец (стандарт)	nutans	Россия, Московская обл.	65	67	68	66,7
30591	Рахат	nutans	Россия, Московская обл.	67	67	74	68,4
29636	Айдас	nutans	Литва	65	60	71	65,4
30589	Балтика	nutans	Россия, Ленинградская обл.	65	64	71	66,7
30457	Inari	nutans	Финляндия	64	64	67	65,0
30844	Хаджибей	nutans	Россия, Белгородская обл.	64	75	68	69,0
30948	Cecilia	nutans	Швеция	63	63	67	64,4
30966	Margret	nutans	Германия	61	72	67	66,7
30933	Jersy	nutans	Чехия	63	68	70	67,0
30981	Владимир	nutans	Россия, Московская обл.	64	72	74	70,0

№ каталога ВИР	Сорт	Разновидность	Происхождение	Высота стебля, см			
				2011г.	2012г.	2013г.	среднее
30984	Биом	nutans	Россия, Новосибирская обл.	64	70	72	69,6
31000	Delphine	nutans	Франция	73	62	71	68,6
30988	Багрец	nutans	Россия, Свердловская обл.	58	70	69	65,7
<i>Hordeum vulgare</i> L. subsp. <i>vulgare</i>							
30975	Ленинградский (стандарт)	pallidum	Россия, Ленинградская обл.	77	76	82	78,4
30575	Karin	pallidum	Швеция	76	61	82	73,0
30883	Тандем	pallidum	Россия, Кировская обл.	56	62	70	62,7
30843	Зевс	pallidum	Россия, Белгородская обл.	67	70	71	69,4
30921	Druvis	pallidum	Латвия	58	68	65	63,7

Таблица 3. Устойчивость к полеганию коллекционных образцов ячменя
Table 3. Lodging resistance of barley accessions

Год изучения	число сортообразцов	Устойчивые сортообразцы (7–9 баллов)	
		число	%
2011	101	69	68
2012	95	88	93
2013	92	81	88

Устойчивость к болезням

Одним из ценных признаков для создания сортов ячменя нового поколения является устойчивость к болезням. В Северо-Западном регионе к наиболее вредоносным болезням ячменя относятся: листовые пятнистости, карликовая и стеблевая ржавчины, пыльная головня (Peresyarkin, 1979). Среди листовых пятнистостей чаще встречаются сетчатая и темно-бурая. Эпифитотии одного из видов пятнистостей в данном регионе наблюдаются раз в 3–4 года (Afanasenko, 2009). В последние годы на коллекционных посевах ячменя увеличилось распространение мучнистой росы, развитие болезни на восприимчивых сортах достигало 80% и выше. При сильном поражении снижается кустистость растений, уменьшается число зерен в колосе, масса 1000 зерен, что приводит к значительному снижению урожайности и качества зерна (Tyryshkin et al., 2009).

За три года изучения коллекции ярового ячменя (2011–2013 гг.) на устойчивость к листовым пятнистостям не обнаружено совершенно иммунных сортов. Развитие пятнистостей на сортах стандартах 'Ленинградский' и 'Суздавец' достигало до 10% сетчатой и до 30% – темно-бурой.

Сетчатая пятнистость – Pyrenophora teres (Died.) Drechler

Среди оцененных сортов ячменя высокой восприимчивостью (до 50–70%) к возбудителю характеризовались сорта 'Karin' (Швеция), 'Inari' (Финляндия). К группе средневосприимчивых (до 25–40%) были отнесены сорта 'Лель', 'Родник Прикамья' (Россия), 'Belissima' (Франция), 'Tea' (Финляндия), 'Amulet' (Чехия). Слабое развитие сетчатой пятнистости (до 5–10%) отмечено на сортах: 'Зевс', 'Хаджибей', 'Биос-1', 'Биом', 'Багрец' (Россия), 'Айдас' (Литва), 'Malva' (Латвия), 'Saloon' (Чехия), 'Xanadu', 'Margret' (Германия), 'Kimberley' (США) и др.

Темно-бурая пятнистость – Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoemaker

Отмечена на всех коллекционных образцах ячменя, максимальное развитие болезни зафиксировано в 2013 году. В год эпифитотии до 50–70% были поражены сорта: ‘Багрец’ (Россия), ‘Романтик’ (Украина), ‘Inari’, ‘Жозефин’ (Германия), ‘Karin’ (Швеция), ‘Wash ford’ (США). Поражение листовой поверхности до 30–40% отмечено у сортов: ‘Биос-1’, ‘Двина’, ‘Княжич’, ‘Калита’, ‘Балтика’, ‘Лель’ (Россия), ‘Бадьорный’, ‘Аскольд’ (Украина), ‘Илек 1’ (Казахстан), ‘Messina’, ‘Чилл’, ‘Xanadu’ (Германия), ‘Oldgram’ (Чехия) и др. До 11–25% были поражены сорта: ‘Ленинградский’, ‘Зевс’, ‘Ранний 1’, ‘Хаджибей’, линии 1610 и 1612 (Россия), ‘Оболонь’, ‘Гармония’ (Украина), ‘Druvis’, ‘Malva’ (Латвия), ‘Cecilia’ (Швеция), ‘Saloon’ (Чехия) и другие.

На этом фоне слабым поражением (до 5–10% листовой поверхности) отличались сорта: ‘Биом’, ‘Зауральский 1’, ‘Колчан’, ‘Родник Прикамья’, ‘Лунинский’, ‘Волгодон’, ‘Ворсинский 2’, ‘Тарский 3’, ‘Гетьман’, ‘Мураш’, ‘Щедрый’, ‘Сибиряк’, ‘Купец’, линия 1505 (Россия), ‘Солнцедар’, ‘Чаривный’, ‘Козак’ (Украина), ‘Nordic’, ‘Kimberley’ (США), ‘Tea’, ‘Vankkuri’ (Финляндия), ‘Amulet’ (Чехия), ‘Margret’ (Германия).

Мучнистая роса – Blumeria graminis (D.C. Speer) f. sp. hordei

В 2009 и 2011 гг. на коллекционных образцах ячменя отмечено развитие мучнистой росы.

В 2009 году мучнистой росой были поражены 50% образцов, развитие болезни составило от 5 до 80%.

На фоне сильно пораженных (развитие болезни 50% и выше) сортов, таких как ‘Karin’ (Швеция), ‘Белогорский’, ‘Колизей’, ‘Ленинградский’, ‘Мураш’, ‘Нутанс 302’, ‘Биом’ (Россия), ‘Nordic’ (США), ‘WgA 9-1’ (Эфиопия), выделены сорта относительно устойчивые к болезни. Развитие мучнистой росы до 10–20% отмечено на сортах ‘Зевс’, ‘Нутанс 129’, ‘Княжич’ (Россия), ‘Криничный’ (Беларусь), ‘Романтик’ (Украина), ‘Илек 16’ (Казахстан), ‘Inari’ (Финляндия), ‘Balga’, ‘Druvis’, ‘Idumeja’ (Латвия), ‘Kimberley’ (США). Единичные пустулы

(развитие до 5%) гриба обнаружены на сортах ‘Рахат’, ‘Балтика’ (Россия), ‘Ла’, ‘Айдас’ (Литва), ‘Kristaps’ (Латвия). Отсутствие симптомов болезни наблюдали на сортах ‘Ястреб’, ‘Карат’, ‘Вулкан’, ‘Тонус’ (Россия), ‘Ansis’, ‘Klinta’, ‘Malva’ (Латвия), ‘Annabel’, ‘Margret’, ‘Xanadu’ (Германия), ‘Pejas’ (Чехия).

В 2011 году только у 12 из 101 сорта ячменя (11,9%) не обнаружены симптомы поражения патогеном. К ним относятся: ‘Ястреб’, ‘Вакула’ (Россия), ‘Прибужский 26’, ‘Мыть’, ‘Донецкий 15’, ‘Оболонь’, ‘Гармония’ (Украина), ‘Xanadu’, ‘Жозефин’ (Германия), ‘Balder’ (Финляндия), ‘Jersy’, ‘Maridol’ (Чехия).

У сортов ‘Святогор’, ‘Белогорский’, ‘Ленинградский’, ‘Суздалец’, ‘Двина’, ‘Ворсинский’, линии 1611 (Россия), ‘Cecilia’ (Швеция), ‘Saloon’ (Чехия), ‘Parkland’ (Канада) и других развитие заболевания достигало 50% и более. На этом фоне выделены сорта, пораженные до 10–30%: ‘Балтика’, ‘Северянин’, ‘Челябинец 2’, ‘Зевс’, ‘Вулкан’, ‘Биос-1’, ‘Ранний-1’ (Россия), ‘Криничный’ (Беларусь), ‘Романтик’ (Украина), ‘Илек 34’ (Казахстан), ‘Inari’ (Финляндия), ‘Ansis’, ‘Druvis’, ‘Klinta’, ‘Malva’ (Латвия), ‘Amulet’, ‘Heris’, ‘Pejas’, ‘Primus’ (Чехия), ‘Annabel’ (Германия), ‘Kimberley’ (США). Слабое развитие болезни (до 5%) наблюдали на сортах ‘Карат’, ‘Рахат’, ‘Княжич’, ‘Тонус’ (Россия), ‘Илек 16’ (Казахстан), ‘Balga’, ‘Idumeja’, ‘Kristaps’ (Латвия), ‘Айдас’, ‘Ла’ (Литва), ‘Margret’ (Германия), ‘Toledo’ (Великобритания).

Таким образом, в результате изучения устойчивости коллекционных сортов ярового ячменя к мучнистой росе в годы эпифитотий (2009 и 2011 гг.) выделено 15 сортов, показавших полную устойчивость и слабую пораженность (5–10%) возбудителем болезни. Это сорта ‘Рахат’, ‘Тонус’, ‘Вакула’, ‘Ястреб’ (Россия), ‘Романтик’ (Украина), ‘Илек 16’ (Казахстан), ‘Jersy’, ‘Heris’ (Чехия), ‘Xanadu’, ‘Margret’ (Германия), ‘Ansis’, ‘Klinta’, ‘Malva’, ‘Kristaps’ (Латвия) и ‘Айдас’ (Литва). У устойчивого в полевых условиях сорта ‘Heris’ присутствует ген *mlo*, детерминирующий устойчивость к мучнистой росе (Kokina et al., 2008). У остальных выделенных сортов гены устойчивости к мучнистой росе не известны. Некоторые

сорта ячменя, выделенные по устойчивости к мучнистой росе, обладали ценными хозяйственными признаками, такими как длина колоса, масса 1000 зерен. Сорты Романтик, 'Айдас', 'Ansis', 'Рахат' и 'Тонус' по этим признакам не уступали или превосходили двурядный сорт-стандарт 'Суздалец'. Сорты 'Вакула' и 'Ястреб' превышали шестирядный сорт-стандарт 'Ленинградский' по длине колоса и массе 1000 зерен.

Стеблевая ржавчина – Puccinia graminis Pers. В 2013 году у большинства коллекционных образцов ячменя обнаружено поражение стеблевой ржавчиной. Отсутствие болезни наблюдали на сортах: 'Рахат', 'Биос-1', 'Тандем', 'Зевс', 'Хаджибей', 'Лель', 'Зенит', 'Лунь', 'Волгодон' (Россия), 'Романтик', 'Козак', 'Казковский' (Украина), 'Kimberley' (США), 'Druvis' (Латвия), 'Vankkuri' (Финляндия).

Пыльная головня – Ustilago nuda (Jens.) Rostr. За трехлетний период (2011–2013 гг.) поражение пыльной головней отмечено у

сортов: 'Тандем', 'Святогор', 'Вулкан', 'Тарский 3', 'Лель', 'Ленинградский', 'Хаджибей', 'Тонус', 'Нутанс 302', 'Багрец', 'Нудум 95', 'Оскар', 'Степан', 'Бином', 'Лунь', 'Вариант', 'Ворсинский 2' (Россия), 'Криничный' (Беларусь), 'Бадборный', 'Аскольд' (Украина), 'Margret' (Германия), 'Илек 1', 'Илек 16' (Казахстан), 'Jersy' (Чехия), 'Washford' (США).

Заключение

В результате проведенных исследований выделены источники ценных хозяйственных признаков. Эти сорта ярового ячменя активно привлекаются в гибридизацию для создания ценного селекционного материала.

Наибольший интерес для селекции в Северо-Западном регионе РФ представляют сорта с комплексом хозяйственно ценных признаков 'Рахат', 'Зевс', 'Биом', 'Велес', 'Kimberley', 'Xanadu', 'Margret', 'Maridol', 'Amulet'.

Работа поддержана грантом РФФИ № 15-54-12365.

References/Литература

1. Afanasenko O. S. Role A. Y. Trofimov-skaya in the development of research on immunological characterization of barley genetic centers of evolution // Bulletin of applied botany, genetics and breeding, 2009, vol. 165, pp. 8–12 [in Russian] (Афанасенко О. С. Роль А. Я. Трофимовской в развитии исследований по иммунологической характеристике ячменя из генетических центров эволюции // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2009. Т. 165. С. 8–12).
2. Danilova T. A., Sinityn S. M. Prospects for the development of grain production in the Northwest Federal District of the Russian Federation // Proceedings of the International Congress of Agriculture "Prospects for the development of agro-industrial complex of Russia in the conditions of membership in the WTO", St. Petersburg: ЗАО "Ехроforum". 2013, pp. 155–156 [in Russian] (Данилова Т. А., Синицына С. М. Перспективы развития зернового хозяйства в Северо-Западном федеральном округе РФ // Материалы Международного агропромышленного конгресса «Перспективы развития агропромышленного комплекса России в условиях членства в ВТО», СПб: ЗАО «Эхроforum». 2013. С. 155–156).
3. Lapshu V. A., Vasyaev G. V. Problems of the grain market in the Northwest Region of Russia // Bulletin of applied botany, genetics and breeding, 2009, vol. 165, pp. 157–160 [in Russian] (Лапшук В. А., Васяев Г. В. Проблемы рынка зерна в Северо-Западном регионе России // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2009. Т. 165. С. 15–160).
4. Ivanov M. V., Ivanova N. V. Spring barley varieties for the Northwest of Russia // Bulletin of applied botany, genetics and breeding, 2006, vol. 162, pp. 78–83 [in Russian] (Иванов М. В., Иванова Н. В. Сорты ярового ячменя для Северо-Запада России // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2006. Т. 162. С. 78–83).
5. Kovaleva O. N., Ivanova N. N. New raw material for barley breeding in the Northwest of Russia // Bulletin of applied botany, genetics and breeding, 2013, vol. 171, pp. 28–286 [in Russian] (Ковалева О. Н., Иванова Н. Н. Новый исходный материал для селекции ячменя на Северо-Западе России // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2013. Т. 171. С. 284–286).
6. Kovalev V. M., Kosareva K. A. Lodging of crops and the practice of retardants // J. Zhurnal Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, 1990, no. 1, pp. 72–81 [in Russian] (Ковалев В. М., Косарева К. А. Полегание посевов зерновых культур и практика применения ретардантов // С.-х. биология. 1990. № 1. С. 72–81).

7. *Lekes J., Bares I., Foral A., Odehnal V., Ruschichka F., Bobek M., Trofimovskaya A., Lukjanova M., Korneychuk V., Iljina N., Ya-rosh N.* International comecon list of descriptors for the genus *Hordeum* L. (subgen. *Hordeum*). Leningrad, 1983, 50 p. [in Russian, in English] (*Лекеш Я., Бареш И., Форал А., Одигнал И., Ружичка Ф., Бобек М., Трофимовская А., Лукьянова М., Корнейчук В., Ильина Н., Ярош Н.* Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum*. Л. 1983. 50 с.).
8. *Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blino-va E. V.* Methodical instruction for the study and conservation of the world collection of barley and oats St. Petersburg: VIR, 2012, 63 p. [in Russian] (*Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В.* Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. СПб.: ВИР, 2012. 63 с.).
9. *Peresyupkin V. F.* Diseases of cereal crops. Moscow: «Kolos», 1979, 279 p. [in Russian] (*Пересыпкин В. Ф.* Болезни зерновых культур. М.: Колос, 1979. 279 с.).
10. *Tyryshkin L. G., Manaenko N. S., Terentyeva I. A., Kovaleva O. N.* The stability of collection accessions of barley spring to powdery mildew // Bulletin of applied botany, genetics and breeding, 2009, vol. 165, pp. 220–221 [in Russian] (*Тырышкин Л. Г., Манаенко Н. С., Терентьева И. А., Ковалева О. Н.* Устойчивость коллекционных образцов ярового ячменя к мучнистой росе // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2009. Т. 165. С. 220–221).
11. *Kokina A., Legzdina L., Berzina I., Bleidere M., Rashal I., Rostoks N.* Molecular marker based characterization of barley powdery mildew *Mlo* resistance locus in European varieties and breeding lines // Latvian Journal of Agronomy, 2008, pp. 77–83.

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-103-108

УДК 341.123.042+635.

**ПОЧЕМУ ООН ОБЪЯВИЛА 2016-й
МЕЖДУНАРОДНЫМ ГОДОМ ЗЕРНОБОБОВЫХ?**

**М. А. Вишнякова,
С. В. Шувалов**

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

Ключевые слова:

*зернобобовые, ФАО,
коллекция ВИР, разнообразие*

По представлению экспертов ФАО зернобобовые культуры должны сыграть ведущую роль в глобальной продовольственной и экологической безопасности, а также способствовать сбалансированному и здоровому питанию населения. Для привлечения внимания к этой группе культур мировой общественности ООН провозгласила 2016-й Международным годом зернобобовых (МГЗ). Создан план действий, включающий проведение в разных странах научно-общественных мероприятий различного масштаба. В контексте понимания глобальной значимости этой группы культур в статье рассмотрено место коллекции генетических ресурсов зернобобовых культур ВИР в решении поставленных задач. На современном этапе это самая большая в Европе коллекция, насчитывающая 46,5 тыс. образцов, относящихся к 13 родам и более чем к 200 видам сем. Fabaceae Lindl. Более половины коллекции зернобобовых ВИР представляют местные сорта. Золотым фондом являются уникальные местные сорта, собранные из центров происхождения культурных видов. Неотъемлемую часть коллекции составляют дикие родичи, которые вместе со староместными сортами представляют потенциал для интрогрессивной селекции на повышение адаптивности современных сортов. Многолетнее изучение коллекции позволило классифицировать генетическое разнообразие, сохраняемое в ней, по направлениям использования; агроклиматической приуроченности; ботанической и эколого-географической принадлежности; агрономическим характеристикам; биохимическим и технологическим свойствам; способности к азотфиксации и фиторемедиации; возможности использования в различных отраслях народного хозяйства: в технике, фармакологии, медицине и т. д. На основе знания структуры генетического разнообразия, сохраняемого в коллекции, можно убедительно заявлять, что этот генофонд может быть использован во всех направлениях применения зернобобовых для более масштабного их использования как в стране, так и в мире. Это насущная потребность современности, так как роль зернобобовых явно недооценена, особенно в нашей стране. Приведены сравнительные данные по производству основных зернобобовых культур в мире и в РФ.

BRIEF REPORTS

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-103-108

WHY THE UNITED NATIONS HAVE DECLARED THAT 2016 IS THE INTERNATIONAL YEAR OF PULSES?

**M. A. Vishnyakova,
S. V. Shuvalov**

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

Key words:

*pulses, FAO, VIR collection,
diversity*

According to the vision of the FAO experts, pulses should play the leading role in ensuring the global food and environmental security, as well as in promoting balanced and healthy human diets. In order to attract attention to this group of crops, the UN has declared 2016 to be the International Year of Pulses (IYP). The developed Actions Plan includes various scientific and public events of different scale to be held around the globe. In the context of realization of the global significance of the group of crops in question, the present paper considers the importance of the VIR collection of pulses for solving the above-mentioned tasks. At present, this is the largest collection in Europe which numbers 46.5 thousand accessions belonging to 13 genera and over 200 species within the family Fabaceae Lindl. More than a half of the VIR collection of pulses is represented by local varieties. The gem of the collection is the unique landraces collected from the centers of origin of cultivated species. An inseparable part of the collection are wild species which, together with the landraces, represent a potential source of material for introgressive breeding aimed at increasing adaptability of modern cultivars. As a result of the long-term studies of the collection, the conserved genetic diversity has been classified according to the application trends, agroclimatic confinement, belonging to botanical and ecogeographic groups, agronomic traits, biochemical and technological properties, nitrogen fixing and phytoremediating capacity, as well as according to the potential use in various industries, for engineering purposes, in pharmacology and medicine, etc. The knowledge of the structure of the genetic diversity conserved in the collection allows making a convincing statement that this genetic diversity of pulse crops may be used for all possible application purposes on a wider scale both within and outside the country. This is an urgent contemporary necessity, since the role of pulses is obviously underestimated, especially in this country. Comparative data on the major pulse crops production in the world and in the Russian Federation are provided.

На 68-м заседании Генеральной Ассамблеи ООН было объявлено, что 2016 год станет Международным годом зернобобовых (МГЗ). Делая такой шаг, эта уважаемая организация преследовала цели повышения осведомленности человечества о преимуществах зернобобовых, увеличения их производства и товарооборота, а также поощрения новых и более рациональных методов их использования.

Инициаторами проведения МГЗ выступили Пакистан и Турция в союзе с другими странами, провозглашающими глобальную функцию зернобобовых в продовольственной и экологической безопасности и питании населения. Особенно актуально это для развивающихся стран, где, по оценкам ФАО, зернобобовые составляют 75 процентов среднего пищевого рациона по сравнению с 25 процентами в промышленно развитых странах.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН – ФАО была выбрана в качестве исполнителя основных мероприятий МГЗ в сотрудничестве с соответствующими правительственными и неправительственными организациями и всеми заинтересованными учреждениями во многих странах мира. Создан план действий, включающий проведение в разных странах научно-общественных мероприятий различного масштаба, перечень которых размещен на вебсайте МГЗ (<http://www.fao.org/>). Это симпозиумы, совещания, конференции и конгрессы, которые состоятся во многих странах, а также такие общественно-образовательные мероприятия, как общенациональный межшкольный конкурс в Греции, цикл литературно-гастрономических встреч в Клермон-Ферране (Франция), фестиваль документальных фильмов, посвященных окружающей среде в Канаде и т. д. В России также запланировано проведение мероприятий, посвященных МГЗ. В частности, в апреле 2016 г. в Российском университете дружбы народов прошел XIV Международный конгресс «Блищенковские чтения», одна из ключевых тем которого была посвящена МГЗ. Другое важное мероприятие – III Международный симпозиум «История еды и традиции питания народов мира», который пройдет 27–29 октября 2016 г. на территории МГУ имени М. В. Ломоносова. Первой

в перечне проблем, предлагаемых для обсуждения на симпозиуме, является тема «Место и роль зернобобовых в гастрономической (и не только) культуре России».

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР), в котором находится самая большая в Европе коллекция генетических ресурсов зернобобовых культур и их диких родичей, не может остаться в стороне от этого важного мероприятия. Для нас это хорошая возможность напомнить мировому сообществу о нашей коллекции и ее значении. Этому, в частности, должна способствовать запланированная в ноябре 2016 г. международная конференция «Пути повышения эффективности использования генетических ресурсов зернобобовых в селекции». По данным на 1 ноября 2015 г. коллекция генетических ресурсов зернобобовых содержит 46 479 образцов, относящихся к 13 родам и более чем к 200 видам сем. Fabaceae Lindl. Это представители основных экономически значимых для Российской Федерации культур: гороха, сои, фасоли, вики, чины, чечевицы, люпина, бобов, нута, видов вигны. Небольшую коллекцию – 301 образец – так называемых новых или нетрадиционных зернобобовых, можно рассматривать в качестве наследия от СССР. Это долихос или гиацинтовые бобы (*Dolichos lablab* L.), циамопсис [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.], голубиный горох [*Cajanus cajan* (L.) Millis.] и канавалия [*Canavalia ensiformis* (L.) DC.], свежие репродукции которых до распада СССР получали на Сухумской ОС и Среднеазиатском филиале ВИР. Эти культуры являются вполне традиционными и широко возделываемыми во многих субтропических и тропических странах. Достаточно сказать, что голубиный горох производится в мире на площади, сопоставимой с производством зернового гороха – 6,2 млн га (FAOSTAT, 2013). Более половины коллекции зернобобовых культур ВИР представляют местные сорта. Золотым фондом являются местные сорта, собранные в центрах происхождения культурных видов. Это богатый источник для поиска высоко адаптивных генотипов. Известно, что местные сорта обычно обладают большей фенотипической и генотипической изменчивостью, чем сорта научной

селекции, а также толерантны к биотическим и абиотическим стрессорам (Veteläinen et al., 2009).

Неотъемлемую часть коллекции составляют дикие родичи, которые вместе с местными сортами представляют потенциал для интрогрессивной селекции на повышение адаптивности современных сортов. Поэтому привлечение в коллекцию разнообразия диких видов зернобобовых – задача непреходящей важности. За более чем столетний период существования в ВИР коллекции видов, которые в Бюро по прикладной ботанике называли «бобовыми на семена» (Regel, 1915), и которые Н. И. Вавилов называл «культурами первоочередной важности» и включал в список «подлежащих первоочередному вниманию советских производственных и исследовательских организаций» (Vavilov, 1965, p. 558), создана целая система знаний о них. Эти знания позволяют классифицировать все генетическое разнообразие, сохраняемое в коллекции, по направлениям использования; агроклиматической приуроченности; ботанической и эколого-географической принадлежности; агрономическим характеристикам; биохимическим и технологическим свойствам; способности к азотфиксации, фиторемедиации; возможности использования в различных отраслях народного хозяйства: в технике, фармакологии и т. д. С позиций этих знаний попытаемся обобщить, почему ООН объявил 2016-й Годом зернобобовых.

Зернобобовые культуры, наряду с зерновыми, относятся к первым, используемым человеком и введенным им в культуру. Более того, четыре из них – горох (*Pisum sativum* L.), чечевица (*Lens culinaris* Medik.), нут (*Cicer arietinum* L.) и вика горькая (*Vicia ervilia* L.) – входят в число восьми «базовых» или «первичных» культур, которые человечество первыми ввело в культуру в районе «плодородного полумесяца» на Ближнем Востоке в период неолита. В число этих культур входят также пшеница-одnozернянка, полба, ячмень и лен (Zohary et al., 2012). В свете современных данных к числу «базовых» культур предлагают отнести и конские бобы (*Vicia faba* L.) (Tanno, Willcox, 2006; Abbo et al., 2013).

Неоценимая польза и разностороннее использование зернобобовых в качестве продовольственных, кормовых, технических, сидерационных, декоративных и медоносных культур, их фиторемедиационное, почвозакрепляющее; фармакологическое, косметологическое значение делают их важнейшим звеном мирового растениеводства.

С 1960 г. мировое производство зернобобовых медленно, но стабильно увеличивается примерно на 1% в год. Однако темпы роста отстают от других основных сельскохозяйственных культур, например, зерновых.

Рост производства зернобобовых культур обусловлен целым рядом факторов: белок бобовых дешевле мяса; растительная высокобелковая пища способствует здоровому образу жизни; способность бобовых к фиксации атмосферного азота снижает техногенную нагрузку на среду и т. д. В настоящее время зернобобовые возделываются в мире на 190 млн га. При этом в РФ только на 1,617 млн га, что составляет менее 1% от мировых.

В структуре производства зерна в РФ зернобобовые культуры составляют всего 2,1% (Zotikov et al., 2016). Между тем, по представлениям специалистов, общая площадь пашни в РФ, на которой возможно введение в севообороты зернобобовых, может превышать 100 млн га, а сами зернобобовые культуры могут занимать 10–12 млн га (Zadorin, 2000).

Сравнение масштабов производства основных зернобобовых культур на современном этапе в мире и в РФ приведены в таблице. Мы неоднократно писали о роли зернобобовых культур в обогащении рациона питания, в биологизации и экологизации растениеводства, в создании кормовой базы страны, в улучшении качества жизни в целом, а также о возможностях их более разностороннего использования (Vishnyakova, 2007, 2008, 2010, 2015 и др.). При этом мы всегда подчеркивали очевидный факт недооцененности этих культур в нашей стране, необходимости увеличения их посевных площадей, расширения агрономических ареалов целого ряда культур.

Таблица. Посевные площади и производство основных зернобобовых культур в мире и в РФ по данным FAOSTAT на 2013 г.**Table. The cultivation area and production of major legume crops in the world and in Russia according to FAOSTAT for 2013**

Зернобобовая культура	Посевные площади в мире, млн га	Посевные площади в РФ, га	% к мировому показателю	Производство в мире, т	Производство в РФ, т	% к мировому показателю
Соя	111 300 000	1 202 900	1,08	276 400 000	1 636 000	0,590
Горох зерновой	6 400 000	966 000	15,09	10 900 000	1 350 200	12,380
Фасоль зерновая	29 200 000	4129	1,41	23 200 000	7062	0,003
Бобы конские	2 100 000	7510	0,35	3 100 000	7562	0,240
Люпин	700 000	2 7058	4,15	785 600	38 443	4,890
Чечевица	4 300 000	2 2935	0,52	4 951 720	16 625	0,340

Сейчас в рамках МГЗ о недооцененности этой группы культур, но в глобальном масштабе, заявляют эксперты ФАО.

Благодаря МГЗ инициирована публикация многочисленных сведений о зернобобовых в различных информационных источниках. С начала года ФАО выпустила несколько информационных бюллетеней, освещающих различные аспекты производства и потребления зернобобовых:

- «Пищевая ценность зернобобовых»,
- «Зернобобовые вносят вклад в обеспечение продовольственной безопасности»,
- «О пользе зернобобовых для здоровья»,
- «Зернобобовые и изменение климата»,
- «Зернобобовые и биоразнообразие»

Эти небольшие брошюры и буклеты, несмотря порой на некоторое несовершенство перевода текста на русский язык, помогут значительно повысить информированность населения о пользе зернобобовых культур.

В целом, организаторы МГЗ надеются, что его проведение обеспечит население более обширными знаниями и фактическими

сведениями о зернобобовых; послужит стимулом к появлению новых проектов, программ и стратегий по расширению их производства и потребления. Резюмируя основные цели и направления действий мирового сообщества в рамках МГЗ, мы хотим подчеркнуть, что генетическое разнообразие этой группы культур, хранящееся в коллекции ВИР, может быть использовано во всех направлениях применения зернобобовых. Коллекция ВИР – источник исходного материала для селекции, база для прикладных и фундаментальных исследований, основа для изучения разнообразия мировых генетических ресурсов, их распространения и использования. Она – мерило, позволяющее изучать историю селекции, проводить мониторинг интродукции тех или иных видов в другие районы, отслеживать генетическую эрозию и, напротив, появление новых аллелей генов, осуществлять анализ диверсификации использования генофонда и прогнозировать его новые применения в различных отраслях народного хозяйства.

References/Литература

1. Abbo S., Saranga Y., Peleg Z., Lev-Yadun S., Kerem Z., Gopher A. Reconsidering domestication of legumes versus cereals in the ancient Near East // *Quant. Rev. Biol.* 2009, vol. 84, pp. 29–50.
2. FAOSTAT, 2013. <http://apps.fao.org>
3. Regel R. E. *Regel R. E.* The organization and activities of the Bureau of Applied Botany in the first twenty years of its existence (October 27, 1894 – October 27, 1915) // *Bulletin of Applied Botany*, 1915, vol. 8, no. 4/5, pp. 327–723 [in Russian] (Регель Р. Э. Организация и деятельность Бюро по прикладной ботанике за первое двадцатилетие его существования (27 окт. 1894 – 27

- окт. 1915) // Тр. Бюро по прикл. бот., 1915. Т. 8. № 4/5. С. 327–723.
4. *Tanno K., Willcox G.* The origins of *Cicer arietinum* L. and *Vicia faba* L.: early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium B.P. // *Veg. Hist. Archaeobot.* 2006, vol. 15, pp. 197–204.
 5. *Vavilov N. I.* The problem of new crops // Academician Vavilov. Selected works. Moscow – Leningrad: Science, 1965, pp. 537–541 [in Russian] (*Вавилов Н. И.* Проблема новых культур // Академик Н. И. Вавилов. Избранные труды. М. – Л.: Наука. 1965. С. 537–541).
 6. *Veteläinen M., Negri V., Maxted N.* European Strategic Approach to Conserving Crop Landraces // European landraces on farm conservation, management and use // *Bioversity. Technical Bulletin*, no. 15. Bioversity International, Rome, Italy. 2009, pp. 305–325.
 7. *Vishnyakova M. A.* Genetic resources of grain legumes and the modern concept of agricultural nature // Proceedings of the scientific conference «Rolul culturilol Leguminoase si furajere in agricultura republicii Moldova». Chisinau, 2010. pp. 83–89 [in Russian] (*Вишнякова М. А.* Генетические ресурсы зернобобовых и современная концепция сельскохозяйственного природопользования // Материалы научной конференции «Rolul culturilol Leguminoase si furajere in agricultura republicii Moldova». Chisinau, 2010. С. 83–89).
 8. *Vishnyakova M. A.* The gene pool of legumes and adaptive breeding as the factors of biologization and ecologization of plant industry // *Agricultural Biology*, 2008, no. 3, pp. 3–23 [in Russian] (*Вишнякова М. А.* Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 3. С. 3–23).
 9. *Vishnyakova M. A.* The role of grain legumes gene pool in solving urgent problems of breeding, crop production and improving the quality of life // *Bulletin of applied botany, genetics and plant breeding* // 2007, vol. 164, pp. 101–118 [in Russian] (*Вишнякова М. А.* Роль генофонда зернобобовых культур в решении актуальных задач селекции, растениеводства и повышения качества жизни // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 2007. Т. 164. С. 101–118).
 10. *Vishnyakova M. A.* The ways of the effective use of plant genetic resources in the creation of competitive domestic varieties of grain legumes // Proceedings of the Kuban State Agrarian University, 2015, no. 3 (54), pp. 111–117 [in Russian] (*Вишнякова М. А.* Пути эффективного использования генетических ресурсов растений в создании конкурентоспособных отечественных сортов зернобобовых культур // Труды Кубанского ГАУ. 2015. Вып. 3 (54). С. 111–117).
 11. *Zadorin A. D.* State and prospects of grain legume and groat crop seed production in Russia // *Grassland*, 2000, no. 2, pp. 17–20 [in Russian] (*Задорин А. Д.* Состояние и перспективы семеноводства зернобобовых и крупяных культур в России // Кормопроизводство. 2000. № 2. С. 17–20).
 12. *Zohary D., Hopf M., Weiss E.* Domestication of Plants in the Old World. Oxford: Clarendon Press, 2012, 264 p.
 13. *Zotikov V. I., Naumkina T. S., Zelenov A. N., Sidorenko V. S.* Grain legumes as a factor in sustainable plant industry // *Breeding, seed and genetics*. February 2016, no. 1 (7), pp. 26–31 [in Russian] (*Зотиков В. И., Наумкина Т. С., Зеленов А. Н., Сидоренко В. С.* Зернобобовые как фактор устойчивого растениеводства // Селекция, семеноводство и генетика. 2016. Февраль №1 (7). С. 26–31).

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-109-113

УДК 634.722

ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ СОРТОВ КРАСНОЙ СМОРОДИНЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Т. А. Сулоева

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

Изучена долговечность 60-ти коллекционных сортообразцов красной смородины посадки 1985, 1986 годов в условиях Ленинградской области. Исследуемые образцы имеют различное генетическое и географическое происхождение. В качестве критерия, позволяющего судить о долговечности растений, было выбрано общее состояние растений. По результатам оценки общего состояния сорта разделены на три группы. В первую группу вошли сорта, отличающиеся хорошим общим состоянием растений (4–5 баллов); во вторую – удовлетворительным (3–4 балла); в третью – неудовлетворительным (1–2 балла). Показано, что наибольшей долговечностью в условиях Ленинградской области обладают сорта отечественной селекции и сорта, в создании которых были использованы такие дикие виды, как *Ribes rubrum* L., *R. petraeum* Wulf., *R. multiflorum*, *R. altissimum* Turcz. ex Rojark., *R. atropurpureum* С.А. Мей и *R. warscewiczii* Janz. Недостаточной долговечностью характеризуются сорта западноевропейской селекции – потомки европейского вида *R. vulgare* Lam.

Ключевые слова:

красная смородина, сорт,
устойчивость растений,
долговечность насаждений

DOI: 10.30901/2227-88-34-2016-3-109-113

**ASSESSMENT OF THE LONGEVITY
OF RED CURRANT VARIETIES
IN THE ENVIRONMENTS OF LENINGRAD PROVINCE**

T. A. Suloyeva

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

The longevity of 60 varietal accessions from the red currant collection planted in 1985 and 1986 was studied in the environments of Leningrad Province. The accessions studied have different genetic and geographic origin. For the purpose of this study, the varieties were combined into three groups. The first group included the varieties characterized by good general condition (4–5 points); the second by medium condition (3–4 points); and the third by unsatisfactory condition (1–2 points). The studies have shown that the greatest longevity under the conditions of Leningrad Province was observed in domestic varieties and the varieties which had in their pedigree such wild species as *Ribes rubrum* L., *R. petraeum* Wulf., *R. multiflorum*, *R. altissimum* Turcz. ex Pojark., *R. atropurpureum* C.A. Mey and *R. warscewiczii* Janz. Insufficient longevity was characteristic of the varieties of West European breeding – the descendants of the European species *R. vulgare* Lam.

Key words:

*red currant, varieties of currant,
resistance of plants, longevity of
plantations*

Красная смородина – долговечная ягодная культура, перспективная для возделывания в северных районах умеренного пояса. Красная смородина неприхотлива к условиям произрастания. Однако установлено, что продолжительность жизни и активного плодоношения разных сортов красной смородины в условиях Северо-Западного региона РФ различна. В связи с этим особый интерес представляет изучение насаждений прошлых лет, имеющих в коллекциях Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР). В исследование были включены 60 сортообразцов красной смородины различного генетического и географического происхождения, достигшие 30-летнего возраста. Нами в качестве критерия, позволяющего оценить долговечность растений, выбрано общее состояние растений, которое характеризует адаптационную способность сорта и зависит от зимостойкости, восстановительной способности, устойчивости к вредителям и болезням.

Общее состояние растений определялось визуально и оценивалось по 5-балльной шкале в соответствии с методикой по сортоизучению плодовых и ягодных культур (Program and methodology..., 1999). При анализе генетического происхождения сортов были использованы данные Н. М. Павловой и Т. А. Арсеньевой (Pavlova N. M., 1930, Arsen`eva T. V., 1992). Система рода *Ribes* L. дана по Н. М. Павловой (Pavlova, 1936).

Наблюдения вели в течение 2014–2015 годов дважды за вегетационный период: весной после полного распускания листьев и в конце лета до начала листопада.

Коллекционные насаждения красной смородины были заложены на научно-производственной базе (НПБ) «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» в 1985, 1986 гг. Закладка коллекции и комплекс агротехнических мероприятий по уходу за растениями соответствовали общепринятой методике по сортоизучению (Program and methodology..., 1999). Схема посадки 3 × 2 м по три экземпляра каждого сорта. Именно такая схема посадки для исследования красной смородины является оптимальной, т. к. дает возможность растению полностью проявить свой потенциал. В случае, если кусты

не сохранились, причина их гибели выяснялась по журналам предыдущих лет.

По результатам оценки общего состояния растений изученные сорта были разделены на три группы (таблица):

- 1 – общее состояние растений хорошее (4–5 баллов);
- 2 – общее состояние растений удовлетворительное (3–4 балла);
- 3 – общее состояние растений неудовлетворительное (1–2 балла).

Первая группа. В нее вошли как сорта зарубежной, так и отечественной селекции, различные по своему происхождению. Сорта западноевропейского происхождения представлены тремя старыми сортами: ‘Немецкая’, ‘Гондуин’, ‘Клон L’. Сорт ‘Немецкая’ – гибридный потомок *Ribes vulgare* Lam. и *R. rubrum* L. Сорта ‘Гондуин’ и ‘Клон L’ – гибридные потомки *R. vulgare* и *R. petraeum* Wulf. Сорта ‘Варшевича’ (выведен в Польше) и ‘Красная Виксне’ (выведен в Латвии) – потомки *R. warscewiczii* Janz. Остальные – сорта отечественной селекции: ‘Рошальт’ и ‘Циральт’ – гибридные потомки *R. altissimum* Turcz. ex Rojark. (селекция Павловской опытной станции); ‘Ночка’, ‘Памятная’, ‘Челябинский великан’ (селекции Южно-Уральского НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства) – потомки сорта ‘Файя плодородная’, произошедшего от *R. vulgare* Lam. var. *macrocarpa* Jancz.; ‘Обской закат’ и ‘Красная Лаврова’ – сорта селекции НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко, в создании которых был использован дикий вид *R. atropurpureum* С. А. Mey; сорт ‘Шунтукская’ – Алтайской селекции. Из районированного ассортимента в эту группу попал только один сорт – ‘Красная Виксне’.

Вторая группа. К данной группе относится большинство исследованных сортов как отечественной (‘Натали’, ‘Сахарная’, ‘Смоляниновская’, ‘Ненаглядная’), так и зарубежной селекции. В генетическом отношении эта группа оказалась очень разнородной. Так, в ней представлены сорта – потомки *R. vulgare* (‘Английская белая’, ‘Голландская розовая’); потомки *R. rubrum* (‘Виктория’); гибридные потомки *R. multiflorum* Kit. (‘Роте Шпетлезе’); гибридные потомки *R. vulgare* и *R. rubrum* (‘Сахарная’,

‘Маргаритар’); гибридные потомки *R. vulgare* и *R. petraeum* (‘Первенец’); трехвидовые гибриды *R. vulgare*, *R. rubrum* и *R. petraeum* (‘Ненаглядная’, ‘Смольяниновская’).

Во вторую группу вошло пять сортов из районированного ассортимента – ‘Голландская красная’, ‘Джонкер Ван Тетс’,

‘Натали’, ‘Первенец’, ‘Ютербогская’. Кроме того, в этой группе оказались сорта, не вошедшие в Госреестр по Северо-Западному региону РФ, но широко известные и распространенные: ‘Голландская розовая’, ‘Смольяниновская’, ‘Ненаглядная’, ‘Сахарная

Таблица. Оценка долговечности сортов красной смородины коллекции ВИР, поддерживаемой на полях НПБ «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» 1985, 1986 гг. посадки
Table. Assessing the longevity of red currant varieties from the VIR collection planted in 1985 and 1986, and maintained in the fields of the Science and Industry Base "Pushkin and Pavlovsk Laboratories of VIR"

Общее состояние растений на 2015, 2016 гг., баллы		
Хорошее, 4–5 бал.	Удовлетворительное, 3–4 бал.	Неудовлетворительное, 1–2 бал.
Варшевича (Warszewiczii)	Английская белая (English Grosse Weisse)	Белая Потапенко
Гондуин (Gondouini)	Белый виноград (White Grape)	Булонская белая (Boulonge Blanche)
Клон L (Klon L)	Виктория (Victoria)	<u>Версальская белая (Versailles Blanche)</u>
<u>Красная Виксне</u>	Голландская белая	Вишневая (Cherry)
Красная Лаврова	<u>Голландская красная (Prinz Albert)</u>	Гаркерота
Немецкая	Голландская розовая	Замок Рейби (Raby Castle)
Ночка	Детван (Detvan)	Императорская желтая
Обской закат	<u>Джонкер-ван-Тетс (Jonkheer van Tets)</u>	Кагарлыкская
Памятная	Дружная	Красный Крест (Red Cross)
Рошальт	Йотун (Jotun)	Прозрачная белая (Blanche transparent)
Циральт	Кавказская (Caucase)	Ранняя сладкая
Челябинский великан	Красавица Жилле (Belle de Gilles)	Рассветная
Шунтукская	Красная Кузьмина	Ровада (Rovada)
	Курвитса	Роши Тимпурия (Rossie Timpuria)
	Маргаритар (Margaritar)	Уайлдер (Wilder)
	<u>Натали</u>	Цирвья Писте
	Ненаглядная	Чотоква (Chautauqua)
	Огни Урала	Шампанская белая
	Память Губенко	
	<u>Первенец (Erstling aus Vierlanden)</u>	
	Роте Шпетлезе (Rote Spetlese)	
	Сахарная	
	Смольяниновская	
	Слава Саблона (Glorie de Sablons)	
	Станца (Stanza)	
	Треш нови били (Tres novey Bily)	
	Уральские зори	
	Фертоди Карай (Fertody Karai)	
	<u>Ютербогская (Weisse Juterborge)</u>	

Примечание: в таблице подчеркнуты сорта, включенные в Госреестр по Северо-Западному региону РФ.

Третья группа. Примечательно, что в эту группу вошли преимущественно сорта западноевропейской селекции, один сорт украинской селекции ('Кагарлыкская') и лишь два отечественных сорта. Это 'Ранняя сладкая' (селекция ВСТИСП) и 'Рассветная' (селекция Южно-Уральского НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства). Почти все сорта, за редким исключением, являются потомками *R. vulgare*. Из районированного ассортимента в группу сортов с низкой сохранностью вошел один сорт – 'Версальская белая'.

Все изученные растения коллекции красной смородины ВИР одновозрастные, про-

израстают в одинаковых почвенных и микроклиматических условиях. Таким образом, из приведенных выше данных, можно заключить, что в условиях Ленинградской области наибольшей долговечностью обладают сорта отечественной селекции и сорта, в создании которых были использованы такие дикие виды, как *R. rubrum*, *R. petraeum*, *R. atropurpureum*, *R. multiflorum*, *R. altissimum* и *R. warszewiczii*. Недостаточной долговечностью характеризуются сорта западноевропейской селекции – потомки *R. vulgare*, который неморозостоек в нашей зоне, слабо устойчив к антракнозу и имеет ломкие побеги

Работа выполнена под руководством доктора с.-х. наук Г. П. Атрощенко

References/Литература

1. *Arsen`eva T. V.* Features of biology and breeding value of a red currant in the conditions of Northwest Nechernozemie (Osobennosti biologii i selekcionnaya cennost` krasnoj smorodiny v usloviyakh Severo-Zapadnogo Nechernozem`ya) // Dis. cand. agricultural Sciences. St. Petersburg, 1992, 257 p. [in Russian] (*Арсеньева Т. В.* Особенности биологии и селекционная ценность красной смородины в условиях Северо-Западного Нечерноземья // Дис. канд. с.-х. наук. СПб., 1992. 257 с.).
2. *State Register of Breeding Achievements Approved for Use Volume 1. Plant varieties (Gosudarstvennyj reestr selekcionnykh dostizhenij, dopushchennykh k ispol`zovaniyu)* Moscow, 2014. 456 p. [in Russian] (*Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений.* Москва, 2014. 456 с.).
3. *Pavlova N. M.* Currant (Smorodina). Leningrad: VIR, 1930, 196 p. [in Russian] (*Павлова Н. М.* Смородина. Л.: ВИР, 1930. 196 с.).
4. *Pavlova N. M.* Grossulariaceae Dumort. // In: Flora of cultivated Plants. Small Fruits. Vol. XVI Moscow – Leningrad: State Agricultural Publishing company, 1936, pp. 21–129 [in Russian] (*Павлова Н. М.* Смородина и крыжовник // В кн.: Культурная флора СССР. Ягодные. Т. XVI. М. – Л.: Гос. Изд-во совхозной и колхозной литературы, 1936. С. 21–129).
5. *Program and methodology cultivar investigation fruit, berry and nut crops (Programma i metodica sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul`tur)*, Orel: VNIISPK, 1999, 606 p. [in Russian] (*Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур.* Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.).

УДК 635.1/8:631.531(575.2)

Корнюхин Д. Л., Таловина Г. В. Экспедиционное обследование территории Кыргызстана с целью сбора и изучения генетических ресурсов овощных и бахчевых культур в 2014 году. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 5–13. Библ. 13.

В 2014 году проведена экспедиция по территории Кыргызстана с целью поиска и сборов образцов шпината туркестанского (*Spinacia turkestanica* Пjin), образцов овощных и бахчевых культур, а также их диких родичей. В природных растительных сообществах собрано 49 образцов шпината туркестанского. Его произрастание приурочено к культурной полосе предгорных районов Чуйской и Ферганской долин Кыргызстана. Описан видовой состав растительных сообществ, в которых обнаружен шпинат, определен их тип (сеgetальный и рудеральный); представлена карта точек сбора образцов шпината. Кроме того, приобретены на рынках 116 образцов овощных и бахчевых культур, собраны в природе шесть образцов разных видов лука (*Allium* sp.).

Ключевые слова: шпинат туркестанский, *Spinacia turkestanica*, дикорастущий вид, точки сбора, овощные культуры, Кыргызстан

Kornyukhin D. L., Talovina G. V. Research and collection of vegetable and cucurbit crop genetic resources in the territory of Kyrgyzstan in 2014. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 6–13. Bibl. 13.

A collecting mission over the territory of Kyrgyzstan was carried out in 2014. The goal of that mission was searching for wild relative species of spinach, *Spinacia turkestanica* Пjin, and collecting of samples of this species. Also, collecting of vegetable crops and cucurbits as well as wild relative species of such crops was important. As a result, 49 samples of wild spinach were collected in its native habitats. Most frequently wild spinach grows in the agricultural zone of foothill regions of the Chuy and Fergana Valleys. A map of all collecting sites of *S. turkestanica* was made. Typical habitats of wild spinach were ruderal places and agrophytocenoses. Also, a set of wild spinach satellite species was detected. Besides, 116 samples of vegetable crops and cucurbits were purchased at the local markets; six samples of wild onion (*Allium* sp.) were collected in natural environments.

Key words: wild spinach, *Spinacia turkestanica*, collecting mission, vegetable crops

УДК 633.1: 633.31/37; 631.95

Бурляева М. О., Соловьева А. Е. Создание экологически устойчивого агрофитоценоза на примере смешанного посева чины посевной и суданской травы в условиях северо-запада РФ. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 14–30. Библ. 10.

В результате работы были получены данные, доказывающие преимущества смешанных посевов перед одновидовыми посевами, расширено представление о возможности и целесообразности возделывания смешанных посевов из чины посевной и суданской травы в условиях Ленинградской области, выделены образцы с наилучшей ценотической совместимостью.

Ключевые слова: чина посевная, *Lathyrus sativus* L., суданская трава, *Sorghum × drummondii* (Steud.) Millsp. & Chase, агрофитоценоз, смешанный посев, одновидовой посев, зеленая масса, белок, селекция, факторный анализ

Burlyayeva M. O., Solovyeva A. E. Forming an environmentally sustainable agrophytocenosis on the example of mixed crops of grass pea and sudan grass in the north-west of the Russian Federation. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 15–30. Bibl. 10.

As a result of the experiments, data were obtained demonstrating the advantages of mixed crops as compared with single-species crops, which enhanced the understanding of the capability and advisability of growing mixed crops of grass pea and Sudan grass in the environments of Leningrad Province. Accessions with best cenotic compatibility were identified.

Key words: grass pea, *Lathyrus sativus* L., Sudan grass, *Sorghum × drummondii* (Steud.) Millsp. & Chase, agrophytocenosis, mixed sowing, green matter, protein, mixed planting, monospecies crop seeding, breeding, principal component analysis

УДК 634.7: 581.1 (470.621)

Добренков Е. А., Семенова Л. Г., Добренкова Е. Л. Анатомическая структура плодоножек ежевики и малины в связи с качеством ягод. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 31–37. Библ. 8. Представлены результаты изучения анатомической структуры плодоножек нормально развитых, недоразвитых и фасцированных плодов ежевики и малины. Показаны особенности строения тканей и проводящих пучков в средней части плодоножек.

Ключевые слова: ежевика, малина, плодоножки, анатомическая структура, качество ягод

Dobrenkov E. A., Semenova L. G., Dobrenkova E. L. Anatomical structure of blackberry and raspberry fruitstalks in connection with the quality of the berries. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 32–37. Bibl. 8.

Presented here are the results of the study of the anatomical structure of fruitstalks in normally developed, underdeveloped and fasciated fruits of blackberry and raspberry. Specific features of the structure of tissues and vascular bundles are shown.

Key words: blackberry, raspberry, fruitstalk, anatomical structure, fruit quality

УДК 561.6/9:581.412:582.866

Хайдаров Х. К. Современный ареал, жизненные формы лоха восточного (*Elaeagnus orientalis* L.) и происхождение культурных форм. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 38–46. Библ. 17.

В статье рассматривается вопрос о современном ареале видов рода лох (*Elaeagnus* L.) и жизненных формах лоха восточного (*E. orientalis* L.) в Узбекистане. Установлено два типа симподиального (акросимподиальный, мезосимподиальный) нарастания. Обсуждается происхождение культурных форм лоха Средней Азии.

Ключевые слова: тугай, лох, популяция, Амударья, Сырдарья, полиморфный, плод, происхождение, биология, экология.

Hajdarov Kh. K. The modern area of distribution and life forms of russian olive (*Elaeagnus orientalis* L.), and the origin of its cultivated forms. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 39–46. Bibl. 17.

The article considers modern species of the genus *Elaeagnus* L. and life forms of *E. orientalis* L. in Uzbekistan. There are two types of sympodial (acrosympodial and mesosympodial) growth. Additionally, the origin of the cultivated forms of Russian olive in Central Asia is discussed.

Key words: riparian forest, Russian olive, population, Amu Darya, Syr Darya, polymorphic, fruit, origin, biology, ecology

УДК 57.082.261

Синюшин А. А., Аш О. А., Хартина Г. А. Генетическая коллекция гороха посевного (*Pisum sativum* L.) кафедры генетики биологического факультета МГУ и ее применение в научных исследованиях. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 47–60. Библ. 45.

Представлено описание генетической коллекции сортов, мутантов, маркерных линий и рекомбинантов гороха посевного (*Pisum sativum* L.), имеющейся в распоряжении кафедры генетики биологического факультета МГУ. Кратко охарактеризованы история ее создания и основные направления ее использования в историческом аспекте и в перспективе.

Ключевые слова: горох посевной, генотип, мутант, сорт, генетический анализ

Sinjushin A. A., Ash O. A., Khartina G. A. Germplasm collection of a garden pea (*Pisum sativum* L.) and its application in researches. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 48–60. Bibl. 45.

In this paper we provide characteristics of the germplasm collection of cultivars, mutants, marker lines and recombinants of the garden pea (*Pisum sativum* L.) stored at the Genetics Dept. of Biological Faculty of the Lomonosov Moscow State University. A history of this collection is briefly described together with the main scopes of its application in both retrospectives and perspectives.

Key words: garden pea, genotype, mutant, cultivar, genetic analysis

УДК 634.723.1: 631.559 (470. 2)

Тихонова О. А. Слагаемые компоненты продуктивности черной смородины в условиях северо-запада России. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 61–73. Библ. 7.

Изучены потенциальная и фактическая продуктивность и составляющие ее компоненты у 39 сортов черной смородины. Выделены лучшие сорта как по отдельным признакам, так и по их наиболее оптимальному сочетанию для использования в селекции и возделывания в условиях Северо-Запада России. Выявлены корреляционные связи потенциальной продуктивности с отдельными ее компонентами.

Ключевые слова: черная смородина, сорт, самоплодность, продуктивность, масса ягоды, побег, кисть, узел

Tikhonova O. A. Elements of the black currant productivity component in the environments of the Russian north-west. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 62–73. Bibl. 7.

In this article the results of evaluating of potential and actual productivity of 39 black currant varieties are given. The sources of important components of productivity for using in breeding programs were revealed. The best cultivars that can realize their highest potential possibilities in the North-West of Russia were identified. Correlations between the potential productivity and its individual components were detected.

Key words: black currant, variety, self-fertility, productivity, weight of berry, shoot, raceme, node

УДК 634.11:631.52+632

Барсукова О. Н. Поздноцветущие сорта и виды яблони в коллекции ВИР, поддерживаемой на Майкопском филиале. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 74–81. Библ. 5.

В статье приведено описание сортов и дикорастущих видов яблони из коллекции филиала Майкопская опытная станция ВИР, обладающих поздними сроками цветения и устойчивостью к поздневесенним заморозкам. Дана краткая хозяйственно-биологическая характеристика выделенных по этим признакам сортов и видов яблони, рекомендуемых для дальнейшего селекционного использования.

Ключевые слова: яблоня, сорта, дикорастущие виды, позднее цветение, весенние заморозки, устойчивость

Barsukova O. N. Late-flowering varieties and wild species of apple-tree in the collection of Maikop experiment station of VIR. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 75–81. Bibl. 5.

The varieties and wild species of apple-tree with late flowering and resistance to late spring frosts have been identified within the collection of Maikop Experiment Station of VIR. Characteristics of their biological, economical and morphological features have been given. They are recommended as source material for breeding new varieties with high resistance to late spring frosts.

Key words: apple-tree, varieties, wild species, late flowering, late spring frosts, resistance

УДК 633.13:575.22

Перчук И. Н., Конарев А. В., Лоскутов И. Г., Блинова Е. В., Новикова Л. Ю., Хорева В. И., Колодинска-Брантестам А. Белковые маркеры, морфологические и селекционные признаки в идентификации дублетных образцов культурного овса в коллекциях ВИР (Россия) и Нордического Генного Банка (Nordgen, Швеция). Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 82–94. Библ. 37.

Обсуждаются методы идентификации дублетов в коллекциях генбанков и само понятие «дублетный образец». Представлены результаты сравнительного полевого и лабораторного анализа 112 пар потенциальных дублетных образцов овса из коллекций ВИР и NordGen. Установленное соответствие результатов полевого и лабораторного изучения подтверждает возможность использования электрофоретических спектров авенина для идентификации дублетных образцов в коллекциях овса посевного еще до полевых испытаний или в случае потери всхожести семян анализируемых образцов.

Ключевые слова: сорта овса посевного, дублетные образцы, белковые маркеры, электрофорез авенина

Perchuk I. N., Konarev A. V., Loskutov I. G., Blinova E. V., Novikova L. Y., Horeva V. I. and Kolodinska-Brantestam A. Protein markers, morphological and breeding-oriented characters in duplicate accession identification in the VIR (Russia) and Nordgen (Sweden) cultivated oat collections. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 83–94. Bibl. 37.

Methods for identification of duplicate accessions in genebanks and the term “duplicate accession” are discussed. The results of comparative field and laboratory analysis of 112 pairs of potential duplicate accessions from the oat collections of VIR and NordGen are presented. The revealed conformity between the results of the field and laboratory tests proves the use of avenin electrophoretic banding patterns for duplicate identification in the oat collections before field testing or in case of loss of germination in the seeds of the tested accessions.

Key words: cultivated oat varieties, duplicate accessions, protein markers, avenin electrophoresis

УДК 633.13

Иванова Н. В., Анисимова А. В., Радюкевич Т. Н., Ковалева О. Н. Источники хозяйственно ценных признаков для создания сортов ярового ячменя в северо-западном регионе РФ. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 94–102. Библ. 11.

Проведена оценка коллекционных образцов ярового ячменя по таким хозяйственным признакам, как длина вегетационного периода, высота соломины, устойчивость к полеганию, устойчивость к грибным болезням (сетчатая и темно-бурая пятнистости, мучнистая роса, стеблевая ржавчина, пыльная головня). Выделены источники хозяйственно ценных признаков для целей селекции. Отмечены сорта, сильно поражающиеся отдельными грибными заболеваниями.

Ключевые слова: ячмень, коллекция, селекция, скороспелость, устойчивость к полеганию, устойчивость к болезням

Ivanova N. V., Anisimova A. V., Radyukevich T. N., Kovaleva O. N. Sources of agrobiological traits for breeding spring barley varieties in the north-west of the Russian Federation. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 95–102. Bibl. 11.

A collection of spring barley accessions was studied according to such traits as the length of the growing season, the height of the straw, resistance to lodging and fungal diseases (net blotch and dark brown spot blotch, powdery mildew, stem rust, loose smut). Sources of valuable traits for breeding were identified. Varieties sensitive to some fungal diseases were marked out.

Keywords: barley, genotype, breeding, early maturity, lodging resistance, disease resistance

УДК 341.123.042+635.

Вишнякова М. А., Шувалов С. В. Почему ООН объявила 2016-й международным годом зернобобовых? Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 103–108. Библ. 13.

Показано значение коллекции зернобобовых ВИР в контексте объявленного ООН Международного года зернобобовых (МГЗ). Комплекс мероприятий, запланированный ФАО в рамках МГЗ, преследует цель повышения осведомленности человечества о преимуществах зернобобовых, увеличения их производства и товарооборота, стимулирования появления новых сельскохозяйственных проектов, программ и стратегий. Современные представления о направлениях применения зернобобовых позволяют констатировать, что в коллекции ВИР имеется разнообразие, способное обеспечить разноплановое использование этой группы культур.

Ключевые слова: зернобобовые, ФАО, коллекция ВИР, разнообразие

Vishnyakova M. A., Shuvalov S. V. Why the United Nations Have declared that 2016 is the international year of pulses? Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 104–108. Bibl. 13. The paper demonstrates the importance of the VIR grain legumes collection in the context of the International Year of Pulses (IYP) declared by the UN. A range of activities planned by the FAO within the framework of IYP aims to heighten public awareness of the nutritional benefits of pulses, promote their production and trade, stimulate the initiation of new agricultural projects, programs and strategies. The knowledge of modern trends in the use of pulse crops allows making a statement that the VIR collection contains the diversity of this group of crops that may be used for all possible application purposes.

Key words: pulses, FAO, VIR collection, diversity

УДК 634.722

Сулоева Т. А. Оценка долговечности сортов красной смородины в условиях Ленинградской области. Тр. по прикл. бот., ген. и селек. Т. 177. Вып. 3. СПб., 2016. С. 109–113. Библ. 5.

Изучена долговечность 60-ти коллекционных сортообразцов красной смородины посадки 1985, 1986 гг. в условиях Ленинградской области. Исследуемые образцы имеют различное генетическое и географическое происхождение. Показано, что наибольшей долговечностью обладают сорта отечественной селекции и сорта, в создании которых были использованы такие дикие виды как *Ribes rubrum* L., *R. petraeum* Wulf., *R. multiflorum*, *R. altissimum* Turcz. ex Pojark., *R. atropurpureum* C.A. Mey и *R. warscewiczii* Janz. Недостаточной долговечностью характеризуются сорта западноевропейской селекции – потомки европейского вида *R. vulgare* Lam.

Ключевые слова: красная смородина, сорт, устойчивость растений, долговечность насаждений

Suloyeva T. A. Assessment of the longevity of red currant varieties in the environments of Leningrad province. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. Vol. 177. Iss. 3. SPb.: VIR, 2016. P. 110–113. Bibl. 5.

The longevity of 60 varietal accessions from the red currant collection planted in 1985 and 1986 was studied in the environments of Leningrad Province. The accessions studied have different genetic and geographic origin. It is shown that the greatest longevity was observed in the varieties of domestic breeding and those which had in their pedigree such wild species as *Ribes rubrum* L., *R. petraeum* Wulf., *R. multiflorum*, *R. altissimum* Turcz. ex Pojark., *R. atropurpureum* C.A. Mey and *R. warscewiczii* Janz. Insufficient longevity was characteristic of the varieties of West European breeding – the descendants of the European species *R. vulgare* Lam.

Key words: red currant, varieties of currant, resistance of plants, longevity of plantations

СОДЕРЖАНИЕ

МОБИЛИЗАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

- Корнюхин Д. Л., Таловина Г. В.** Экспедиционное обследование территории Кыргызстана с целью сбора и изучения генетических ресурсов овощных и бахчевых культур в 2014 году 5

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

- Бурляева М. О., Соловьева А. Е.** Создание экологически устойчивого агрофитоценоза на примере смешанного посева чины посевной и суданской травы в условиях северо-запада РФ 14
- Добренков Е.А., Семенова Л.Г., Добренкова Е.Л.** Анатомическая структура плодоножек ежевики и малины в связи с качеством ягод 31
- Хайдаров Х. К.** Современный ареал, жизненные формы лоха восточного (*Elaeagnus orientalis* L.) и происхождение культурных форм 38

КОЛЛЕКЦИИ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ.

- Синюшин А. А., Аш О. А., Хартина Г. А.** Генетическая коллекция гороха посевного (*Pisum sativum* L.) кафедры генетики биологического факультета МГУ и ее применение в научных исследованиях 47
- Тихонова О. А.** Слагаемые компоненты продуктивности черной смородины в условиях северо-запада России 61
- Барсукова О. Н.** Поздноцветущие сорта и виды яблони в коллекции ВИР, поддерживаемой на Майкопском филиале 74

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ

- Перчук И. Н., Конарев А. В., Лоскутов И. Г., Блинова Е. В., Новикова Л. Ю., Хорева В. И., Колодинска-Брантестам А.** Белковые маркеры, морфологические и селекционные признаки в идентификации дублетных образцов культурного овса в коллекциях ВИР (Россия) и Нордического Генного Банка (Nordgen, Швеция) 82
- Иванова Н. В., Анисимова А. В., Радюкевич Т. Н., Ковалева О. Н.** Источники хозяйственно ценных признаков для создания сортов ярового ячменя в северо-западном регионе РФ 94

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Вишнякова М. А., Шувалов С. В.** Почему ООН объявила 2016-й международным годом зернобобовых? 103
- Сулоева Т. А.** Оценка долговечности сортов красной смородины в условиях Ленинградской области 109

CONTENTS

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

- Korniyukhin D. L., Talovina G. V.** Research and collection of vegetable and cucurbit crop genetic resources in the territory of Kyrgyzstan in 2014 6

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

- Burlyayeva M. O., Solovyeva A. E.** Forming an environmentally sustainable agrophytocenosis on the example of mixed crops of grass pea and sudan grass in the north-west of the Russian Federation 15
- Dobrenkov E. A., Semenova L. G., Dobrenkova E. L.** Anatomical structure of blackberry and raspberry fruitstalks in connection with the quality of the berries 32
- Hajdarov Kh. K.** The modern area of distribution and life forms of russian olive (*Elaeagnus orientalis* L.), and the origin of its cultivated forms 39

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

- Sinjushin A. A., Ash O. A., Khartina G. A.** Germplasm collection of a garden pea (*Pisum sativum* L.) and its application in researches 48
- Tikhonova O. A.** Elements of the black currant productivity component in the environments of the Russian north-west 62
- Barsukova O. N.** Late-flowering varieties and wild species of apple-tree in the collection of Maikop experiment station of VIR 75

IDENTIFICATION OF THE DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES FOR SOLVING FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS

- Perchuk I. N., Konarev A. V., Loskutov I. G., Blinova E. V., Novikova L. Y., Horeva V. I. and Kolodinska-Brantestam A.** Protein markers, morphological and breeding-oriented characters in duplicate accession identification in the VIR (Russia) and Nordgen (Sweden) cultivated oat collections 83
- Ivanova N. V., Anisimova A. V., Radyukevich T. N., Kovaleva O. N.** Sources of agrobiological traits for breeding spring barley varieties in the north-west of the Russian Federation 95

BRIEF REPORTS

- Vishnyakova M. A., Shuvalov S. V.** Why the United Nations Have declared that 2016 is the international year of pulses? 104
- Suloyeva T. A.** Assessment of the longevity of red currant varieties in the environments of Leningrad province 110

Научное издание

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 177, ВЫПУСК 3**

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

Подписано в печать 20.09.2016 Формат бумаги 70×100 ¹/₈
Бумага офсетная. Печать офсетная
Печ. л. 15,125 Тираж 300 экз. Зак.2109/16

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

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